La collaboration dans une œuvre en réalité virtuelle

Du processus de création à la performativité

Julien Lomet



Thèse de doctorat

UNIVERSITÉ PARIS 8 DES CRÉATIONS

LABORATOIRE ARTS DES IMAGES & ART CONTEMPORAIN INREV IMAGE NUMERIQUE & REALITE VIRTUELLE

UMR IRISA

Université Paris VIII Vincennes-Saint-Denis

U.F.R Arts, philosophie, esthétique
École Doctorale Esthétique, Sciences
Et Technologies des Arts

THÈSE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS VIII
Discipline : Esthétique, Sciences et Technologies des Arts
Spécialité : Images Numériques et Réalité Virtuelle

La collaboration dans une œuvre en réalité virtuelle : du processus de création à la performativité.

Présentée et soutenue par :
Julien Lomet
Octobre 2025
Thèse dirigée par Cédric Plessiet
et encadrée par Valérie Gouranton et Ronan Gaugne
Année Universitaire 2024/2025

Membres du jury

- Carole HOFFMANN, Professeure des universités, Université Toulouse Jean Jaurès, Présidente.
- Miguel ALMIRON, Professeur des universités, Université Paris 1 Sorbonne, Rapporteur.
- Anne-Hélène OLIVIER, Maître de conférences, Université Rennes 2, Rapporteure.
- Xavier LAMBERT, Professeur émérite, Université Toulouse Jean Jaurès, Examinateur.
- Cédric PLESSIET, Professeur des universités, Université Paris VIII, Directeur de thèse.
- Valérie GOURANTON, Professeure des universités, IRISA Rennes et INSA Rennes, Encadrante de thèse.
- Ronan GAUGNE, Maître de conférences, IRISA Rennes, Encadrant de thèse.
- Joël LAURENT, Maître de conférences, Université Rennes 2, Invité.

Résumé

La collaboration autour d'une œuvre en réalité virtuelle intervient sur deux axes différents, dans le processus de création de l'œuvre, et dans sa réception par les spectateurs. Plusieurs acteurs se différencient alors : l'auteur cocréateur, l'artisan cocréateur et le spectateur cocréateur, qui vont collaborer sur plusieurs formes et temporalités. Dans cet acte, le statut de l'artiste évolue, il devient ainsi auteur, dont son rôle se divise en deux axes : d'un côté un chef d'orchestre qui maintient une dynamique de création par l'action, et de l'autre un artiste qui utilise sa technicité pour créer l'œuvre. La collaboration intervient aussi dans le processus de réception de l'œuvre, avec un lien relationnel entre l'auteur et le spectateur dans la faculté à faire coexister une œuvre numérique interactive dans sa globalité, mais également dans la relation qu'ont les spectateurs entre eux, lorsqu'ils sont immergés ensemble dans une même expérience virtuelle. Dans ce deuxième cas, l'expérience esthétique de chacun permet de créer une résonance collective et sociale autour de la danse.

La réalité virtuelle (RV) a des enjeux artistiques forts grâce à ses différents concepts, dont l'immersion et l'interactivité sont des points centraux, qu'il nous est intéressant d'étudier par le biais d'une œuvre numérique interactive. Que ce soit dans les modalités interactives ou les moyens de communication par la coprésence et l'incarnation, l'environnement virtuel collaboratif artistique offre des possibilités d'expériences inédites pour les spectateurs, convoquant l'entièreté de leur corps pour interagir.

Cette thèse de recherche-création s'appuie sur l'œuvre *Creative Harmony*, développée de 2020 à 2024 en trois versions différentes, incluant une salle immersive (Immersia à Rennes), des casques HMD et des capteurs de souffle fabriqués spécialement pour l'expérience. Des études ont été menées sur différents publics afin de calculer les capacités relaxantes de l'œuvre.

Mots clés : Collaboration, œuvre d'art numérique interactif, Réalité virtuelle, Performativité, Expérience esthétique, Cocréation, Compromis, Communication, Modalité interactive, Environnement virtuel collaboratif artistique, Improvisation, Relaxation, Recherche-création.

Abstract

Collaboration around a virtual reality artwork takes place on two different axes : in the process of creating the artwork and in its reception by spectators. Several participants can be distinguished : the author-co-creator, the artisan-co-creator, and the spectator-co-creator, who collaborate in various forms and temporalities. In this act, the status of the artist evolves ; they thus become an author, whose role is divided into two axes : on one hand, a conductor who maintains a dynamic of creation through action, and on the other, an artist who uses their technical skills to create the artwork. Collaboration also takes place in the reception process of the artwork, through a relational link between the author and the spectator in the ability to make an interactive digital artwork coexist as a whole, but also in the relationship between spectators when they are immersed together in the same virtual experience. In this second case, each individual's aesthetic experience helps create a collective and social resonance around dance.

Virtual reality (VR) presents significant artistic challenges due to its various concepts, among which immersion and interactivity are central points. These aspects are particularly relevant to study through an interactive digital artwork. Whether in interactive modalities or communication means through co-presence and embodiment, the collaborative artistic virtual environment offers spectators unprecedented experiential possibilities, engaging their entire body in interaction.

This research-creation thesis is based on the artwork *Creative Harmony*, developed from 2020 to 2024 in three different versions, including an immersive room (Immersia in Rennes), HMD headsets, and breath sensors specifically designed for the experience. Studies have been conducted with different audiences to assess the relaxing capacities of the artwork.

Keywords : Collaboration, Interactive digital artwork, Virtual reality, Performativity, Aesthetic experience, Co-creation, Compromise, Communication, Interactive modality, Collaborative artistic virtual environment, Improvisation, Relaxation, Research-creation.

Remerciements

Si l'écriture de cette thèse n'est pas collaborative, elle existe notamment grâce aux nombreuses réflexions et aux précieuses aides de personnes que je me dois de remercier.

Je souhaite donc commencer par remercier sincèrement les deux rapporteurs de ma thèse, Miguel Almiron et Anne-Hélène Olivier, qui ont pris le temps de faire des retours constructifs quant à ma recherche. Egalement, je me dois de remercier l'ensemble de mon jury de soutenance qui prouve l'importance de l'interdisciplinarité.

Ensuite, j'aimerais témoigner ma très grande reconnaissance à toute mon équipe d'encadrement de recherche : à Cédric Plessiet, mon très cher directeur de thèse, qui a pu répondre à mes innombrables questions existentielles et valider (ou non) mes réflexions, tout en apportant une méthodologie extrêmement précieuse et une grande confiance dans mon travail. Tu m'as permis d'écrire avec beaucoup d'envie et de confort, facilitant énormément ce marathon final du doctorat. A Joël Laurent, qui m'a accompagné durant toute ma découverte de l'art numérique depuis la Licence en Arts Plastiques, qui m'a fait confiance dès les premiers échanges sur la réalité virtuelle depuis 2016, qui m'a transmis sa passion de l'interactivité et des réflexions d'Edmond Couchot. Tu m'as partagé ta merveilleuse sensibilité et ta bienveillance dans ta pédagogie, ta vision si poétique des œuvres numériques, ta passion et ton amour pour le corps expressif, le corps capté, le corps libre. Merci pour tout ce que tu m'as apporté, et tout ce que tu continues de m'apporter, des encouragements aux coups de gueule ! A Valérie Gouranton, précieuse encadrante de ma thèse, qui a ouvert des réflexions importantes à ma recherche, notamment par nos discussions sur la différence entre interaction et interactivité. Ta précision et ton regard bienveillant sur l'art et la culture dans la réalité virtuelle ont apporté une grande richesse à mon travail, tout en ouvrant des champs des possibles énormes pour Creative Harmony. A Ronan Gaugne, également précieux encadrant de ma thèse, qui a permis l'existence de Creative Harmony depuis 2020. Merci de m'avoir accompagné durant ces longues phases de développement, d'avoir apporté ton regard artistique, d'avoir ouvert des discussions et des idées sur l'œuvre, mais également d'avoir encadré les expérimentations et résultats de l'expérience. Merci donc à vous quatre d'avoir accepté de jouer le jeu de la collabora-

tion (peut-être même de me l'avoir imposé !), toujours dans l'ouverture, la bienveillance, l'écoute et l'envie de créer.

Je remercie également mes précieux collègues de travail dans le développement de Creative Harmony, qui ont grandement participé à sa richesse : Pierre Huyghe grâce à ton incroyable musique, tes magnifiques lives et ta grande confiance au projet, et Johan Julien par ta belle vision du corps dansé, chorégraphié, capté, mais aussi pour tes idées qui ont pleinement fait évoluer l'œuvre. Mais également Jean-Paul Surasri, avec qui travailler était un immense plaisir grâce à nos discussions et visions très poétiques de l'art, Pierre Duc-Martin et Mehdi Aouichat, pour la richesse de vos connaissances et votre investissement sans égal qui ont permis d'aller aussi loin dans l'élaboration de notre environnement virtuel, Bastien Daniel et Timothée Durgeaud, vous qui avez mis en place l'œuvre, avec des défis techniques énormes (Covid + réseau avec l'équipe du Deep Space 8K), et enfin Meven Leblanc, Antoine Philippe et Duncan Sourdin, sans qui Creative Harmony n'aurait pas de départ. Merci également aux danseurs Cécile Tasse, Bruce Chiefare, Magali Julien, Hajar Nouma qui ont permis la création d'un ballet virtuel magnifique, participant grandement à la beauté de notre œuvre.

Je me dois aussi de remercier mes précieux collègues de recherche, sans qui ce doctorat n'aurait pas été aussi passionnant. A ma soeur de recherche Nastia avec qui nous partageons l'amour des belles personnes et des belles œuvres. A Léa et Maëlys, avec qui nous avons imaginé Cosmosia, mais surtout pour tout votre amour, votre bienveillance, vos conseils, vos encouragements. A mes autres collègues du laboratoire INREV, Nina (passion photographie), Sonya (passion danse), Tsov (passion corps), Paul, Hui-Ting, Marta, et tous les autres qui ont pu m'aider à structurer ma pensée. Merci également à Georges Gagneré pour nos discussions, de près ou de loin, et pour ton aide dans l'organisation d'événements à Paris 8.

Je souhaite remercier plus précisément Jean-François Jégo, qui a été la première personne avec qui j'ai échangé sur l'art numérique (Virtuality, Février 2017). Merci de m'avoir ouvert à des réflexions fascinantes sur le geste, sur la réalité virtuelle, sur l'interactivité, mais également pour nos différentes collaborations au sein de Recto VRso. Je remercie également Judith Guez de m'avoir ouvert les portes fascinantes de la réalité virtuelle artistique, de la collaboration, de l'interdisciplinarité, mais aussi de m'avoir intégré dans la gestion du Festival Recto VRso. Merci aussi à Margherita Bergamo qui m'a réconcilié avec

mon corps et la danse. Tu es en partie responsable de la naissance de Creative Harmony, ton travail est une réelle inspiration, que ça soit par la danse ou par son originalité. Merci aussi pour ta bienveillance, ta douceur, tes encouragements et nos précieuses discussions. Enfin, à Marie-Hélène Tramus, Rémy Sohier et Sophie Daste pour m'avoir inclus avec confiance dans le magnifique projet de colloque-exposition *Pour un imaginaire numérique avec d'Edmond Couchot*. C'était un magnifique moment de recherche-création.

Aux personnes qui m'ont inspiré : Edmond Couchot, bien entendu, mais aussi Delphine Mousquey pour ton apprentissage de l'amour de l'art, de la complexité de la création, de la découverte de la peinture et de ses multiples théories. Je te dois mon fort intérêt pour l'hybridation entre réalité virtuelle et romantisme, ou symbolisme, ou natures mortes, ou théorie du Sublime, et pour toutes les autres hybridations qui suivront. A l'équipe de Laval Virtual, pour ces magnifiques années de complicité et d'émotions autour de Recto VRso. A Anaïs Bernard pour nos échanges passionnants sur le corps immergé et sur l'art numérique en général, mais aussi pour m'avoir proposé mes premières heures de cours.

Enfin, et surtout, je remercie chaleureusement mes amis et ma famille qui m'ont tant soutenu durant ces six années : mes parents pour le fastidieux travail de relecture et mes frères qui m'ont toujours encouragé sans jamais me faire douter sur mes choix, mes amis Chloé, Cerise, Nina, Martin, Elodie, Mélanie, Willy, Marjo, Victoire, Julie, Juliette, Charlotte, Justine, et toutes les autres personnes que j'oublie, en m'excusant sincèrement. Enfin, merci à Mathieu d'être un compagnon si attentionné et à l'écoute, pour tout ce que tu m'apportes, pour avoir pris soin de ma santé mentale, pour m'avoir encouragé sans relâche, pour croire autant que moi en mon travail, même lorsque j'en doutais.

A toutes les personnes avec qui j'ai collaboré sur des événements, des projets, des expositions. Merci de m'avoir en permanence inspiré pour mes recherches et créations.

A toute personne qui liera cette thèse, et qui j'espère, trouvera de l'inspiration pour ses réflexions, ses recherches, ses créations.

"Il y a mille raisons de faire une thèse,
mais tu es le seul à savoir pourquoi tu la fais."
Ivan Toulouse, Professeur émérite de l'Université Rennes 2, 2017.

Table des matières

Résumé **5**

Abstract **6**

Remerciements **7**

Introduction **17**

La collaboration 21
Creative Harmony 27
Problématique et plan 28

I La collaboration dans des œuvres en réalité virtuelle **35**

1 Contexte de la recherche **37**

1.1 Participer, collaborer, acte collectif 38
1.1.1 Performance et participation du spectateur 38
1.1.2 Collaboration et intersubjectivité 44
1.1.3 Le compromis dans la création 50
1.2 La collaboration dans d'autres médiums artistiques 54
1.2.1 Dans les arts plastiques et numériques 55
1.2.2 Dans la musique 64
1.2.3 Dans les arts vivants 73

2 Différents niveaux de collaboration **83**

2.1 Les acteurs de la collaboration 84
2.1.1 Auteur cocréateur 85
2.1.2 Artisan cocréateur 88
2.1.3 Spectateur cocréateur 91
2.2 Définition des collaborations 94
2.2.1 Auteur-amont / équipe de développement 96

2.2.2 Auteur-amont / auteur-aval 99
2.2.3 Auteur-aval / programme 102
2.2.4 Auteur-aval / auteur-aval 105

3 La collaboration en amont 109
3.1 Définition du chef d'orchestre 110
3.1.1 Chef d'orchestre de la collaboration en amont 116
3.1.2 La technicité du chef d'orchestre 120
3.2 Méthodologie de travail 123
3.2.1 Interdisciplinarité diagonale 124
3.2.2 Coordination des langages 128
3.2.3 Construire par l'action collaborative, la méthode Design-Based Research (DBR) 134

4 La collaboration en aval 145
4.1 L'expérience esthétique 147
4.1.1 Définition de l'expérience esthétique 148
4.1.2 De l'empathie au processus de création 156
4.1.3 Conduites esthétiques et processus de création 160
4.2 La danse interactive 170
4.2.1 Le geste dansé comme outil créateur par l'interactivité 170
4.2.2 Improvisation dansée en collaboration : possibilités et contraintes . 174
4.3 La résonance kinesthésique et la cocréation par la danse collective 180
4.3.1 Perception de soi et des autres à travers la danse improvisée 181
4.3.2 Résonances par la gestuelle 189
4.3.3 La danse collaborative : performativité individuelle et collective . . 197

II La participation et l'interactivité dans une CVEA 206

5 Définitions et cadre de recherche 208
5.1 Définitions d'interaction, d'interactivité, d'interactif 209
5.1.1 Interaction 210
5.1.2 Interactivité 223
5.1.3 Usages des termes 239
5.2 Réalité virtuelle collaborative 243

5.2.1 Définition de la réalité virtuelle dans un domaine artistique 244
5.2.2 Réalité virtuelle collaborative 251
5.2.3 Immersion en réalité virtuelle 254

6 Environnements virtuels collaboratifs artistiques 258
6.1 Collaborative Virtual Environment Artwork 258
6.1.1 Définition de Collaborative Virtual Environment (CVE) 259
6.1.2 Ajout du terme Artwork (CVEA) 261
6.2 Modèles d'environnements collaboratifs 264
6.2.1 Différents modèles de CVE 264
6.2.2 Symétrique / Asymétrique 272
6.3 Le spectateur immergé et interactif 284
6.3.1 Présence de soi, présence de l'autre : présence et coprésence 285
6.3.2 Avatar et représentation de l'interactivité 291
6.3.3 Awareness 306

7 Modalités interactives 312
7.1 Modèles de relations interactives et communicatives dans une CVEA . . . 312
7.1.1 Communication médiatisée dans une CVEA 313
7.1.2 Les modèles HOOHOOH et HOOH+HO 318
7.2 Maîtrise de l'interactivité 323
7.2.1 Voix off, affordance, feedbacks 324
7.2.2 Maîtrise en trois étapes 340
7.3 Corps capté 344
7.3.1 Mouvements, emplacements 345
7.3.2 Mains 350
7.3.3 Souffle 355

8 Concepts de Creative Harmony 364
8.1 Inspirations et corpus 365
8.1.1 Peinture romantique allemande 365
8.1.2 Le paysage sublime 371
8.1.3 Musique dans Creative Harmony 376
8.2 Contemplation, hybridation et relaxation 381
8.2.1 Contempler dans une œuvre en réalité virtuelle 382

8.2.2 Hybridation et relaxation . . . 385
8.3 Immersion et interaction en trois scènes . . . 391
8.3.1 Scène 1 : Immersion, connexion à soi . . . 392
8.3.2 Scène 2 : Cocréation, connexion à la nature . . . 394
8.3.3 Scène 3 : Synchronisation et communication, connexion aux autres . 396

III Creative Harmony : Expériences et résultats de la recherche-création 407

9 Implémentation de Creative Harmony 409
9.1 CH1 : Ars Electronica . . . 410
9.1.1 Cadre de travail . . . 410
9.1.2 Scènes de CH1 . . . 414
9.2 CH2 : Portabilité dans Immersia ou par casque HMD . . . 423
9.2.1 Cadre de travail . . . 423
9.2.2 Scènes de CH2 . . . 427
9.3 CH3 : Breath Together . . . 433
9.3.1 Cadre de travail . . . 433
9.3.2 Scènes de CH3 . . . 435

10 Expérimentations de l'œuvre 441
10.1 Méthode d'expérimentations . . . 442
10.1.1 Questionnaire BMIS . . . 443
10.1.2 Questionnaire individuel . . . 446
10.1.3 Expositions . . . 449
10.2 Résultats . . . 453
10.2.1 Résultats de CH2 . . . 454
10.2.2 Résultats de CH3 . . . 464

11 Résultats de recherche et observations 471
11.1 Élasticité de la création . . . 472
11.1.1 Du modèle économique au modèle artistique . . . 473
11.1.2 L'élasticité de création : deux cas d'étude . . . 477
11.2 Méthode de relaxation . . . 481
11.3 Sur la collaboration . . . 485

11.3.1 Collaborer pour développer une œuvre 485
11.3.2 La collaboration des spectateurs 487
11.3.3 Vers une recherche sur la comanipulation ? 489

12 Les évolutions de l'œuvre Creative Harmony **491**
12.1 Sensouffler, la découverte de la captation de souffle 492
12.2 CH pour connecter des salles immersives en France 496
12.3 Voyage du Geste : l'art au service de la santé 499

Conclusion **505**
La collaboration en amont et en aval du dispositif artistique 505
Sur le processus de création en amont 506
Sur la performativité en aval 507
L'immersion et l'interactivité en réalité virtuelle collaborative 510
Sur les environnements virtuels collaboratifs 511
Sur les modalités interactives 513
Les résultats de Creative Harmony 515

Bibliographie **519**

Index des noms **543**

Table des figures **547**

Annexes **552**

Introduction

Notre amour de l'art numérique et des relations qui existent entre l'artiste, l'œuvre et le spectateur, est né de la lecture des écrits théoriques d'Edmond Couchot. C'est en découvrant les concepts d'auteur-amont et d'auteur-aval, que nous définirons plus précisément dans notre thèse, que nous avons imaginé de nouvelles formes de créations, différentes de notre travail photographique habituel, mais pourtant pas si éloignées. C'est également par la réalité virtuelle, grâce aux précieux conseils de Joël Laurent, directeur de recherche de notre mémoire de Master en Arts Plastiques, que nous avons découvert de nouvelles idées d'œuvres, remettant en question nos concepts traditionnels de l'artiste solitaire, au profit d'un travail collaboratif interdisciplinaire. C'est donc à la suite de ce parcours exploratoire que nous sommes arrivés à l'écriture d'une thèse sur la collaboration dans une œuvre en réalité virtuelle, du processus de création à la performativité.

Il nous semble donc important, dans un premier temps, de bien comprendre notre cadre de recherche. Nous pensons que l'art numérique interactif est un enjeu majeur de notre rapport aux œuvres aujourd'hui, notamment pour vivre des expériences esthétiques sensibles, poétiques, mais également pour nous rapprocher du grand public. Comme le présente Ahmed dans ses propos, en reprenant les idées de Couchot : « *« L'art interactif se distingue par son comportement dynamique en réponse à des stimuli externes, comme les mouvements et les paroles des personnes ». L'art devient interactif lorsque la participation du public fait partie intégrante de l'œuvre. Le comportement du public peut provoquer des changements dans l'œuvre elle-même. Lors de la création d'une œuvre interactive, l'artiste ne se concentre pas seulement sur l'apparence ou le son de l'œuvre pour un observateur, mais également sur la manière dont elle interagit avec le public, un aspect crucial de son essence (Edmonds 2011).* [1] » [2] Ainsi, l'art numérique ne représente pas simplement l'uti-

1. Traduit de l'auteur : As Edmonds (2011) describes, "interactive art is distinguished by its dynamic behaviour in response to external stimuli, such as people moving and speaking". Art becomes interactive when audience participation is an integral part of the artwork. Audience behavior can cause the artwork itself to change. In making interactive art, the artist not only considers how the artwork will look or sound to an observer, but the way it interacts with the audience is also a crucial part of its essence (Edmonds 2011).

2. Salah Uddin Ahmed, « Interaction and interactivity : in the context of digital interactive art

lisation de technologies pour créer des œuvres d'art, mais est bien un art qui questionne l'utilisation de ces technologies, et donc le rapport qu'ont des artistes avec l'œuvre, qu'ont les spectateurs avec l'œuvre, et par conséquent, qu'ont les artistes avec les spectateurs. Des notions importantes naissent alors, comme l'interactivité, l'hybridation, la collaboration ou encore la commutation. Comme le précise Moulon : « *La notion de relation en art, qu'il s'agisse de la participation des spectateurs comme des correspondances entre les médias, est essentielle. Or l'usage de dispositifs de captation électronique, en ce qui concerne la relation d'interactivité, replace le corps des spectateurs ou performeurs au centre des préoccupations artistiques.* [...] *Fuyant les traditionnels systèmes d'entrées de données que sont les claviers et souris, il n'a pas manqué d'artistes qui, plus récemment, se sont saisis de divers capteurs pour libérer les corps de toute entrave ou contrainte.* » [3] Il y a donc des relations intrinsèquement liées qui s'instaurent par les œuvres numériques, changeant les moyens de création pour les artistes et de réception pour les spectateurs. Et plus encore, ces relations existantes, notamment par le biais de l'interactivité, permettent de changer radicalement l'expérience esthétique du public, le faisant intervenir directement dans l'œuvre par son corps entier. L'enjeu fondamental des artistes utilisant les technologies numériques est de créer du sens, du sensible, de la poésie à travers l'utilisation des capteurs. Et c'est justement ça qui permet de créer du message artistique, de la performance, de la poésie dans les usages informatiques et numériques. Car nous sommes persuadés que le sensible, la sensibilité, doivent être au cœur des œuvres numériques interactives afin de les rapprocher du grand public [4]. Au-delà de l'effet de découverte que certaines personnes peuvent avoir lors de leur première utilisation d'un casque de réalité virtuelle par exemple, c'est bien l'interactivité qui permet de créer de l'engagement par le corps, par les sens, par le sensible, et donc de faire vivre des émotions. Nos œuvres interactives demandent ainsi aux spectateurs d'inclure du sensible dans leur perception de l'œuvre, dans leur temps de réception.

Cette interactivité est d'autant plus importante dans la réalité virtuelle, puisqu'elle est, avec l'immersion, son fondement. Il nous semble important ici de préciser le fait que, tout au long de notre thèse, lorsque nous parlons de dispositif en réalité virtuelle,

installation », in : *Human-Computer Interaction. Interaction in Context : 20th International Conference, HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15–20, 2018, Proceedings, Part II 20*, Springer, 2018, p. 241-257.

3. Dominique Moulon, *Art contemporain nouveaux médias*, Nouvelles éditions Scala, 2013.

4. Par grand public, nous entendons tous les publics, connaisseurs ou non connaisseurs, plus ou moins intéressés par l'art et la culture, de tous âges et de toutes cultures.

nous entendons un environnement virtuel dans lequel les spectateurs sont immergés par un système de diffusion d'images (casque de réalité virtuelle de type HMD (*Helmet-Mounted-Display*) [5], salle immersive, plateau de réalité virtuelle, ...) et également interactifs par le corps entier avec l'environnement virtuel, dans un rapport évolutif. Nous excluons donc de nos recherches les vidéos en 360° regardées à travers des casques de réalité virtuelle HMD, qui ont une pertinence artistique mais nous semblent trop éloignées des modalités interactives et performatives que nous étudions ici. Ainsi, sur une base d'action-perception-action, les spectateurs peuvent intervenir dans, mais également sur l'environnement virtuel. Leurs actions sont captées par le dispositif, retransmises en résultats simulés, puis perçues à nouveau pour en proposer de nouvelles. Le domaine de recherche de la réalité virtuelle offre donc des multitudes de réflexions autour des interactions, de l'image et du rapport entre l'utilisateur et le dispositif, qui nous semblent intéressantes à analyser avec un regard artistique. En effet, nous croyons fortement en l'intérêt positif d'une recherche interdisciplinaire dans le but de créer des connaissances favorables à l'ensemble des secteurs travaillant sur un projet commun. Il est nécessaire de décloisonner les domaines de recherche et les laboratoires, de s'affranchir des distinctions entre sciences humaines et sociales et sciences informatiques pour créer des œuvres enrichies par les expériences et expertises de chacun.

Ainsi, notre thèse de doctorat se base sur ces trois contextes principaux : l'art numérique interactif et la relation entre artiste-œuvre-spectateurs, la réalité virtuelle et son interactivité, l'enrichissement du dispositif par l'interdisciplinarité. Dans l'ensemble de notre travail, nous croiserons plusieurs fois des termes fondamentaux à notre recherche-création : le compromis, l'improvisation guidée, l'équilibre, l'interactivité, la performance, et bien entendu, la collaboration.

Avant de présenter ce dernier terme plus précisément, il nous semble nécessaire de décrire davantage l'idée de performativité. Nous entendons par là une œuvre performative, c'est-à-dire qui peut être performée. La performativité comprend donc l'ensemble des performances de l'œuvre qui ont existé, qui existent et qui existeront. Elle est ainsi directement liée aux spectateurs, passés, présents et futurs de l'œuvre. Comme le précise Féral dans ses recherches : « *Cette performativité toute-puissante, englobante, immanente, a néanmoins un revers. Elle souligne aussi que l'énoncé performatif est par nature instable et ambigu, jamais univoque. À la fois reconnaissable et signe caméléon, il trouve son ori-*

5. Michael M Bayer, Clarence E Rash et James H Brindle, « Introduction to helmet-mounted displays », in : *Helmet-mounted displays : sensation, perception and cognition Issues* (2009), p. 47-108.

ginalité dans la pluralité de ses significations. Il ne peut donc aspirer à une vérité absolue. « Tout comme le jeu opère, le performatif n'est pas "vrai" ou "faux", "bon" ou "mauvais". Il se produit », résume Schechner. [...] *Ce glissement du concept de l'univers linguistique à celui, plus large, de toutes les actions humaines, cette instabilité et cette ambiguïté des signes reconnues comme constitutives des divers champs d'étude où la performativité s'exerce (arts du spectacle en particulier) vont nécessairement de pair avec l'émergence de sens multiples. La performativité y apparaît comme synonyme de fluidité, d'instabilité, d'ouverture du champ des possibles, se situant entre reconnaissance et ambiguïté des significations.* »[6] La performativité est donc l'aspect universel des formes de performances possibles, sans jugement de valeur, ouvert à tout type d'action entrant dans un cadre plus ou moins défini, ouvert. Ce signe caméléon dont parle Féral nous semble pertinent dans cette idée de pluralité des possibilités, car la performativité n'a pas de limite fixe, elle évolue à chaque nouvelle performance. Dans notre cas, la performativité englobe l'ensemble des performances des spectateurs, sur une temporalité non définie, que ce soit au cours d'une même expérience de plusieurs spectateurs dans l'environnement virtuel de notre œuvre, ou bien sur l'ensemble des expériences de plusieurs spectateurs. Notre étude cherche donc à comprendre, de manière globale, les comportements des spectateurs dans notre œuvre en réalité virtuelle, Creative Harmony, créée durant tout notre doctorat de recherche-création, sans pour autant exclure les situations uniques, ou encore les possibilités futures que nous n'avons pas encore envisagées. Ainsi, tout comme la performativité, les limites de notre cadre de recherche quant à l'expérience esthétique de nos spectateurs sont en constante évolution. Cependant, pour présenter la plausibilité de notre travail de doctorat, nous avons établi une étude ancrée dans une temporalité précise, à savoir de 2020 à 2024.

Néanmoins, pour bien comprendre notre étude de la collaboration dans un contexte artistique autour d'une œuvre en réalité virtuelle, il nous semble nécessaire de définir précisément le concept de collaboration.

6. Josette Féral, « De la performance à la performativité », in : *Communications 1* (2013), p. 205-218.

La collaboration

L'ensemble de notre recherche s'articule donc autour de l'idée de l'acte collaboratif. De nombreux domaines d'application emploient la collaboration, la redéfinissant ainsi constamment. Dans les sciences de l'entrepreneuriat, où la dynamique collaborative est un enjeu majeur pour jouer sur la compétitivité et l'adaptation au marché de la consommation, elle est théorisée comme telle : « [...] *un processus par lequel les parties qui perçoivent différents aspects d'un problème peuvent explorer de manière constructive leurs différences et rechercher des solutions qui dépassent leur propre vision limitée de ce qui est possible.*[7] »[8] Gray propose par cela une vision enrichissante d'un projet par l'acte de collaborer, permettant de dépasser les limites de l'individualité au profit d'une complexité de réflexion basée sur la pluralité. Pour continuer, Schrage apporte une autre définition en 1990 : « *La collaboration est le processus de création partagée : deux ou plusieurs individus aux compétences complémentaires interagissent pour créer une compréhension commune que nul ne possédait auparavant ni n'aurait pu atteindre seul.*[9] »[10] Si l'on retrouve bien l'idée de dépassement de l'idée individuelle par l'acte collectif, Schrage ajoute la dimension interactive dans le principe de collaborer, apportant donc l'idée d'une création par l'action et l'échange d'actions. Nous pouvons ajouter à ces visions complémentaires les théories de Chrislip et Larson[11] qui mettent en avant l'idée de relation qui répond à l'intérêt de chaque acteur, celles de Kanter[12] qui présentent l'importance de la communication et de la confiance dans l'acte collaboratif, et enfin celles de Sandow et Allen[13] qui parlent d'effort de coordination entre les différentes personnes participant au projet collaboratif. Pour compléter ces définitions, la thèse de Daoudi[14] propose une revue complète des différentes idées développées autour de la collaboration dans un contexte de sciences

7. Traduit de l'auteur : a process through which parties who see different aspects of a problem can constructively explore their differences and search for solutions that go beyond their own limited vision of what is possible.

8. Robert Kramer, *Collaborating : Finding common ground for multiparty problems*, 1990.

9. Traduit de l'auteur : Collaboration is the process of shared creation : two or more individuals with complementary skills interacting to create a shared understanding that none had previously possessed or could have come to on their own.

10. M Schrage, « Shared minds : The new technologies of collaboration », in : *John Brockman* (1990).

11. Joseph C Santora et James C Sarros, « Collaborative Leadership : How Citizens and Civic Leaders Can Make a Difference. », in : *Business Horizons* 38.*3* (1995), p. 89-91.

12. Rosabeth Moss Kanter, *Rosabeth Moss Kanter on the frontiers of management*, Harvard Business Review Press, 1997.

13. Dennis Sandow et Anne Murray Allen, « The Nature of Social Collaboration : How Work Really Gets Done. », in : *Reflections* 6 (2005).

14. Jaouad Daoudi, « Dynamique de collaboration au sein des équipes dispersées : Le cas des projets d'ingénierie », thèse de doct., École Polytechnique de Montréal, 2010.

de l'entrepreneuriat. Il y résume tous ces concepts en trois points : **(1)** les composantes de la collaboration, comme la communication, la coordination et la participation, **(2)** les facteurs qui l'influencent (engagement, confiance, structure organisationnelle adaptée, flexibilité), et **(3)** son impact, c'est-à-dire l'échange de connaissance, la résolution de conflits, la synergie).

Ainsi, dans notre contexte d'œuvre en réalité virtuelle, la collaboration a un intérêt majeur si l'on reprend les définitions précédemment étudiées. Tout d'abord, dans le processus de développement du dispositif, elle est un moyen d'enrichir et de complexifier le scénario grâce à l'apport des différents acteurs du processus de création. A cela s'ajoute l'idée d'interaction entre chacun, puisque l'acte de créer est un processus actif, demandant un engagement de la part de toutes les personnes impliquées dans le projet. Cette interaction, nous la retrouvons également dans le processus de réception de l'œuvre, avec les différents spectateurs qui se perçoivent et agissent en fonction des autres, de l'environnement virtuel global. Chaque personne inscrite dans son moment de collaboration est donc en relation avec les autres, composant ainsi soit le processus de création de l'œuvre, soit son processus de réception. Ces formes relationnelles collaboratives, notamment dans le développement du dispositif, demandent donc de la communication entre chaque acteur, mais également de l'engagement et de la confiance pour créer une dynamique positive de l'acte créatif. Ainsi, l'artiste ouvre un espace des possibles où les autres participants à la création peuvent intervenir, créant ainsi un échange basé sur la confiance et le besoin d'implication de chacun. Tout cela demande un besoin de coordination pour créer une dynamique positive, constructive, permettant ainsi d'enrichir le dispositif, tout en apportant des connaissances et du savoir-faire pour chaque personne. Au final, la collaboration est un processus fortement social, impliquant les engagements et les responsabilités de chacun dans le but de créer un objet complexe, enrichi, hybride. Dans le contexte de l'art numérique, cette collaboration est d'autant plus intéressante qu'elle met en relation l'artiste et le spectateur par le biais de l'interactivité. Dans le but de créer une œuvre complète, existant dans sa totalité, il faut d'un côté un dispositif interactif développé par l'artiste, et de l'autre la performance d'un spectateur qui interagit avec l'œuvre pour lui donner une forme finale. Les deux personnes agissent ensemble, sur des temporalités différentes ("moment du faire" et "moment du voir", qui devient ici "moment d'agir"), dans le but de composer ensemble une œuvre visuelle et sonore. Et il est important de préciser que cette apparence finale évolue à chaque nouvelle actualisation, à chaque nouveau spectateur, créant ainsi une multitude de formes collaboratives entre l'auteur et le spectateur. Nous

développerons davantage ces idées dans notre première partie de thèse.

Les raisons de collaborer sont donc multiples selon les domaines de recherche et d'application. Dans un contexte économique, elle accroît la création de valeur en élargissant la disponibilité et l'utilisation des connaissances et autres ressources pertinentes. Selon Eisenhardt et Schoonhoven [15], Kogut [16], ou encore Wheelright et Clark [17], elle réduit les risques, accélère la mise sur le marché des produits, diminue les coûts de développement des produits et d'amélioration des processus, et permet l'accès à de nouveaux marchés et technologies. Par ces constats, des schémas organisationnels sont mis en place afin de favoriser l'acte de collaboration et donc obtenir de meilleurs résultats adaptés au marché. Ainsi, Fjeldstad et al. [18] présentent un modèle architectural de la collaboration basé sur les acteurs et leurs interactions, notamment par leurs capacités et valeurs, aux biens communs, aux protocoles, aux processus et aux infrastructures. Il nous semble donc important, dans le cas de notre thèse, d'identifier la mise en place d'une architecture de travail afin de comprendre les points positifs de l'acte collaboratif autour d'une œuvre en réalité virtuelle.

Dans la pédagogie, la collaboration entre les professeurs et les étudiants, ou encore entre les professeurs et d'autres spécialistes pédagogiques, peuvent favoriser l'intérêt des élèves pour le contenu, l'engagement, ou encore l'émergence d'idées [19]. Ainsi, le travail de groupe améliore la résolution de tâches par rapport à un travail individuel [20] et également la compréhension d'une règle par la communication dans un groupe, notamment par la négociation et l'argumentation pour la bonne compréhension globale [21]. L'organisation indépendante et internationale sur la recherche en éducation ACER [22] propose donc cette

15. Kathleen M Eisenhardt et Claudia Bird Schoonhoven, « Resource-based view of strategic alliance formation : Strategic and social effects in entrepreneurial firms », in : *organization Science* 7.*2* (1996), p. 136-150.

16. Bruce Kogut, « Joint ventures : Theoretical and empirical perspectives », in : *Strategic management journal* 9.*4* (1988), p. 319-332.

17. Steven C Wheelwright et Kim B Clark, *Revolutionizing product development : quantum leaps in speed, efficiency, and quality*, Simon et Schuster, 1992.

18. Øystein D Fjeldstad et al., « The architecture of collaboration », in : *Strategic management journal* 33.*6* (2012), p. 734-750.

19. Noreen M Webb et al., « Equity issues in collaborative group assessment : Group composition and performance », in : *American Educational Research Journal* 35.*4* (1998), p. 607-651.

20. Alison King, « Scripting collaborative learning processes : A cognitive perspective », in : *Scripting computer-supported collaborative learning : Cognitive, computational and educational perspectives*, Springer, 2007, p. 13-37.

21. Carla Van Boxtel, Jos Van der Linden et Gellof Kanselaar, « Collaborative learning tasks and the elaboration of conceptual knowledge », in : *Learning and instruction* 10.*4* (2000), p. 311-330.

22. https ://www.acer.org/gb

définition : « *La collaboration fait référence à la capacité d'un individu à contribuer efficacement au sein d'un groupe. Cela implique la persévérance, l'apport de connaissances à l'équipe, la valorisation des contributions des autres et la résolution des différends. Une collaboration efficace repose sur une division du travail entre des participants engagés dans un échange actif aboutissant à la mise en commun de leurs efforts.* [23] » [24] Il est intéressant de constater que cette définition se base sur le point de vue d'une personne dans un groupe collaboratif, contrairement aux autres précédemment citées qui présentaient le groupe et sa dynamique. En effet, il s'agit ici d'un point qui semble fondamental dans notre recherche. Si la collaboration représente un travail entre plusieurs personnes, elle est également l'action multiple de personnes singulières, mettant en commun des idées par le biais de l'interaction, de la communication et de la coordination. Tout l'intérêt d'une collaboration réside donc dans la différence qu'ont chaque acteur et ce que cela apporte au groupe, dans le but de faire émerger de nouvelles connaissances, de nouvelles réflexions, des idées hybrides qui ne peuvent (ou bien peuvent difficilement) émerger sans l'action commune. Et plus encore, ces idées sont spécifiques à la composition d'un groupe et de sa dynamique, en somme de son identité.

Dans un domaine artistique enfin, la collaboration peut être multiple, comme nous le verrons tout au long de notre thèse. Les artistes s'associent fréquemment pour créer, comme par exemple avec les collectifs, les groupes d'artistes, dans le but de créer un mouvement artistique, une avant-garde, de mieux s'identifier et de s'affirmer, ou encore pour s'adapter financièrement au marché de l'art.

Cette méthode de création est également un moyen d'ancrer l'art dans une société, en favorisant l'accessibilité au grand public ou à des communautés spécifiques. Les recherches de Kester [25] présentent un échantillon d'artistes travaillant avec des individus ou groupes issus de sous-cultures sociales et politiques. L'auteur y présente par exemple les démarches du Sarai Media Lab collaborant avec les communautés de Dehli, ou encore les collaborations villageoises de Huit Facettes–Interaction à Dakar. Ces œuvres s'inscrivent souvent dans des demandes de besoins, comme la conception de modèles de pompes à eau, d'espaces de rencontres sociales, ou bien dans des volontés de résistance face à des

23. Traduit de l'auteur : Collaboration refers to the capacity of an individual to contribute effectively in a group. This involves perseverance, contributing to team knowledge, valuing contributions of others and resolving differences. Effective collaboration involves a division of labour with participants who are engaged in active discourse that results in a compilation of their efforts.

24. Claire Scoular et al., « Collaboration : Definition and structure », in : (2020).

25. Grant H Kester, « Collaboration, art and subcultures », in : *Cuaderno Videobrasil* 2 (2006), p. 10.

modifications urbaines menaçant l'identité d'un quartier, comme il a été le cas avec le projet *Park Fiction* à Hambourg en Allemagne. Ainsi, l'art créé collaborativement est un moyen de créer des espaces, des messages, de mettre en avant des communautés, de créer du lien entre différents publics dans un but d'inclusion. L'art en collaboration peut donc être politique.

Le livre *Collective Wisdom : co-creating Media for equity and justice*[26], codirigé par Katerina Cizek et William Uricchio du Co-Creation Studio du laboratoire MIT, explore les enjeux de la cocréation et du rassemblement des artistes dans le but de favoriser l'émergence d'œuvres collaboratives. Leur constat se base sur les événements collaboratifs liés à la période du Covid-19, notamment avec la volonté commune des chercheurs et laboratoires pharmaceutiques de trouver un vaccin aidant à arrêter la pandémie mondiale. Le souhait des auteurs est de mettre en avant des modes de cocréation basés sur l'équité et la justice, en se basant sur le concept d'intelligence collective, pour proposer l'idée d'une sagesse collective (traduit de l'anglais *collective wisdom*, d'où le nom du livre). Ce terme, plus philosophique que l'intelligence collective, ouvre des réflexions sur l'esthétique au sens large, et donc sur l'intérêt mais surtout les besoins de la cocréation dans notre contexte sociétal actuel[27]. L'ouvrage est donc un travail de recherche collectif permettant de mettre en avant les travaux autour de la cocréation de plusieurs artistes, scientifiques, chercheurs et philosophes qui questionnent l'acte de création entre humains, et parfois non-humains, pour comprendre les enjeux lorsque l'auteur n'est plus seul face à son œuvre. Sa vision humaniste, basée sur la confiance, l'équité et la répartition des savoirs et des biens dans un but commun de création artistique dépassant les systèmes précaires établis dans nos sociétés, nous semble être un argument important dans l'intérêt de la collaboration comme nous l'entendons.

Aussi, notre réflexion sur l'acte collaboratif sera souvent considérée comme idéale, généralisée par notre étude de cas autour de l'œuvre Creative Harmony, se voudra positive, favorable à l'émergence d'émotions par l'expérience esthétique, constructive et productive dans son intérêt collectif, équilibrée dans chacune de ses relations, que ce soit dans le processus de création de l'œuvre, ou dans sa performativité. Enfin, nous précisons que cette étude ne se généralise pas à toutes les formes de collaborations, que ce soit dans les arts

26. Katerina Cizek et William Uricchio, *Collective wisdom : Co-creating media for equity and justice*, MIT Press, 2022.

27. D'autant plus vrai en 2025 avec le contexte des politiques culturelles dans le monde entier, comme la suppression du ministère de la culture en Argentine en 2023, ou encore la grande baisse des fonds apportés aux secteurs culturels publics en France depuis 2024.

numériques ou bien plus largement. Elle utilise des concepts collaboratifs étudiés dans d'autres domaines de recherche afin de comprendre comment nous avons conçu notre réflexion globale, allant des sciences politiques à l'aménagement urbain. Si notre recherche ne s'applique pas forcément à toutes les formes d'œuvres collaboratives, nous pensons tout de même qu'elle couvre une large réflexion quant aux conditions de collaboration lors de la création ou de la réception d'une œuvre. Ainsi, nous encourageons les lecteurs, artistes, chercheurs ou intéressés par l'acte collaboratif, à comprendre notre méthodologie, pourquoi pas à l'essayer pour la renforcer ou bien la contredire. Nous le disions, la collaboration a des limites évoluant à chaque nouveauté, précisant en permanence ses concepts et enjeux grâce à ses actualisations.

Dernièrement, avant d'étudier notre problématique et notre plan de thèse, il nous est important de bien différencier la collaboration de la coopération. Nous reprendrons ici les définitions de Cristol [28] :
coopération : La coopération est un processus d'organisation et de contrôle des activités au service d'un objectif collectif. En structurant les actions individuelles et collectives, la coopération permet à chacun de prendre des repères. Chacun est capable d'identifier les étapes à franchir pour mener à bien une activité. Il apprend dans l'action en obtenant un résultat avec les autres et comprend l'interdépendance au sein d'une collectivité.
collaboration : Il s'agit d'un processus d'action collective, sous-tendu par l'engagement volontaire. La collaboration, c'est la fusion des contributions qui s'établit selon les compétences et motivations individuelles. La collaboration nécessite de la transparence, de la confiance et une contractualisation formelle ou informelle. L'apprentissage collaboratif se produit dans l'action avec, et par les autres, soit à l'occasion de ce qui est apporté, soit à l'occasion de ce qui est pris, c'est-à-dire modélisé et observé.

Pour résumer les deux concepts, Armao dit ceci : « *La collaboration implique donc davantage d'autonomie de la part de l'apprenant, et exige l'effort d'entrer en relation avec l'autre, tandis que dans le cas de la coopération, chacun peut travailler de façon isolée jusqu'au moment de fusionner les différentes parties de la tâche que chacun aura façonnées de son côté.* » [29] Ainsi, la différence entre collaborer et coopérer résiderait d'abord dans le degré d'implication de chaque personne dans le projet, mais également dans l'interaction

28. Denis Cristol, *Former se former et apprendre à l'ère du numérique*, 2019, p. 90.
29. Elizabeth Armao, « Collaborer ou coopérer en formation à distance : Un certain apprentissage de l'incertitude », in : *Biennale de l'éducation, de la formation et des pratiques professionnelles 2015 :" Coopérer ?"-Atelier 12 : Technologies de l'information et de la communication*, 2015.

entre chaque participant. Dans la collaboration, c'est bien la manière dont chaque acteur du projet interagit en fonction de l'autre, et donc la dimension relationnelle dynamique qui crée du savoir, qui nous intéressent. Notre objectif est donc de mettre en avant la possibilité d'une stimulation des engagements et une hybridation des interprétations dans le but de créer une œuvre en réalité virtuelle entière.

Dernièrement, on peut préciser la différence entre collaboratif et collectif. Si la collaboration demande un travail de groupe dans la réalisation d'une tâche commune, le collectif représente le groupe mais pas nécessairement l'action commune sur un même objet. Par exemple, il peut y avoir une collaboration dans l'écriture d'un projet, et une action collective pour voter favorablement ou non à ce projet. Si les participants ont collaboré pour écrire le projet, le groupe qui vote collectivement n'a pas forcément participé à sa conceptualisation. Nous pouvons donc dire que l'aspect collaboratif comprend le collectif, puisqu'il y a un groupe formé, mais ce qui est collectif n'est pas forcément collaboratif. Pour imager cela, un orchestre de musique est généralement collectif (par son groupe) et collaboratif (par sa fonction d'interprétation musicale), tandis qu'un public est généralement collectif (un groupe qui applaudit) mais pas nécessairement collaboratif.

Nous venons donc de présenter les concepts de base de la collaboration, que nous étudierons plus précisément à travers les arts numériques et la réalité virtuelle durant notre thèse. Pour faciliter la compréhension de notre réflexion tout au long de la lecture, nous souhaitons également présenter notre œuvre Creative Harmony afin de saisir ses enjeux collaboratifs.

Creative Harmony

Creative Harmony est l'œuvre de réalité virtuelle créée dans le cadre de ce doctorat de recherche-création. Son idée est de faire collaborer plusieurs spectateurs dans un même environnement, avec pour moyen interactif le corps. De 2020 à 2024, nous avons développé trois formes principales de l'œuvre, avec à chaque fois des objectifs différents, afin d'ouvrir le plus possible nos recherches sur la collaboration.

La narration principale de l'œuvre est la suivante :

1. Les spectateurs sont plongés dans une première scène immersive où une voix off les invite à se détendre par des exercices de respiration et de contemplation.
2. Les spectateurs peuvent cocréer du paysage montagneux virtuel grâce à leur corps et leurs mouvements dans l'espace, dans une deuxième scène.

3. Une troisième scène invite les spectateurs à communiquer par leur corps et leurs capacités interactives.

Selon les versions de l'œuvre, plusieurs modalités interactives ont été exploitées afin d'effectuer différentes études du comportement des spectateurs collaboratifs, que ce soit d'un point de vue émotionnel, ou bien d'un point de vue relationnel pendant l'expérience. La modalité interactive principale et commune à chaque version est le mouvement des mains, mais nous avons également expérimenté les capteurs de position et les capteurs de souffle.

L'œuvre a été créée pour chacune de ses versions en collaboration entre plusieurs laboratoires et universités, variant son nombre d'acteurs dans le développement selon les années et les périodes scolaires. Au final, le caractère collaboratif de l'œuvre naît d'une première volonté de faire collaborer plusieurs laboratoires de recherche, qu'ils soient axés sur la réalité virtuelle en sciences de l'informatique, ou bien sur la réalité virtuelle d'un point de vue artistique, ou encore sur la création numérique dans les arts contemporains. Ainsi, grâce à Creative Harmony, nous avons pu expérimenter nos recherches sur la collaboration dans le processus de création de l'œuvre, mais aussi dans le processus de réception par les spectateurs.

Pour compléter cette présentation rapide, nous invitons le lecteur à consulter les annexes numériques, contenant plusieurs vidéos pour chaque version de Creative Harmony : `https://drive.google.com/drive/folders/1wCt_xca6DwyRAIAclmxymayrcyO1_YMD?usp=sharing`

Problématique et plan

Durant notre thèse, nous étudierons les différents concepts qui entourent la collaboration dans une œuvre en réalité virtuelle. Pour reprendre la classification de Daoudi, nous verrons les différentes composantes de la collaboration, comme la communication, la coordination, liée à l'acte de compromis, et la participation des différents acteurs dans le processus de création et dans le processus de performance. Nous tâcherons de comprendre les facteurs qui influencent cette collaboration, notamment l'interactivité avec l'environnement virtuel, les différentes formes de relation, qu'elles soient symétriques ou asymétriques, et également le rôle d'un monde virtuel inspiré de mouvements picturaux et de théories esthétiques spécifiques. Enfin, par l'étude de l'impact de la collaboration, nous entendons analyser les résultats relatifs à cet acte collaboratif, que ce soit lors de

la création de l'œuvre, ou encore lors de la réception auprès des spectateurs, et donc de l'expérience esthétique que chacun vit dans un environnement virtuel collaboratif.

Nous tâcherons, durant ce manuscrit, de répondre à cette problématique générale : Quels sont les caractéristiques et les enjeux des différentes formes de collaboration pouvant résider dans la création et la réception d'une œuvre en réalité virtuelle ? Bien entendu, pour répondre à ce questionnement général, nous nous baserons sur une structure réflexive, elle-même composée d'autres problématiques spécifiques à la partie développée. Ainsi, l'ensemble de notre thèse s'articulera en trois parties principales, divisées en quatre chapitres respectifs.

Notre première partie de thèse tentera de présenter le contexte artistique et théorique de notre réflexion sur la collaboration, notamment par l'étude des concepts de participation et de performance et de formes collaboratives dans d'autres médiums d'expression. Notre problématique spécifique sera donc : Qu'est-ce qu'un acte collaboratif autour d'une œuvre, dans son développement et dans sa réception. Pour y répondre, nous présenterons les différents acteurs d'une collaboration, mais aussi les différents niveaux de collaboration qui peuvent coexister dans une œuvre immersive et interactive en réalité virtuelle. Nous étudierons plus spécifiquement la méthodologie de création du dispositif artistique, notamment avec une présentation du rôle de l'auteur, de sa technicité, et des différentes méthodes mises en place lors d'un développement en collaboration, permettant un travail en équipe constructif et bienveillant. Enfin, nous détaillerons le principe de collaboration des spectateurs, d'un point de vue esthétique, grâce notamment à l'explication de l'expérience esthétique des participants, de leur rôle comme élément interactif dans l'environnement virtuel, par le biais du geste capté, de la danse et des différentes formes de résonances qui accompagnent le processus de création par l'interactivité.

Notre deuxième partie de thèse s'axera autour de la question de la participation et de l'interactivité dans un environnement virtuel collaboratif. Ici, nous nous focaliserons davantage sur les aspects techniques et théoriques spécifiques à la réalité virtuelle, et donc sur l'immersion et l'interactivité. Nous structurerons notre développement autour de la question : Quelles sont les caractéristiques d'une œuvre en réalité virtuelle collaborative ? Dans un premier chapitre, nous définirons l'usage de nos termes, notamment interaction et interactivité qui peuvent facilement être confondus, ou encore la réalité virtuelle qui englobe un large spectre de concepts et de réflexions. Puis, nous détaillerons la structure

et les composantes d'un environnement virtuel collaboratif, toujours avec un regard artistique et esthétique. Nous présenterons différentes formes d'environnements étudiées dans notre œuvre de recherche-création, mais également les enjeux de l'immersion, avec un point de vue centré sur les spectateurs. Dans un troisième chapitre, nous développerons la question des modalités interactives spécifiques à ces environnements virtuels immersifs. Nous proposerons ainsi un modèle de relation entre communication et interactivité basé sur trois personnes immergées et interactives dans un même monde virtuel. Nous continuerons notre réflexion avec la question de la maîtrise de l'interactivité, et donc des moyens mis en place lors du développement pour accompagner les spectateurs à une expression libre par le corps interactif. Puis, nous analyserons les différents moyens interactifs que nous avons expérimentés avec les spectateurs, à savoir la capture de position, la capture des mouvements de mains et la capture du souffle dans le but de cocréer dans l'environnement virtuel. Dernièrement, nous conclurons cette deuxième partie avec la présentation des concepts principaux de notre œuvre développée lors de ce doctorat, Creative Harmony, inspirée de la peinture romantique allemande, des paysages sublimes, de l'hybridation et de la relaxation.

Enfin, notre troisième partie sera centrée sur les expérimentations artistiques menées durant notre thèse et l'analyse de leurs résultats. Un premier chapitre décrira spécifiquement les trois formes de l'œuvre que nous avons développées de 2020 à 2024, avec les enjeux liés à l'implémentation dans un contexte spécifique à chaque version. Nous ferons notamment une présentation des trois scènes représentant la structure principale de notre environnement virtuel collaboratif. Puis, dans un deuxième chapitre, nous expliquerons nos modalités d'expérimentations, notamment par l'étude des différents questionnaires utilisés pour calculer l'impact de l'œuvre sur les spectateurs, ou encore par des expositions spécifiques qui nous ont permis d'ouvrir nos réflexions. Nous analyserons également nos résultats d'expériences et de présentations de l'œuvre. Dans un troisième chapitre, nous reviendrons sur nos concepts théoriques principaux et tenterons de proposer des axes de réflexions et observations comme ouvertures de notre thèse. Nous reviendrons notamment sur notre rapport à la création et notre relation aux spectateurs dans un contexte de collaboration, nous énoncerons également une méthode de relaxation par l'expérience d'une œuvre en réalité virtuelle, centrée sur nos créations et les retours obtenus, et nous finirons avec un regard général sur la cocréation et la collaboration. Pour finir, nous décrirons dans un dernier chapitre, trois formes évolutives Creative Harmony, qui ont été

développées ou qui sont en cours de préparation, permettant d'ancrer notre recherche globale dans des contextes spécifiques appliqués, qu'ils soient artistiques ou non.

Ainsi, notre plan se base sur une volonté de présenter la collaboration comme la classification proposée par Daoudi, à savoir : **(1)** les composantes et concepts de la collaboration, **(2)** les caractéristiques et facteurs qui l'influencent, et **(3)** son impact. Dans chaque partie, nous envisageons la collaboration dans le processus de création du dispositif, mais également dans le processus de performance par les spectateurs, afin d'envisager une vision d'ensemble des concepts gravitant autour de notre travail de recherche.

Première partie :

La collaboration dans des œuvres en réalité virtuelle



Première partie

La collaboration dans des œuvres en réalité virtuelle

Notre première partie de thèse s'interroge sur les formes collaboratives qui peuvent exister dans la conception, mais également dans la réception d'une œuvre en réalité virtuelle. Nous présenterons donc dans un premier chapitre le contexte de notre recherche, notamment avec la définition des termes généraux qui structurent notre recherche. Nous étudierons également plusieurs exemples d'œuvres collaboratives dans d'autres médiums d'expression, comme les arts plastiques, la musique ou les arts vivants.

Dans un deuxième chapitre, nous décrirons les différents acteurs collaboratifs présents dans notre recherche, et proposerons une analyse de quatre formes collaboratives existant dans Creative Harmony.

Notre troisième chapitre permettra d'approfondir la relation collaborative qui existe dans le processus de développement de l'œuvre, entre un auteur et une équipe de spécialistes. Nous tenterons ainsi de comprendre les nouvelles technicités liées à l'auteur lorsqu'il travaille avec d'autres personnes sur la conception de son œuvre.

Enfin, notre quatrième chapitre est consacré à l'étude de la collaboration en aval, c'est-à-dire lorsque les spectateurs performent l'œuvre. Sous le biais de l'expérience esthétique, nous tâcherons de comprendre les enjeux liés à la réception d'un dispositif artistique lorsque plusieurs personnes sont immergées et interactives en même temps. Egalement, nous proposerons une étude de leur rapport relationnel sous le biais de l'expression corporelle et des différentes résonances qui peuvent exister.

Chapitre 1

Contexte de la recherche

Ce premier chapitre est dédié à l'analyse et la compréhension des questions de participation du spectateur dans une œuvre collaborative interactive. Nous analyserons dans une première partie les différents enjeux qui touchent ce spectateur, que ça soit la définition de la performance, la question de l'intersubjectivité dans notre recherche, ou encore le principe de compromis entre les différents acteurs de la cocréation.

Puis, dans un second temps, nous tenterons de présenter notre cadre de recherche à travers des exemples d'œuvres et de théories liées à la collaboration, que l'on retrouve dans d'autres médiums, comme les arts plastiques, la musique, ou encore les arts vivants. Grâce à ces multiples exemples, nous pourrons démontrer les formes de collaborations que l'on retrouve dans cette thèse de recherche-création.

1.1 Participer, collaborer, acte collectif

Impliquer un spectateur dans une œuvre signifie, pour l'artiste, accepter de ne pas en maîtriser entièrement la création, du moins son apparence finale, laissant ainsi une part de subjectivité au spectateur, intégrée au processus créatif lui-même. Ce spectateur n'est plus simplement face à l'œuvre, dans un rapport de réception, sans avoir d'impact sur l'apparence finale de l'objet artistique, mais bien *dedans*, dans une partie du processus de création qui s'ajoute à l'instant de réception. Dans ce rapport entre l'artiste, le spectateur et l'œuvre, et pour créer un réel rapport collaboratif, il faut bien que ces trois entités se définissent volontairement dans un principe collaboratif. L'artiste accepte de céder une partie de l'œuvre à d'autres acteurs, l'œuvre est elle-même considérée comme participative, et le spectateur s'ajoute (plus ou moins) volontairement à ce principe d'intervention. Lorsque ces trois conditions sont respectées, alors de nouveaux rapports dans le processus de création et de réception peuvent se déterminer. C'est ce que nous tenterons d'analyser ici dans cette première partie de chapitre.

1.1.1 Performance et participation du spectateur

L'art numérique est dans la continuité esthétique de l'art participatif, avec pour ambition d'inclure le spectateur de manière active dans le processus de réception de l'œuvre. Par cette manière active, nous entendons une participation du corps avec une action sur l'œuvre, permettant de lui donner un nouveau sens, une nouvelle forme. De cette façon, l'artiste propose d'inclure le spectateur dans l'œuvre, dans son acte de faire en même temps que son acte de recevoir, et de le faire participer dans son processus d'exécution. Concernant cela, Frank Popper a écrit : « *Quant au rôle du spectateur dans l'art qui exige une participation, il a radicalement changé dès que ce spectateur a été invité à donner une réponse totale, c'est-à-dire à la fois intellectuelle et physique. Actuellement, on lui demande de prendre l'art (ou, plus précisément, la situation artistique dans laquelle il se trouve) avec le même sérieux que l'artiste.* [...] *Quand nous affirmons que la "réalité" physique et psychologique de cet espace est devenue qualitativement différente, nous voulons dire d'abord, qu'il a été conçu, à partir de critères architecturaux et artistiques totalement différents, sous la forme d'un espace ou d'un environnement "social", dans lequel les différents aspects de la vie d'une communauté moderne peuvent trouver place ; ensuite, qu'il est "réel", car l'espace artistique ou artistico-esthétique ainsi défini est tri-dimensionnel et non illusoire ; enfin, qu'ils faut le considérer comme un environnement plus "humain"*

puisque y peuvent pénétrer une ou plusieurs personnes auxquelles il offre la possibilité d'une activité polysensorielle spontanée. »[1] L'art participatif propose donc de modifier le contexte de création de l'artiste, le contexte de réception du spectateur, mais également la forme de l'œuvre. En effet, les trois doivent répondre à cette problématique : comment l'œuvre peut être en partie créée par le(s) spectateur(s) ? Popper décrit donc un basculement dans la forme de l'œuvre, en parlant d'environnement, puisqu'il doit tout d'abord être conçu pour pouvoir accueillir un public en son sein, et donc se baser sur des concepts architecturaux et sociaux. Deuxièmement, l'environnement n'est plus un espace figuré avec une illusion de perspective créée par des règles mathématiques et des jeux d'ombres, mais bien un espace réel et tangible dans lequel on peut se déplacer. Enfin, l'œuvre doit être conçue pour permettre la présence d'une ou plusieurs personnes en même temps qui pourront avoir une activité physique, cognitive, interactive, en tout cas multi-sensorielle. Intrinsèquement, avec ces éléments pris en compte, le statut de l'artiste va également changer. Il n'est plus responsable de la finalité de l'œuvre, de son existence dans la totalité, mais cède une partie de son rôle au public. Cependant, il ne présente pas un objet à moitié fini que le spectateur peut compléter ou non, mais plutôt une forme d'œuvre activable, avec des règles et des contraintes que lui-même instaure, et dont le public s'empare pour proposer une forme personnelle et éphémère de l'œuvre. La co-action des deux entités permet de faire exister l'objet artistique dans sa globalité, objet qui changera d'apparence à chaque nouvelle actualisation, et donc à chaque nouveau groupe de spectateurs performeurs. Enfin, ce spectateur performeur a également un nouveau statut, puisqu'il est invité, selon sa volonté, à activer une forme d'œuvre qui lui est propre et qui s'inscrit dans un espace-temps que personne d'autre ne pourra répéter, reproduire. La forme qu'il donnera à l'œuvre, par sa participation, sera la représentation de sa performance personnelle et de son rapport interactif avec l'environnement.

Ainsi, le contexte de réception de l'œuvre d'art change considérablement avec la présence du spectateur dans le processus de création, ou du moins d'actualisation. Avec l'art numérique et la capacité d'un dispositif artistique à être interactif, cette notion de participation continue de prendre du sens et de faire vivre de nouvelles formes d'émotions chez le public.

Il serait donc pertinent, dans cette première partie, de bien comprendre ce qu'est la participation d'un spectateur dans une œuvre numérique, et dans notre cas précis, dans

1. Frank Popper, *Art, action et participation : l'artiste et la créativité aujourd'hui*, Klincksieck esthetique, 1985, p. 12.

une œuvre en réalité virtuelle collaborative, où plusieurs spectateurs sont invités à cocréer du paysage avec le corps.

D'après le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales, la définition de performance englobe plusieurs domaines, comme le sport avec l'ensemble des résultats obtenus par un cheval de course sur les hippodromes par exemple, la psychologie avec l'idée d'épreuve non verbale permettant d'apprécier l'intelligence concrète et pratique d'un individu, ou encore la linguistique avec la réalisation d'un acte de langage [2]. Le dictionnaire Larousse [3] évoque rapidement le domaine de l'art pour cette même définition en évoquant simplement le terme performance comme un "synonyme de action" [4]. Enfin, le dictionnaire en ligne LeRobert évoque la performance plus précisément : « *œuvre artistique conçue comme un événement, une action en train de se faire.* » [5] Au final, les trois références proposent des définitions intéressantes dans notre cas. Tout d'abord, la performance en art est bien une forme d'œuvre artistique basée sur la participation, dans un espace-temps donné, de spectateurs, et donc une demande de participation par l'action. C'est également un synonyme de l'action puisque l'œuvre demande au spectateur d'agir pour lui donner un sens, une existence complète, une actualisation. Enfin, dans certains cas, la performance peut être un acte de langage (il est d'ailleurs intéressant de constater que l'art numérique est un art du langage, puisque le code est de l'écriture, et qu'une grande partie de l'œuvre se trouve dans ces lignes de codes permettant l'interactivité).

Pour approfondir cette définition de la performance, Pavis écrit cela : "« *La performance est le fait d'accomplir une action, par l'acteur, ou plus généralement par tous les moyens de la scène. C'est à la fois le processus de fabrication et le résultat final.* » [6] L'action peut donc être menée par l'acteur, que ce soit l'artiste et/ou le spectateur, grâce aux moyens présents dans l'environnement (encore une fois réel et/ou virtuel). Cette action est donc relationnelle entre un individu et un contexte environnemental, incluant l'utilisation du corps et des sens dans ce processus interactif. Et sur ce principe de l'actif, Féral ajoute :

2. Site du CNRTL : `https://www.cnrtl.fr/definition/PERFORMANCE`. Consulté le 07/11/2024.

3. Il est à noter que plusieurs fois dans notre thèse, nous citerons à titre introductif, des définitions du Larousse. Il s'agit ici d'ouvrir une réflexion de la définition, qui sera ensuite complétée plus précisément, avec un caractère plus scientifique, avec des écrits théoriques.

4. Site du dictionnaire en ligne Larousse : `https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/performance/59512`. Consulté le 07/11/2024.

5. Dictionnaire en ligne LeRobert : `https://dictionnaire.lerobert.com/definition/performance`. Consulté le 07/11/2024.

6. Patrice Pavis, *Dictionnaire de la performance et du théâtre contemporain-2e éd.* Armand Colin, 2018, p. 259.

« *La performance est toujours action, elle est toujours du domaine du faire.* »[7] Il nous semble pertinent d'insister sur cette idée de création par action, d'inclure le spectateur dans un concept d'action dans le processus de réception. Au-delà de la capacité sensori-motrice d'un spectateur traditionnel à observer une peinture traditionnelle (qui est déjà un processus actif, avec une activité neuronale active), la performance va lui demander d'être activement acteur de l'œuvre, d'être dans l'action de création par le corps pour son expérience esthétique. Son action permet d'activer l'œuvre, de la recréer, mais également d'en permettre une interprétation personnelle évolutive pendant tout le temps de son moment de voir (vivre) l'œuvre. En effet, comme le démontre Sonya Khalfallah-Riahi, en citant Goldberg et Diebold : « [...] *la performance est une manière d'inviter directement le public et, selon R.L. Goldberg et C.M. Diebold, « de heurter l'auditoire pour l'amener à réévaluer sa propre conception de l'art et de ses rapports avec la culture. »* »[8] Ainsi, le spectateur est non seulement invité à faire vivre l'œuvre, mais cela entraîne également une nouvelle approche dans sa manière d'interpréter un objet artistique, et donc, dans son rapport à l'art.

La performance permet aussi de croiser plusieurs médiums avec le corps, soit des artistes, soit des spectateurs. L'ouvrage *Performance Now*[9] de Goldberg explore ces transdisciplinarités dans la performance, à travers plusieurs chapitres : **(1)** la performance comme art visuel, **(2)** la performance comme un langage global, **(3)** la performance politique, **(4)** la performance comme danse contemporaine, **(5)** la performance théâtrale qui n'est pas du théâtre, et **(6)** la performance architecturale. Par notre conception de la performance du spectateur dans une œuvre en réalité virtuelle, nous pouvons retrouver plusieurs de ces catégorisations. Tout d'abord, pour la performance comme art visuel, nous pouvons nous rapprocher de l'exemple de *Reifying Desire 6*[10], performance de Jacolby Satterwhite de 2012. L'artiste, en collaboration avec sa mère, présente des images, des vidéos, des dessins et des photos de famille composés dans une vidéo découpée en 6 fragments, puis disposés dans l'espace d'exposition. Satterwhite accompagne sa création visuelle par des performances dansées, s'incarnant lui-même dans des représentations métaphoriques de son enfance et de sa famille. Goldbereg écrit ceci : « *L'artiste devient une*

7. Féral, « De la performance à la performativité », *op. cit.*

8. Sonia Khalfallah Riahi, « Performance dansée augmentée et installation interactive performative : possibilités et limites de la co-création.| Theses. fr », thèse de doct., Paris 8, 2021, p. 96.

9. RoseLee Goldberg, *Performance now*, Thames et Hudson, 2018.

10. Emily Rosamond, « The Sketch in the Work of Frances Stark, Jacolby Satterwhite, and Sue Tompkins », in : *Esse* 93 (2018), p. 38-49.

sorte d'avatar, dans un monde où le public peut pénétrer.[11] ».[12] Ainsi, la performance permet ici d'inclure un artiste performeur dans un espace en trois dimensions figurant sa vie par le biais de données numérisées. Le spectateur, immergé dans l'installation vidéo, peut donc découvrir ces différents fragments accompagnés de performances dansées simulées.

Dans la performance comme langage global, nous pouvons citer l'œuvre *A walk to Pikes Peak*[13], de Harrell Fletcher et Eric Steen. Harrell Fletcher a proposé de réaliser une randonnée, partant de Colorado Springs pour aller jusqu'à Pikes Peak, durant laquelle chaque personne prépare une leçon, soit un exposé historique oral, soit des souvenirs personnels ou encore une présentation scientifique (voir Figure 1.1).



FIGURE 1.1 – Photographie de la performance A walk to Pikes Peak d'Harrell Fletcher, 2012.

Par cette action performative, l'artiste invite chaque participant à devenir lui-même artiste, éducateur ou étudiant, permettant ainsi d'enrichir, par la marche, l'expérience personnelle tout au long de la performance. Il y a dans cette œuvre, une forme collaborative très intéressante où les frontières entre chaque individu s'estompent, permettant d'intervertir durant toute la temporalité de la performance, les rôles de chacun. C'est bien ce dernier point qui nous semble pertinent face à notre travail, dans l'idée que chaque personne participant à une collaboration n'est pas définie par son domaine de travail ou son statut, mais bien par l'univers qu'il apporte et sa capacité à pouvoir évoluer selon la temporalité de l'œuvre.

11. Traduit de l'auteur : The artist becomes an avatar of sorts, into whose world the audiance can step.
12. GOLDBERG, *Performance now*, *op. cit.*, p. 56.
13. `https://harrellfletcher.com/projects/474`

Enfin, concernant la performance dansée, il nous semble intéressant de citer le travail de Michael Clark, notamment la performance *th* réalisée en 2011 à la Tate Modern de Londres à la suite d'une résidence de création dans le musée [14]. L'artiste a fait collaborer huit danseurs professionnels avec soixante-dix-huit membres du public du musée, pour les faire travailler sur une chorégraphie pendant plusieurs semaines, durant les horaires d'ouverture du musée. Nous nous permettons de citer Goldberg : « *La méthode chorégraphique a consisté à calibrer les mouvements mécaniques en fonction de la foule et à augmenter l'échelle de l'œuvre pour qu'elle corresponde à son contenant architectural audacieux.* [15] » [16] Ainsi, cette forme collaborative, dans le but de créer une performance dansée dans l'espace imposant du Turbine Hall, a permis de relier des danseurs professionnels et non professionnels, jouant dans différents espaces représentés par des vidéoprojections réalisées par Charles Atlas, créant des relations étroites entre architecture publique, corps et mouvements. Ici, c'est particulièrement la mise en avant de danseurs non professionnels qui nous intéresse. Il nous semble important d'inclure le public visiteur d'un musée dans l'œuvre, non pas par son observation, mais bien par sa participation, par sa sensibilité expressive, représentée par les mouvements de son corps dans le processus de création de l'œuvre.

Au final, la présence du spectateur dans une double temporalité du moment de faire et du moment d'interpréter, permet de créer un lien fort avec l'artiste, réduisant la frontière entre les deux par le biais de l'œuvre. Il ne s'agit pas ici d'illégitimiser le rôle de l'artiste ou bien de considérer le spectateur comme un artiste à part entière, mais plutôt de comprendre ce qu'il se passe lorsque plusieurs univers artistiques, sociaux, en tout cas singuliers, participent ensemble à l'existence d'une œuvre dans sa totalité. Il nous semble donc intéressant de réfléchir à la relation que ces deux acteurs vivent sous le prisme de la création, et comment une œuvre devient intersubjective par la co-action.

14. `https://www.tate.org.uk/research/publications/performance-at-tate/case-studies/michael-clark`

15. Traduit de l'auteur : The choreographic method involved calibrating mechanical movements for the crowd, and ramping up the scale of the work to match its bold architectural container

16. Goldberg, *Performance now*, *op. cit.*, p. 164.

1.1.2 Collaboration et intersubjectivité

Il est important de commencer cette analyse de l'intersubjectivité en lui donnant un contexte propre à cette recherche. En effet, l'intersubjectivité est avant tout un terme philosophique que l'on retrouve chez Kant, dans son ouvrage "*Critique de la faculté de juger*".[17] L'auteur la décrit alors comme le fait que dans son jugement singulier, une personne est capable de prendre en compte la pensée d'autrui, car celui-ci, ainsi que les autres, sont des sujets pensants. Cette approche est également traitée en psychanalyse avec Lacan[18] ou Lagache[19], et Roussillon définit son approche de l'intersubjectivité comme ceci : « *Pour ce qui me concerne j'utilise le terme "intersubjectif "pour penser la question de la rencontre d'un sujet, animé de pulsion et d'une vie psychique inconsciente, avec un objet, qui est aussi un autre-sujet, et qui présente donc les mêmes caractéristiques. Une telle définition me paraît tout à fait essentielle pour souligner la place de l'objet et de la "réponse" de l'objet aux mouvements pulsionnels du sujet, dans le devenir psychique de ceux-ci.* »[20]

Dans les sciences cognitives, nous retrouvons également l'intersubjectivité dans les recherches de Jean-Luc Petit, lorsqu'il se base sur les concepts d'Hurssel : « *Sans renoncer à l'entreprise d'une fondation des objets et formations de l'expérience par retour à la source subjective,* [Hurssel] *associa subjectivité et pluralisme dans le concept nouveau d'*intersubjectivité*. Par la même occasion, il établit la contribution du sens que le monde a normalement pour nous, dans la mesure où il n'est pas seulement monde d'objets physiques déployés sous le regard du sujet de la cognition, mais monde commun, horizon permanent de nos interactions pratiques quotidiennes.* »[21] On y retrouve donc une possibilité de penser un fait, de manière objective, non pas simplement avec notre propre subjectivité, mais bien celle-ci mise en commun avec d'autres subjectivités, dans le but d'objectiver un fait. Petit ajoute alors : « *Ce dont je ne suffis pas moi-même à fonder le sens d'être en faisant appel à mes propres opérations constituantes, je m'appuie pour le fonder analogiquement sur le fait que le domaine de mon expérience propre inclut celui d'une expérience qui ne m'est pas propre, mais qui est expérience propre pour un autre.* »[22]

Cependant, il nous faut aborder l'intersubjectivité par une approche plus artistique,

17. Immanuel Kant, *Critique de la faculté de juger*, Vrin, 1965.
18. Jacques Lacan, « Le séminaire VIII : Le transfert », in : *Paris, Éditions du Seuil* (1991).
19. Daniel Lagache et Eva Rosenblum, « Pouvoir et personne », in : *Bibliothèque de psychanalyse* (1982), p. 297-304.
20. René Roussillon, « L'intersubjectivité », in : *Le Carnet PSY* 94.*8* (2004), p. 22-28.
21. Alain Berthoz et Gérard Jorland, *L'empathie*, Odile Jacob, 2004, p. 135.
22. *Ibid.*, p. 138.

basée sur le principe de la collaboration dans la participation du spectateur dans une œuvre en réalité virtuelle. Aussi, nous nous permettrons de définir ce terme comme : « l'ensemble des éléments subjectifs apportés dans une œuvre, dans son processus de création ou dans sa performance. L'intersubjectivité comprend donc le point de vue de l'auteur de l'œuvre, des différentes personnes qui conçoivent le dispositif artistique, et tous les spectateurs qui le performeront. Le tout permettant de créer l'œuvre dans sa globalité ». Pour compléter notre idée, Bourriaud présente l'intersubjectivité comme ceci : « *L'intersubjectivité, dans le cadre d'une théorie "relationniste" de l'art, ne représente pas seulement le cadre social de la réception de l'art, qui constitue son "milieu", son "champ" (Bourdieu), mais elle devient l'essence de la pratique artistique.* »[23] L'auteur voit dans l'intersubjectivité la capacité d'une œuvre à faire vivre des relations par son existence, affirmant ainsi la raison de sa création. Nous ajoutons à cela que l'intersubjectivité permet, dans notre cas d'étude de l'art numérique interactif, une relation entre l'artiste et tous les spectateurs qui ont vécu, qui vivent et qui vivront l'œuvre, mais également une relation entre les spectateurs eux-mêmes grâce à la participation collaborative.

Ainsi, notre approche se retrouve plus dans le concept de "*Intersubjective meaning-making*" (traduit de l'auteur : création de sens intersubjectif), comme le présente H.Kalir : « *La collaboration, à cet égard, est l'étude des pratiques qui aident à accomplir la création de sens intersubjectif ou « comment les personnes en groupe donnent du sens aux situations et les unes aux autres ». La création de sens intersubjectif se produit lorsque les personnes contribuent ensemble à des interprétations liées à une activité commune à travers des expressions épistémiques coordonnées, pouvant inclure des commentaires, des questions, des explications, des expressions d'attitude et d'affect, des arguments fondés sur des preuves, ainsi que la présentation et la re-présentation d'idées nécessaires à la construction de connaissances.*[24] »[25] Nous comprenons bien ici l'idée de créer un sens dans l'acte collaboratif par le groupe et l'analyse de la signification qu'ils donnent à la situation. De même, l'ensemble inclut des visions différentes enrichissant ce sens par l'échange, la présentation d'idées ou encore les commentaires. Il y a donc un premier point

23. Nicolas Bourriaud, *Esthétique relationelle*, Les presses du réel, 2001, p. 23.

24. Traduit de l'auteur : Collaboration, in this respect, is the study of practices that help to accomplish intersubjective meaning-making or "how people in groups make sense of situations and each other". Intersubjective meaning-making occurs when people jointly contribute to related interpretations of a common activity through coordinated epistemic expressions that may include commentary, questions, explanations, expressions of attitude and affect, evidence-based arguments, and the presentation and re-presentation of ideas necessary for knowledge construction.

25. Jeremiah H Kalir, « Social annotation enabling collaboration for open learning », in : *Distance Education* 41.*2* (2020), p. 245-260.

important à noter ici, c'est la nécessité de la différence dans le rapport relationnel pour créer un sens intersubjectif à une situation collaborative.

Dans le domaine artistique, il est possible également de retrouver de l'intersubjectivité dans l'acte collaboratif. Comme le décrit Fiala : « *Le discours de l'art contemporain traite de l'intersubjectivité comme étant le médium de la collaboration. Bien que la collaboration artistique revête plusieurs formes et couleurs, elle implique toujours un mode ou l'autre d'assemblage d'esprits et de corps. Qui dit intersubjectivité, dit implication — sens des responsabilités, confiance, obligation de rendre compte et ouverture en sont les maîtres mots.* » [26] Une œuvre collaborative, ou du moins voulue comme telle, implique donc, d'après l'auteur, d'une volonté d'inclure l'autre dans son processus intellectuel (création d'une œuvre), mais cela demande également des conceptions de soi-même, comme l'implication, le sens des responsabilités, la confiance ou encore l'ouverture. Faire une œuvre à plusieurs ne suffit pas à dire qu'elle est collaborative. En effet, cela demande une réflexion et une conception basée sur l'ouverture, l'intersubjectivité, l'abandon d'une singularisation du statut d'artiste [27]. Au-delà de cette capacité de l'artiste à inclure d'autres éléments dans son processus de création, la forme même de l'œuvre doit permettre cette possibilité d'inclusion. Il existe une faible distinction entre la démarche de collaboration active, où un artiste accepte l'intervention d'autres contributeurs dans le processus créatif, et la délégation du travail, dans laquelle une personne transfère des responsabilités à autrui tout en conservant la reconnaissance et les bénéfices du projet. Pour approfondir cette vision artistique de l'intersubjectivité, Fiala continue en disant : « *Une telle chose qu'un sujet-position autonome n'existe pas — il n'y a pas de sujet qui ne soit pas affecté par les autres à l'intérieur du réseau social. Il y a seulement différents degrés de connexité. De toute évidence, la question que j'aborde n'est pas tellement celle de la subjectivité, mais celle de l'intersubjectivité — du Soi-et-l'Autre incorporés et non du Soi et l'Autre comme deux entités (sujets-positions) distinctes.* [L'auteur précise en note de bas de page] *Le Soi-et-l'Autre forme une cellule qui lie le Soi inextricablement à l'Autre et, dans laquelle, le Soi et l'Autre se modèlent mutuellement. Par opposition, le Soi et l'Autre juxtapose le Soi à côté de l'Autre ; ce sont des entités indépendantes, inchangées et non affectées par la proximité.* » [28] Une œuvre collaborative implique des relations parallèles à un fonc-

26. Julie Fiala, « L'éthique liée à la collaboration », in : (2001).
27. Nous entendons ici l'idée qu'un artiste doit créer seul son œuvre, il est le seul responsable de l'objet final et du message conscient et inconscient qui s'en dégage
28. Fiala, « L'éthique liée à la collaboration », *op. cit.*

tionnement social collaboratif, à savoir une mise en relation permanente des sujets entre eux. Et donc l'intersubjectivité n'est pas une succession distincte de subjectivités qui se suivent, mais bien un entrelacement des actions de chacun sur les autres, de la position des "Autres" sur "Soi". Ces liens permettent, en temps réel et ce pendant toute la durée de l'action qui les relie (construire une œuvre) de faire évoluer ces Autres et Soi en permanence. Il y a une interaction entre eux, même si leurs temporalités sont parfois différentes (le temps du faire de l'artiste et le temps du voir du spectateur, que l'on étudiera tout au long de cette première partie de thèse).

Aussi, l'intersubjectivité serait un moyen de comprendre la subjectivité de chaque individu dans un processus artistique, et donc de palier au problème de la généralisation de la pensée de l'artiste ou du spectateur sur l'œuvre. Autrement dit, penser qu'il n'y a qu'une seule façon de créer, est aussi problématique que de penser qu'il n'y a qu'une façon d'interpréter une œuvre. L'intersubjectivité, en tout cas dans le processus de réception d'une œuvre participative comme nous l'analysons dans notre recherche, comprend l'idée que chaque spectateur vit sa propre expérience personnelle et subjective dans un dispositif artistique global commun. Et même dans une expérience collaborative où plusieurs spectateurs vivent la même expérience dans un monde virtuel, inscrit dans un même espace-temps déterminé, chacun d'eux va interpréter son expérience personnelle.

Cela va totalement à l'opposé de ce que peut décrire Métais en parlant de l'installation *Performance Corridor* de Bruce Nauman. En citant ses propos : « *Nous voulons ici souligner le fait que l'installation artistique ainsi envisagée appelle une conception de l'expérience et de la subjectivité particulière. Tout se passe comme si – pour l'artiste qui la conçoit, comme pour le spécialiste en sciences de l'art qui l'analyse – l'expérience était la même pour tous, convoquant la figure abstraite d'un sujet universel, générique, dépourvu de toute singularité personnelle. L'installation s'adresse en quelque sorte à n'importe quelle itération possible d'une structure transcendantale de sujet. L'expérience de l'autre, c'est ici essentiellement – depuis la phase de conception de l'œuvre jusqu'à la phase d'analyse de l'œuvre – la même pour tout le monde. Il peut y avoir sans doute des variabilités personnelles, mais elles ne font pas l'objet de l'œuvre – au contraire, elles sont à suspendre. Comprendre l'installation comme dispositif qui prescrit une expérience c'est, en creux, s'appuyer, sans le remettre en cause, sur un schème intersubjectif – typiquement husserlien – où chacun retrouve dans l'autre l'identité d'une structure commune.* » [29] Uniformiser

29. Fabrice Métais, « Faire l'expérience de l'autre : intersubjectivité, altérité et installation artistique », in : *IRIS*, 40, 2020.

la pensée subjective du public, d'autant plus dans une œuvre participative, nous semble être une erreur car elle ne prendrait pas en compte le caractère universel d'une œuvre incluant la présence interactive du spectateur. Par sa présence dans l'œuvre et dans son processus de création éphémère, le public utilise ses sens de manière individuelle, singulière. Et l'ensemble de ces comportements interprétatifs de l'œuvre ne peuvent pas être généralisés sous le prisme d'un "schème intersubjectif où chacun retrouve dans l'autre l'identité d'une structure commune". La structure commune est justement la raison pour laquelle chaque spectateur vit sa propre expérience, permettant ainsi de créer un espace intersubjectif comprenant toute interprétation comme individuelle, dans un processus participatif global. C'est une mise en commun, par une même entité appelée œuvre, d'un ensemble de subjectivités, de l'artiste aux spectateurs. Et dire que l'expérience de l'autre est la même pour tout le monde est justement, de notre point de vue, l'erreur qui donne un non-sens à toute cette analyse. Une expérience esthétique d'une œuvre, au même titre qu'une expérience de l'autre, ne peut jamais être la même, même si son contexte est répété, puisque chacune d'entre elles est inscrite dans un espace-temps particulier et non répétable. Il en va de même d'un orchestre reprenant une partition devant un public. La partition, interprétée de la manière la plus fidèle possible par l'ensemble, ne procurera pas le même effet deux fois de suite chez un même public.

Ainsi, l'intersubjectivité permet de parler de tous ces ressentis, propres à chaque performance de l'œuvre, à multiplier par le nombre de fois où l'œuvre est performée, sans pour autant généraliser la réaction du spectateur. Dans notre analyse, tout comme dans la manière dont on a construit notre œuvre de recherche, on inclut et comprend toutes les réactions possibles, permettant donc au spectateur de se sentir le plus libre possible tout en mettant en avant son point de vue, le rendant ainsi nécessaire.

Enfin, concernant le fonctionnement d'une œuvre en collaboration, il est nécessaire de souligner l'importance de l'échange et l'accord des éléments collaborateurs dans le processus de création. Comme le souligne Fiala : « [...] *la collaboration lie le Soi à l'Autre, contredisant la notion moderniste de l'artiste-génie-en-solo. Pour y parvenir, je crois qu'il faut faire de la réciprocité la clef de voûte de la collaboration — celle qui repose sur l'échange et la dé-centralisation du pouvoir — sur les principes du partage du pouvoir, non sur ceux de son marchandage ou de la lutte pour l'obtenir. Il est très important de distinguer les pratiques collaborationnistes qui induisent «* l'essentiel entrelacement *» de celles qui prétendent le faire. En s'éloignant des préceptes de la réciprocité, ces prétendues*

collaborations évacuent collaboration et démocratie pour devenir beaucoup plus directives et, ce faisant, au lieu de lier le Soi à l'Autre, elles tendent à les séparer. »[30] Mettre en avant l'échange et la "dé-centralisation du pouvoir", comme nous l'évoquions précédemment avec la frontière entre artiste collaborateur et artiste faussement collaborateur, est primordial pour éviter le conflit dans l'acte collaboratif. Il ne s'agit pas forcément ici de négociation, qui induirait une idée de sacrifice au profit de l'idée de l'autre, mais plutôt d'un échange constructif et enrichissant grâce aux diversités des différents éléments. La réciprocité ou l'égalité sont des éléments essentiels que chaque personne faisant partie d'un ensemble collaboratif doit comprendre et avoir en tête pour que l'échange fonctionne. Ainsi, nous développerons dans la prochaine partie la question du compromis dans le processus de création.

30. Fiala, « L'éthique liée à la collaboration », *op. cit.*

1.1.3 Le compromis dans la création

Le *compromis* est, selon le dictionnaire en ligne Larousse, l'action qui implique des concessions réciproques, une transaction. C'est aussi un état intermédiaire, une transition. Enfin, c'est une convention par laquelle les parties à un litige soumettent l'objet de celui-ci à un arbitrage [31].

De cette définition, nous pouvons déterminer que le compromis est donc une action, un état intermédiaire, mais également un résultat final qui lie plusieurs parties autour d'un même problème, dans un but d'accord. Il serait donc intéressant, dans cette recherche basée sur la collaboration, d'étudier la notion de compromis selon les différents processus de création que nous pouvons rencontrer en art numérique. Tout au long de notre thèse, nous verrons plusieurs fois ce terme revenir, en l'expliquant selon le contexte employé et en développant davantage cette présentation du compromis et de son utilisation. Toutefois, nous précisons que dans la définition du Larousse, nous n'utiliserons que les notions d'action et de convention, puisque l'état intermédiaire est un concept trop précis pour être employé dans notre cadre.

Nous n'avons trouvé que peu de ressources concernant l'utilisation du compromis dans le champ des arts plastiques, numériques ou encore performatifs, c'est pourquoi nous ferons un parallèle avec son utilisation dans la théorie démocratique étudiée en sociologie et philosophie. Sans effectuer une recherche poussée sur la question politique, cela nous permettra de bien comprendre la manière dont nous parlerons du compromis dans notre étude de la réalité virtuelle artistique et collaborative.

Il y a un intérêt ici à retrouver une signification positive du compromis, qui est souvent trop perçu comme péjoratif, entendu comme compromission [32], comme négociation ou encore comme perte d'intérêt par l'un ou l'autre des parties. Comme le définit Mathieu de Nanteuil dans *Eloge du compromis* : « *Le terme de compromis fut trop longtemps coincé entre deux faux amis que l'on croyait proches par le sens mais qui, dans les faits, se sont avérés souvent éloignés de lui : le* marchandage*, la négociation habile et calculatrice entre des intérêts désincarnés ; la* compromission*, le renoncement aux valeurs, l'abandon des*

31. Dictionnaire Larousse en ligne : `https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/compromis/17795`, consulté le 25/06/2024.

32. Fait d'exposer quelqu'un, de s'exposer à un préjudice moral ou d'engager sa réputation dans une affaire douteuse ; arrangement conclu par lâcheté ou intérêt. Dictionnaire Larousse en ligne : `https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/compromission/17796`, consulté le 25/06/2024.

idéaux sur l'autel de l'arrangement. »[33] Si l'on pense le compromis comme un concept permettant la création, l'émulsion d'idées, la richesse de nouvelles formes collectives et nouvelles réflexions par l'action, alors il faut effectivement s'affranchir de ces pensées péjoratives, ou du moins les minimiser pour déconstruire et revaloriser le sens du mot.

Le compromis, dans l'art numérique, pourrait être le fait par l'artiste de laisser au spectateur choisir une partie du résultat de l'œuvre grâce à sa performance. Cela peut aussi être la cocréation de plusieurs spectateurs grâce à l'interactivité proposée par l'œuvre. Ainsi, l'artiste ne serait pas dans un renoncement de son rôle de créateur de l'œuvre, mais plutôt dans une volonté d'ouvrir son travail aux multiples formes, aux multiples performances et donc aux multiples possibilités d'existence finale. L'objet artistique ne serait plus alors un support avec de la matière comme une peinture traditionnelle, mais un ensemble de dispositifs numériques actionnés et d'actions véhiculées, créant une performance créatrice interactive encadrée par l'artiste.

Nous pourrions retrouver ces idées à travers le travail de Dominique Berthet : « *L'artiste s'expose de plus au jugement du public. Créer c'est faire l'expérience d'une double rencontre avec l'imprévisible : le surgissement de l'imprévisible durant l'élaboration de l'œuvre, auquel fait suite l'imprévisible réaction du public. [...] Mais, en réalité, la compromission est constante qu'elle que soit la réception. L'artiste s'implique dans ce qu'il fait, y engage son esprit et son corps. [...] Plus tard, dès lors que l'artiste fait sortir l'œuvre de son atelier pour l'exposer, il l'assume, il en est responsable, il met en jeu sa réputation. Compromis dans et par l'œuvre, le créateur prend le risque de transgresser les règles, déroger aux codes, déplaire au pouvoir et à la société. Il doit alors assumer les répercussions. « Le créateur est compromis par son œuvre parce que toute œuvre réellement créée déclenche un affrontement des pouvoirs dans lequel il est pris », écrit Passeron.* »[34] Il y a donc chez l'artiste, une part d'acte de contrôle qui fait l'œuvre, qu'on pourrait déterminer comme le processus créatif, et dans lequel beaucoup de changements peuvent avoir lieu, mais aussi de l'imprévisible qui a un pouvoir énorme sur l'œuvre, son existence et sa légitimité, qui est l'interprétation du public. Cette force qu'occupe le spectateur est telle qu'elle a un impact sur l'acte de création en lui-même. Puisque l'artiste crée par rapport à son temps, par rapport à son regard sur la société, son *hic et nunc* pour reprendre Walter

33. Mohamed Nachi et al., *Éloge du compromis : pour une nouvelle pratique démocratique*, Academia Bruylant, 2006, p. 12.

34. Dominique Berthet, « La création artistique, pensée et acte », in : (2023).

Benjamin[35], il a conscience de l'impact de son œuvre sur le public et donc des retombées qui peuvent s'en dégager. Alors son travail est déjà, même dans l'étape de construction, de création, compromise par son résultat et son interprétation. Il faudrait cependant revoir ce concept avec l'art numérique. Puisqu'une œuvre numérique doit être performée pour exister entièrement - sans ça elle ne reste qu'à l'état de programme informatique et d'interfaces connectés – le rôle du public est déjà pris en compte dans le processus de création. Ainsi, le compromis est intrinsèque à l'œuvre numérique par ce concept de performativité, d'interactivité. Nous développerons en détail cette relation dans le chapitre 2 de cette partie.

Pour revenir à la forme positive du compromis, nous pourrions continuer de citer Mathieu de Nanteuil : « *Or l'ambition du compromis est précisément de rendre compte de cette diversité* [multiculturelle et multiconfessionnelle] *sans réduire le rôle de certains principes transversaux nécessaires à la constitution d'un* monde commun. *C'est cette tension – inhérente à l'idée du pluralisme – que le terme de compromis nous semble contribuer à forger : il permet en effet de situer et de contenir les divergences dans des « forums d'expression* ».[36] Ici, ce qui est important c'est bien la prise en compte d'un spectre très hétérogène d'acteurs et de circonstances dans le compromis. Et c'est lorsque cette donnée est prise en compte que le compromis prend son sens dans son adaptabilité et donc dans son bon fonctionnement. Dans le cadre de la création artistique numérique, c'est lorsque l'artiste prend en compte les différentes formes de performances créées par le public (selon l'âge, la culture, le rapport à l'art et aux technologies, ...), que son œuvre – ou pour reprendre l'expression citée le « forum d'expression » - peut être vécue entièrement et par tout le monde. Et c'est d'ailleurs ce dernier point qui rend l'art numérique si poétique et accessible à notre sens. Il se base principalement sur des sensations, puisqu'il demande l'action des sens du spectateur pour être vécu, mais aussi parce qu'il est adaptable, souvent, à une grande diversité de publics. Au final, le compromis est un état d'avancement qui a pour besoin d'être équilibré. En effet, cet état est fait dans un instant T avec tout un ensemble d'éléments E. Durant une performance par exemple, si l'expérience commence avec trois acteurs, l'équilibre du compromis se fait dans cette configuration et cette temporalité. Si, au cours de l'expérience, une quatrième personne se joint au groupe, l'équilibre du compromis est déstabilisé et il faudrait recréer un ensemble cohérent. De même, si l'on

35. Walter Benjamin, *L'œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique*, Éditions Payot, 2013.
36. Nachi et al., *Éloge du compromis : pour une nouvelle pratique démocratique*, *op. cit.*, p. 14.

reprend ces trois premiers acteurs et qu'on leur demande de refaire une autre performance le lendemain, la forme du compromis sera différente puisque l'état d'esprit de chaque performeur sera différent. C'est en cela que l'on considère l'état du compromis comme inscrit dans une temporalité propre à lui-même, et dépendant des éléments composant son action. Ainsi, le compromis est un processus instable qui demande à être régulé par ses acteurs pour le bon fonctionnement de l'action collective. Toute variation venant de l'extérieur entraînera un changement de son état, tout comme l'eau devient gaz ou glace selon la température extérieure. Cet équilibre de l'état du compromis, nous le retrouverons et le compléterons tout au long de notre thèse lorsque nous développerons l'acte de création.

Tout ce rapport entre l'artiste et le spectateur, ou encore entre les spectateurs eux-mêmes, sont des formes de collaboration dans une œuvre numérique que nous définissons dans cette thèse. Cependant, nous pouvons mettre en avant quatre formes au total dans notre recherche, incluant les autres acteurs du développement du dispositif artistique, ou encore le dispositif interactif lui-même. Aussi, notre prochain chapitre se concentrera sur la définition de ces différentes collaborations.

1.2 La collaboration dans d'autres médiums artistiques

La collaboration en arts, que l'on va tenter de comprendre tout au long de cette première partie de thèse, peut prendre plusieurs formes selon les médiums et ambitions de l'artiste. Que ce soit dans le processus de création, avec un artiste et des spécialistes de son choix, ou bien dans la réception, avec le travail collectif de plusieurs spectateurs, on peut en définir plusieurs formes. De même, selon les médiums, cette participation pluridisciplinaire, interdisciplinaire ou transdisciplinaire évolue, que ça soit dans la performance liée aux arts plastiques et numériques, dans la musique, ou encore dans les arts vivants. Aussi, nous ferons un bref aperçu de multiples formes de collaborations qui permettront d'identifier nos axes de recherches autour de cette collaboration artistique. Nous nous intéresserons principalement à des exemples d'œuvres participatives, avec de multiples spectateurs, afin de comprendre les enjeux de l'inclusion active (par cela, nous entendons participative, interactive avec l'œuvre) du spectateur dans le processus de réception, et donc dans l'interprétation.

1.2.1 Dans les arts plastiques et numériques

Inclure le spectateur dans l'œuvre d'art n'est pas une idée nouvelle à l'art moderne et contemporain. En effet, nous pourrions citer l'exemple des trompe-l'œil, qui ont eu leur âge d'or au XVIIe et XVIIIe siècle. L'idée était alors de réduire la distance conceptuelle entre l'œuvre et le spectateur par des jeux d'illusion sur la surface de la toile. Faux cadres, rideaux, mouches, ombres portées, nombreux étaient les exercices permettant de tromper l'œil du public. Il en est de même au théâtre ou au cinéma par exemple, en voulant rompre le quatrième mur, à savoir cet espace métaphorique entre la scène et le spectateur, ou encore l'écran qui sépare le lieu de tournage au téléspectateur. Cependant, dans ces cas présentés, il y a bien une distinction entre les deux temporalités de l'œuvre, à savoir le temps du faire et le temps du voir. Même dans les arts vivants, cette temporalité qui est généralement parallèle, est séparée par l'espace de la scène et l'espace des gradins. Ici, nous analysons les cas d'œuvres où ces deux temporalités et ces deux espaces sont liés, où le spectateur s'empare du processus de création pendant son processus de réception. Il n'est plus face à l'œuvre, mais dans l'œuvre. Il n'est plus observateur, mais interacteur de l'œuvre.

En parlant de ces œuvres participatives, Popper écrit ceci : « *La solution serait peut-être de considérer les œuvres d'environnement contemporaines (qu'elles soient visuelles, statiques, cinétiques, conceptuelles, hyperréalistes, polysensorielles ou pluri-artistiques) sous trois aspects : 1. méta-architectural (spéculatif, visionnaire, utopique) 2. expressif (personnel, individuel) 3. social (participation)* » [37]

Ainsi, une œuvre que l'on décrit comme participative dans notre étude, comprend bien ces trois idées. Tout d'abord, elle est conçue dans un espace architectural où le champ des possibles pour le spectateur est multiple, anticipé, cadré, mais non dicté. Ensuite, l'œuvre est expressive d'un point de vue artistique, c'est-à-dire qu'elle accompagne la vision et l'univers de l'artiste qui la conçoit. Enfin, elle est sociale, à savoir qu'elle doit inclure la possibilité de participation du spectateur.

Une première œuvre conçue pour inclure le spectateur dans son interprétation polysensorielle est *One More Night* de Tania Mouraud, conçue la première fois en 1970 à la Galerie Rive Droite (Paris). Il s'agit d'une œuvre environnementale entièrement blanche, une pièce composée de six marches de chaque côté d'une fosse rectangulaire vide. La

37. Popper, *Art, action et participation : l'artiste et la créativité aujourd'hui*, *op. cit.*, p. 40.

création architecturale invite un spectateur à s'immerger dans l'espace entièrement blanc et lumineux, lui proposant de vivre une expérience introspective, voire méditative. La chambre est conçue comme un environnement "psychosensoriel", diffusant en permanence une fréquence sonore planante grâce à une diffusion spatialisée. L'artiste écrit sur son œuvre : « *J'ai conçu cet espace comme un lieu de repos physique et psychologique. La fréquence continue de 200 Hz qui varie en fonction des mouvements et de la respiration aide l'utilisateur du lieu à se laisser aller dans cet espace inspiré des traditions mystiques (ziggurat) et figure le passage à un autre plan de conscience.* » [38] L'artiste conçoit son œuvre dans un but d'inclure le spectateur dans l'environnement, que ça soit par sa présence se détachant de l'entièreté de la pièce blanche (voir Figure 1.2), cassant ainsi une uniformité immersive, ou par son incitation à gravir les marches et jouer avec la fosse aux dimensions humaines (voir Figure 1.3). L'œuvre est à destination de l'imagination du spectateur, qui se veut soit marcheur contemplatif dans un espace architectural épuré, soit compositeur de son propre corps dans la proposition géométrique.



FIGURE 1.2 – Photographie de l'œuvre *One More Night* de Tania Mouraud, performée par un spectateur. Crédit photo : André Morain.

Ainsi, dans *One More Night*, on observe une forme de collaboration possible entre les spectateurs qui peuvent cohabiter dans l'espace pour donner une dimension supplémentaire à l'œuvre, à chaque activation. La présence de chacun d'eux dans l'environnement permet une nouvelle interprétation, un nouveau sens à l'entièreté de l'œuvre. De même, nous pourrions avancer l'idée qu'une sorte de collaboration existe entre l'artiste et le

38. Tania Mouraud, note manuscrite, 1969, révisée en 2014. Cité de son site internet : `https://www.taniamouraud.com/site/work-single?id=72`, consulté le 12/11/2024.



FIGURE 1.3 – Photographie de l'œuvre *One More Night* de Tania Mouraud, performée par un spectateur. Crédit photo : André Morain.

spectateur, puisque l'œuvre est conçue dans le but d'être actionnée par la présence de ce deuxième. L'artiste crée un espace participatif, où la présence du corps est nécessaire à son activation, et le public permet cette activation par sa présence, sa déambulation, son interaction avec l'architecture. La musique, elle-même interactive avec cette idée de présence, ajoute encore plus de profondeur à la collaboration. Cependant, il nous semble important de faire une précision sur la question de la collaboration dans ce cas précis. En effet, pour nous, une œuvre collaborative entre un artiste et un spectateur prétend cette dénomination lorsqu'elle est conçue pour être performée, activée, et donc pouvant changer de forme (physique ou conceptuelle) à chaque nouvelle participation. Si c'est plus aisément compréhensible avec l'art numérique interactif puisque le contenu virtuel évolue en général avec l'interactivité du spectateur, ce n'est pas forcément le cas avec une œuvre comme celle de Tania Mouraud. Effectivement, l'environnement continuera d'exister sans la présence d'un spectateur à l'intérieur. Mais c'est bien parce que l'œuvre nécessite d'être performée pour être complète qu'on la considère collaborative dans notre étude. Sans activation par le corps du spectateur dans son espace, elle n'est conceptuellement pas entière. Et parce qu'elle est performée par le spectateur, avec une conception ainsi faite au préalable par l'artiste, alors l'ensemble des deux fait l'œuvre dans sa globalité. Toute œuvre collaborative est donc interprétée individuellement par chaque spectateur et groupe de

spectateurs qui l'active, mais chaque œuvre interprétée par une personne ou un groupe n'est pas forcément collaborative (une peinture traditionnelle par exemple).

Dans cette continuité d'exploration des formes de collaboration, il faudrait citer l'œuvre *Alphaloop* du Collectif Deleter (voir Figure 1.4). L'œuvre est une déambulation participative en réalité mixte où plusieurs spectateurs, munis de casques de réalité mixte, suivent un conteur/guide. Au fur et à mesure de l'expérience, où chacun est invité à effectuer des actions comme marcher, courir, sauter, s'accrocher aux autres, la perception visuelle, à travers les écrans du casque, change de colorimétrie, de profondeur de champ, ou même de sens de vision (passant le sol au ciel et inversement). L'ensemble de ces actions est proposé au travers d'un conte autour du folklore nord-américain. L'idée voulue par les artistes est une invitation à une expérience de techno-chamanisme, inspirée du chaminisme cybernétique de Timothy Leary [39], où les spectateurs découvrent le monde les entourant sous le prisme de nouvelles perceptions.

Nous avons eu l'occasion d'expérimenter l'œuvre à l'édition 2021 du LEV Festival Matadero, à Madrid, Espagne [40]. L'immersion commence dans une cave, où chaque spectateur est assis sur une chaise, porte un casque, et commence par mesurer sa perception en lançant un caillou dans une bassine d'eau. Puis, le conteur nous invite à sortir dans la rue afin de continuer l'histoire contée, tout en faisant de nouvelles actions entraînant l'ensemble du corps. L'œuvre est à son apogée lorsque le conteur joue de la flûte et danse autour du groupe de spectateurs qui marchent en ligne droite. En temps réel, Adelin Schweitzer, l'artiste programmeur, fait boucler la bande sonore dans les oreilles, en ralentissant le rythme musical, tout en diminuant fortement et progressivement le flux d'images par secondes. L'ensemble, que le cerveau assimile à la perception réelle de l'environnement, permet au spectateur de baisser son rythme cardiaque, suivant involontairement le ralentissement vue/ouïe, et donc créant une expérience immersive extrêmement forte pour l'ensemble du corps. Chaque spectateur se sent indirectement lié aux autres par ce partage de sensation et d'expérience contée, se tenant la main ou se suivant pour garder des repères tangibles, concrets. Ici, nous avons constaté plusieurs formes de collaboration. Tout d'abord dans le partage de la narration entre le conteur et l'artiste programmeur. Si l'un contrôlait la perception, et l'autre la narration, c'est bien l'ensemble des deux qui permettait de vivre une expérience immersive et artistique complète. Aussi, une collaboration s'effectue entre les spectateurs eux-mêmes car leurs actions mutuelles permettaient de continuer le fil de

39. Timothy Leary, « Timothy Leary », in : (1920).
40. `https://www.mataderomadrid.org/en/schedule/lev-matadero-2021`



FIGURE 1.4 – Photographie de la performance d'Alphaloop à Besançon, en 2020.

la narration. Enfin, au même titre que l'oeuvre *One More Night*, une forme collaborative s'effectue entre les artistes et les spectateurs, puisque leur présence mutuelle permet l'existence complète de l'œuvre, par la narration et la participation. D'ailleurs, les rôles de chacun se mélangent presque (avec tout de même des distinctions de responsabilités par rapport à l'œuvre), puisque les artistes deviennent spectateurs des actions du public, et les spectateurs deviennent créateurs des actions proposées. L'ensemble partage le même espace scénique, participatif, créatif, communicatif, pour former un groupe singulier au profit de l'expérience globale de l'œuvre.

Enfin, une dernière installation que l'on peut décrire est *ADA* de Karina Smigla-Bobinski, exposée au Festival Maintenant (Rennes, France) en 2017 [41]. L'œuvre consiste en un grand ballon transparent, gonflé à l'hélium, et sur lequel sont accrochés des bâtons de charbon qui laissent des traces à chaque rebond sur une surface de la pièce. Les spectateurs

41. `https://www.maintenant-festival.fr/archives/maintenant-2017/`

peuvent pousser le ballon ou tenter de le déplacer dans l'espace pour créer des tracés (voir Figure 1.5). A propos de cette installation, l'artiste décrit ceci : « *Rempli d'hélium, flottant librement dans la pièce, un globe transparent, semblable à une membrane, percé de charbons dessinant des traces sur les murs, les plafonds et les sols. Des traces qu' « ADA » produit de manière tout à fait autonome, bien que déplacées par un visiteur. Le globe acquiert une aura de vivacité et ses traces noires de charbon lui donnent l'apparence d'un dessin. Le globe mis en action, fabrique une composition de lignes et de points, qui reste incalculable dans son intensité, son expression, sa forme, même si le visiteur essaie de contrôler «ADA», de la diriger, de la domestiquer. Quoi qu'il essaie, il remarquera très vite qu'«ADA» est un interprète indépendant, constellant les murs blancs d'origine de dessins et de signes.* » [42]

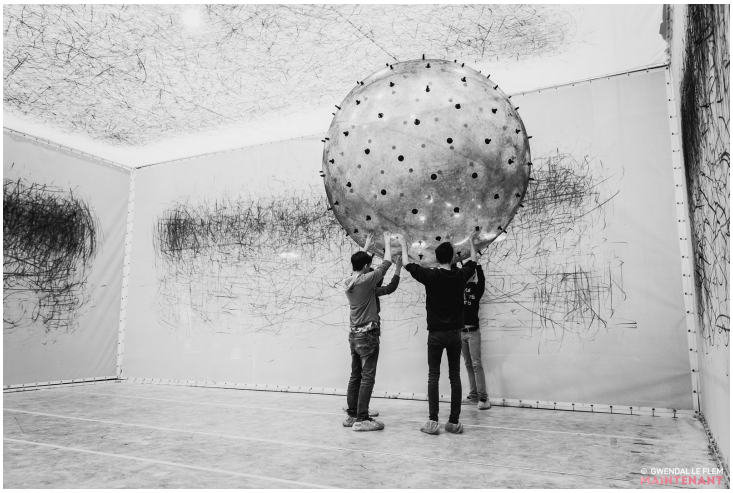


FIGURE 1.5 – Photographie de l'œuvre ADA, de Karina Smigla-Bobonski, exposée au Festival Maintenant 2017.

Il est ici intéressant de constater que l'artiste offre une autonomie à son œuvre sphérique. Par sa taille, l'action de l'hélium dans l'espace, et sa simple présence très minimaliste (quoi qu'imposante) dans la salle blanche, cette boule est un objet incontrôlable tant sa capacité à avoir une action sur l'environnement est infinie. Le moindre mouvement laisse un tracé sur les surfaces blanches, et la multitude des bâtons de charbons empêche la gestion totale de son impact. Les spectateurs sont ici les responsables des mouvements, les actionneurs de l'action, et parfois, les médiateurs en tentant de limiter le hasard dans le mouvement. Seul ou à plusieurs, ils peuvent définir des zones d'action, des espaces de

42. Cité de son site internet : `https://smigla-bobinski.com/ada/`. Consulté le 12/11/2024.



FIGURE 1.6 – Photographie de l'œuvre ADA, de Karina Smigla-Bobonski, exposée à Ithra à Dhahran, en 2019.

tracés, tenter des formes en maintenant l'objet contre un mur ou un sol (voir Figure 1.6). Au final, le ballon représente par ces lignes noires les passages des spectateurs, leur implication dans l'œuvre et la trace de leur passage dans l'espace. Et au fur et à mesure de l'exposition de l'œuvre, ces traces deviennent de plus en plus indéchiffrables, invisibles, noyées dans la masse des mouvements représentés. Il y a une accumulation des expériences subjectives qui créent, au final, une masse intersubjective, un tracé éphémère du présent qui s'ajoute au reste du passé, laissant de moins en moins de place vierge pour les futures expériences. Il est intéressant d'ajouter que l'œuvre a adopté des formes pluridisciplinaires, notamment avec la danse puis avec la musique, sous l'initiative des spectateurs eux-mêmes. Ici, la collaboration est assez directe entre les spectateurs eux-mêmes, qui tentent le contrôle du globe par l'action commune, ou avec des danseurs et musiciens qui passent du statut de spectateur interactif à créateur chorégraphique et/ou musical collaboratif. Nous retrouvons également le rapport collectif entre l'artiste et le spectateur qui permettent, ensemble, de créer une globalité de l'œuvre sur plusieurs temporalités.

Pour conclure cette partie sur la collaboration dans les arts plastiques et numériques, nous pouvons énumérer une sélection d'artistes ayant utilisé cette règle du collectif comme processus de création. Tout d'abord, citons le travail de Michelangelo Pistoletto, qui proposa en 1968 le *Manifeste de la collaboration* à la Biennale d'art de Venise, invitant ainsi des artistes à travailler avec lui : « *Par collaboration, j'entends une relation humaine non compétitive basée sur des valeurs partagées de sens et de perception. Donner une partie de moi-même à ceux qui souhaitent donner une partie d'eux-mêmes est le travail qui m'in-*

téresse.[43] »[44] Il forme, accompagné de plusieurs personnes, le groupe *Le Zoo* (de l'italien *Lo Zoo*), composé d'artistes de la musique, de la littérature, du théâtre ou encore des arts visuels, avec lesquels ils produiront des spectacles de 1968 à 1970 dans toute l'Europe, parfois collaborant même avec le groupe MEV (*Musica Elettronica Viva*)[45]. Egalement, Pistoletto collabore avec des cinéastes, afin de créer dix films performatifs, projetés en 1968 à Rome[46].

Nous pouvons également présenter l'oeuvre *Location Piece 2*, de Douglas Huebler, dans laquelle l'artiste propose à deux personnes de photographier des coins de leur ville respective (New-York et Seattle), qui leur paraissaient 1-effrayant, 2-érotique, 3-transcendant, 4-passif, 5-fiévreux, 6-étouffé. Chaque personne créait deux lots de photographies, puis les envoyait à l'artiste. Dans ces vingt-quatre photographies finales, douze ont été sélectionnées arbitrairement pour être exposées dans une pièce muséale. Par la diversité des interprétations et des éléments de communication, il était donc possible aux spectateurs de recomposer ces espaces photographiés, ou du moins de s'en faire une projection erronée par le mélange des photographies. Ici, il est intéressant de constater la collaboration entre l'artiste et les personnes non artistes, dans le but de créer une oeuvre intersubjective où, par le mélange et le hasard, il devient difficile de retrouver le message subjectif, noyé dans l'information intersubjective, voire anonymisée par les différentes interventions entre la prise de vue et l'exposition.

Egalement, le collectif GRAV (Groupe de Recherche en Arts Visuels) présente en 1963, lors de la Troisième Biennale de Paris, le premier format de leur œuvre *Labyrinthe*[47]. Le dispositif est composé de huit espaces successifs, dans lesquels les spectateurs sont amenés à vivre une expérience esthétique forte, stimulant différemment leur perception et leur participation dans l'environnement artistique. Dans le but de réduire la distance entre l'œuvre et les spectateurs, le collectif joue sur l'expérimentation et la participation du public dans des espaces cinétiques différents. *Labyrinthe* est donc un espace muséal

43. Traduit de l'auteur : By collaboration I mean a non-competitive human relationship based on shared values of sense and perception. To give a part of myself to those who wish to give a part of themselves is the work that interests me.

44. `https://www.pistoletto.it/eng/crono07.htm`

45. Luigi Pizzaleo et Conservatorio di Roma, « Free improvisation as Figural Representation of Social Relationships. Musica Elettronica Viva 1967-1969 », in : *Conference : Compositional Aesthetics and the Political Goldsmiths College, February 20th-22nd 2015 Free*, 2015, p. 1-18.

46. Ségolène Liautaud, « L'expérience collaborative entre des cinéastes et Michelangelo Pistoletto », in : *Déméter-Théories & pratiques artistiques contemporaines 2| Hiver* (2018).

47. Marion Hohlfeldt, « L'Œuvre collective du GRAV : le labyrinthe et la participation du spectateur », in : *Critique d'art. Actualité internationale de la littérature critique sur l'art contemporain 41* (2013).

où les règles du musée ne sont pas effectives, où toucher les réalisations artistiques est fortement conseillé. Le travail du collectif est donc fortement collaboratif, dans le processus de création des environnements artistiques, mais également envers les spectateurs qu'ils incluent entièrement dans leurs travaux par l'engagement et la participation du corps.

On pourrait, pour finir, citer très rapidement Fabrice Hybert et son oeuvre *l'Hybertmarché*[48] qui invite les spectateurs à acheter toutes sortes d'objets en 1995, Rirkrit Tiravanija[49] qui reconstitue son appartement dans un musée de Cologne en 1996, dans lequel les spectateurs peuvent utiliser les pièces fonctionnelles à n'importe quel moment de la journée ou de la nuit, Massimo Guerrera qui depuis 1985, déplace son oeuvre *La Cantine*[50] dans les rues de Montréal, jouant entre distribution de nourriture et performance collective, ou encore *Call Girl*[51] de Nadine Norman, qui invite des lecteurs de quotidiens à s'inscrire, par les petites annonces, à un temps d'échange avec des réceptionnistes actrices.

Il existe une multitude d'exemples de collaboration dans la création en arts visuels, arts numériques et arts performatifs. Que ce soit dans la création de l'oeuvre, où l'artiste s'entoure d'autres personnes, ou bien dans l'inclusion du spectateur par sa performance ou son activité dans la création, il semble difficile de donner des limites aux différentes formes de collaborations possibles. Ces quelques exemples précédemment cités et analysés permettent ainsi de mieux comprendre notre axe de recherche dans l'analyse de l'acte collaboratif dans le développement d'une oeuvre, mais également dans sa réception par les spectateurs.

48. https://collection-fabricehyber.ideesculture.fr/index.php/Detail/occurrences/1980
49. https://artreview.com/rirkrit-tiravanija-blow-up-the-museum-a-lot-of-people-moma-ps1-new-yo
50. https://3e-imperial.org/personnes/massimo-guerrera/
51. https://nadinenorman.com/artwork/call-girl

1.2.2 Dans la musique

La musique est un médium fortement lié à la collaboration, puisqu'elle intègre souvent la pratique de plusieurs instruments synchronisés, et ce dans une grande partie des cultures. Par la création de musique en improvisation, comme l'exemple de sessions de jazz, l'exercice collectif demande beaucoup de coordination et d'attention de la part de chaque musicien. Walton explique d'ailleurs ceci : « *L'improvisation musicale, en particulier, se prête à l'examen des connexions sociales, car pour produire une performance cohérente, les musiciens doivent écouter et répondre aux actions musicales des autres.* [...] *En effet, écouter et répondre nécessitent que les mouvements physiques de la production musicale de chaque joueur anticipent et s'adaptent continuellement à ceux de leur co-interprète, de sorte que la musique est en réalité constituée par la dynamique auto-organisée de la coordination corporelle qui émerge de ce processus.* [52] » [53] Nous retrouvons bien ici l'idée que l'acte de création collectif par l'improvisation entraîne cette question du compromis, et de l'équilibre de son état que nous avons précédemment présenté. Cependant, dans cette partie, nous nous intéresserons davantage à des pratiques collaboratives, qui incluent la musique à l'interaction dans le processus de création et/ou réception, et donc à la participation du spectateur dans l'acte de création.

Comme introduction, nous pourrions parler d'une œuvre qui a marqué l'histoire de l'art et de la musique, à savoir le morceau *4'33"* composé par John Cage et performé pour la première fois par David Tudor en 1952. Il s'agit d'une partition invitant l'interprète à se taire, provoquant ainsi un silence, et laissant le public créer la musique par les différents bruits qu'il effectue involontairement. [54] Il nous semble intéressant ici de comprendre l'inclusion du public dans la performance. Ce dernier n'était pas au courant de la forme de manifestation, qui était inédite à cette période artistique. Aussi, nous pourrions dire que les spectateurs ont été comme manipulés par l'artiste et l'interprète, car ils se sont retrouvés involontairement, et de manière forcée, acteurs de l'œuvre par l'inaction de l'in-

52. Traduit de l'auteur : Music improvisation in particular lends itself to the examination of social connection, where in producing a cohesive performance players must listen and respond to each other's musical actions. *[...]* Indeed, listening and responding require the physical movements of each player's musical production to continuously anticipate and adapt to those of their coperformer's, and so the music is in fact constituted by the self-organized dynamics of bodily coordination that emerge from this process.

53. Ashley E Walton et al., « Creating time : Social collaboration in music improvisation », in : *Topics in cognitive science* 10.*1* (2018), p. 95-119.

54. Branden W Joseph, « John Cage and the architecture of silence », in : *OCTOBER-CAMBRIDGE MASSACHUSETTS-* (1997), p. 81-104, Pour plus d'informations sur le concept de silence par John Cage.

terprète. Une sorte de cocréation non réciproque dans l'intention des acteurs prendrait forme ici, avec l'artiste ouvrant un champ des possibles, et un public performant à son insu l'œuvre elle-même. Nous pourrions faire ici un parallèle avec les recherches de Cédric Plessiet sur le rapport entre la marionnette [55] et le marionnettiste. Il défend l'idée qu'il y a une interdépendance dans le rapport marionnette/marionnettiste, puisque la première a besoin du deuxième pour s'animer, et en même temps le deuxième nécessite la présence de la première pour incarner un corps dans un monde virtuel. [56] Et il va plus loin en proposant plusieurs rapports interactifs dans le concept de manipulation :

1. La manipulation contrôlée : le manipulateur est conscient de ses actions et donc contrôle entièrement le mouvement de la marionnette.
2. La manipulation involontaire : le manipulateur n'est pas conscient de son action sur l'entité contrôlée.
3. La manipulation apprivoisée : le manipulateur commence à comprendre le système interactif, mais n'a pas le contrôle total de l'entité.

Ainsi, dans le rapport que John Cage, ou du moins son interprète a avec le public, on pourrait dire qu'il y a deux formes de manipulations qui sont exercées dans la performance de *4'33"*. Tout d'abord une manipulation apprivoisée de la part de l'artiste sur le public, dans la mesure où il contrôle la situation, il la provoque, mais pour autant il ne maîtrise pas tous les événements qui auront lieu pendant la représentation (bruits provoqués, départs du public, cris, rires, ...). Et dans un deuxième temps, il y a une forme de manipulation involontaire du public sur l'œuvre, puisqu'il est, à son insu, responsable de l'œuvre et de l'idée de représentation. C'est par sa présence, ses mouvements, ses actions dans un temps déterminé, que l'œuvre existe et prend une forme inscrite dans un espace-temps délimité. Ainsi, il y a, pour revenir aux idées initiales de Plessiet, une sorte d'interdépendance entre l'artiste et le public dans l'œuvre de John Cage, puisque l'artiste a besoin des spectateurs pour performer l'œuvre, et le public a besoin de l'artiste pour exister en tant que spectateurs, et donc ici pouvoir (faire) vivre l'œuvre. Une forme de cocréation s'établit alors dans leur relation mutuelle à l'œuvre, comme un acte collectif qui permettrait l'existence de l'œuvre. Il faut aussi noter une forme de collaboration ici, qui est celle entre l'artiste qui écrit la partition et l'interprète qui "performe" le morceau.

55. Nous notons d'ailleurs que l'auteur entend par marionnette une entité virtuelle, informatique, qui n'a ni processus décisionnel, ni processus actuateur

56. Cédric Plessiet, « De la sculpture matrice à l'acteur virtuel », thèse de doct., Université paris 8, 2019, p. 139.

C'est d'ailleurs cette relation qu'a John Cage avec David Tudor qui nous intéresse ici, et que nous étudierons dans la prochaine sous-partie dédiée aux arts vivants, avec l'œuvre *Varitions V*.

La participation du public dans la création en direct d'une œuvre se retrouve dans beaucoup de performances, comme certains concerts du musicien français Jacques. Ce dernier invite le public à apporter des objets de tout genre, il en sélectionne une partie et compose ainsi une création musicale inédite, non répétable, personnalisée par la collaboration entre le public et l'artiste [57]. Nous pouvons également présenter la collaboration entre MANS O et Joan Sandoval, avec l'œuvre *nuevo_algo_ritmo.ckpt*, hybridation entre l'IA, le son, le rythme et la danse [58]. Les artistes proposent un concert performance avec un danseur dont le corps est capté et interprété par une IA pour projeter le résultat interactif sur un écran en fond de scène (voir Figure 1.7).

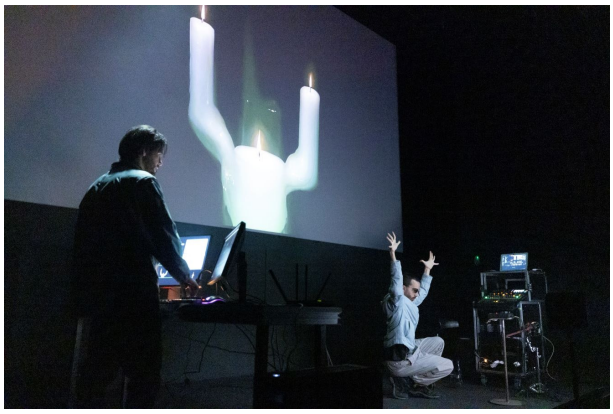


FIGURE 1.7 – Photographie d'une performance de l'œuvre au Sonar Festival de Barcelone en 2023. Crédit photo : Joan Sandoval

Les artistes disent d'ailleurs ceci de leur œuvre : « *Cette œuvre cherche à lever le voile sur cette technologie et à exposer le processus créatif d'une IA qui utilise des ensembles de données appris à partir de la capture d'images de corps dans des environnements de répétition et de recherche. Chaque ensemble de données nécessite un minimum de 6000 photographies corporelles. Dans ce cas, c'est le corps de MANS O et ses rythmes qui sont*

57. Exemple de concert à retrouver sur son site : `https://jacques.live/video/live-au-cabaret-vert-arte`

58. Voir les détails de l'œuvre sur le site : `https://www.joansando.com/portfolio/mans-o-av-tech-show`

transmis à travers une série de caméras vers un ordinateur exécutant un algorithme qui synthétise le réel sous forme numérique, informatisant le corps de l'artiste en temps réel. Le résultat est une danse hypnotique entre le corps et l'ordinateur, guidée par des rythmes innovants et profonds.[59] »[60]

Ici, plusieurs formes de collaboration peuvent s'effectuer. Tout d'abord, la collaboration entre les artistes directement sur scène, et l'improvisation de la danse permettant de créer une performance unique pour le public. Mais également, un rapport collaboratif entre le danseur et le programme IA qui interprète ses mouvements, puisque les actions de l'un permettent les résultats de l'autre, et la présence du programme provoque les mouvements du danseur.

Dans ce rapport collaboratif entre artiste, programme et public, citons le compositeur et directeur d'Opera Future Groupe, Tod Machover, qui développe grandement la participation de l'auditeur dans la création d'une œuvre musicale. Dans son œuvre *Personal Opera*, activée de 2007 à 2010, l'artiste invite les participants à créer des compositions musicales en partageant des pensées, des émotions et des souvenirs personnels sur une borne interactive. Nous nous permettons de citer ses propos quant à ce travail : « *Nous développons un environnement entièrement nouveau permettant d'incorporer des récits personnels, des images, ainsi que des musiques et sons, qu'ils soient originaux ou déjà connus et appréciés. Personal Opera repose sur notre principe directeur selon lequel la création musicale active offre des bénéfices bien plus puissants que l'écoute passive. En utilisant la musique comme fil conducteur pour assembler et transmettre nos propres héritages individuels, Personal Opera représente une nouvelle forme d'archivage expressif : facile à utiliser et riche en expériences.*[61] »[62] L'artiste ouvre la conception musicale à

59. Traduit de l'auteur : This piece aims to lift the bonnet on this technology and expose the creative process of an AI that uses data sets learned from capturing images of bodies in rehearsals and research environments. Each dataset requires a minimum of 6000 body photographs. In this case, it will be MANS O's body and its rhythms that are transmitted through a series of cameras to a computer running an algorithm that synthesizes the real in digital form, computerizing the artist's body in real time. The result is a hypnotic dance between body and computer, guided by innovative, bass-heavy rhythms.

60. Cité du site internet : `https://www.joansando.com/portfolio/mans-o-av-tech-show`. Consulté le 18/11/204.

61. Traduit de l'auteur : We are developing a totally new environment to allow the incorporation of personal stories, images, and both original and well-loved music and sounds. Personal Opera builds on our guiding principle that active music creation yields far more powerful benefits than passive listening. Using music as the through-line for assembling and conveying our own individual legacies, Personal Opera represents a new form of expressive archiving : easy to use and powerful to experience.

62. Extrait du site internet : `https://www.media.mit.edu/projects/personal-opera/overview/` Consulté le 15/11/2024.

toute forme de médium permettant au spectateur de créer, par son imagination mais également son histoire, une musique qui lui est propre. Une collaboration s'effectue donc entre ces deux acteurs sur deux temporalités différentes : Tod Machover en amont qui développe un système interactif, et les spectateurs en aval avec leur participation face au dispositif. Pour aller plus loin, l'artiste a dirigé la création de l'œuvre *Brain Opera*, invitant un large public non formé à la musique à créer une performance par diverses mesures gestuelles, mappings et autres interfaces interactifs [63] (voir Figures 1.8 et 1.9).



FIGURE 1.8 – Photographie de l'œuvre *Brain Opera* de Tod Machover, exposée à Ars Electronica en 1996.

L'ensemble de l'œuvre est notamment décrite par Orth [64] pour le principe interactif, par Wilkinson [65] pour le propos artistique, ou encore par Paradiso (que nous venons de citer) pour l'utilisation des différents capteurs et architectures interactives.

Enfin, Machover continue d'expérimenter la collaboration dans la musique et son ouverture au grand public avec des projets comme *The Toy Symphony* (2000-2003) qui per-

63. Joseph A PARADISO, « The brain opera technology : New instruments and gestural sensors for musical interaction and performance », in : *Journal of New Music Research* 28.*2* (1999), p. 130-149.

64. Maggie ORTH, « Interface to architecture : integrating technology into the environment in the Brain Opera », in : *Proceedings of the 2nd conference on Designing interactive systems : processes, practices, methods, and techniques*, 1997, p. 265-275.

65. Scott WILKINSON, « Phantom of the brain opera », in : *The American Music Teacher* 46.*6* (1997), p. 32.

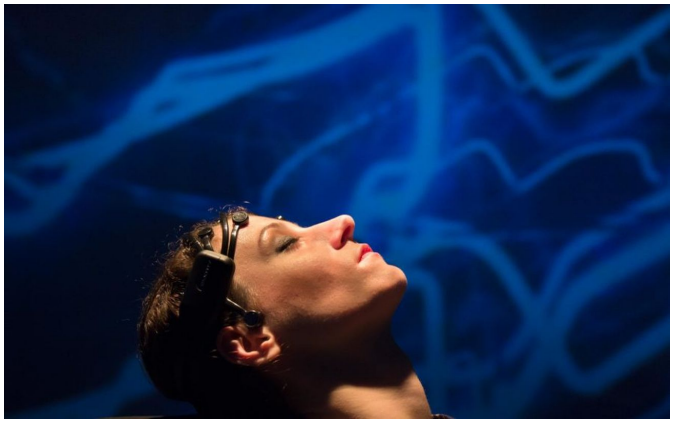


FIGURE 1.9 – Photographie de l'œuvre *Brain Opera* de Tod Machover, exposée à Ars Electronica en 1996.

met à des enfants d'apprendre la musique non pas par isolement, mais par regroupement grâce à un programme en ligne et des workshops [66]. Mais aussi, par le constat de l'impact de la musique sur les comportements des auditeurs, Tod Machover expérimente son projet *Hyperscore* sur des publics plus âgés, et notamment des patients atteints de la maladie d'Alzheimer. En citant l'artiste : « *L'objectif devrait être de développer un ensemble complet d'outils et de techniques musicaux, neurologiques et comportementaux pour examiner si (et, le cas échéant, dans quelles conditions) les activités musicales sont associées à des améliorations de la mémoire, de la concentration, de la gestion de la douleur, de l'anxiété, du stress et de l'imagination créative. Nous nous concentrons particulièrement sur les technologies qui permettent aux individus, quel que soit leur niveau de capacité ou de handicap physique ou mental, de s'exprimer musicalement.* [67] » [68]. Nous comprenons bien ici l'important travail collaboratif qu'effectue l'artiste-chercheur, en déconstruisant les standards de création de la musique, pour faire directement participer le spectateur dans la composition de son propre univers musical. Son travail avec des publics larges, n'ayant pas forcément accès à cette culture, ou bien avec les enfants, ou encore avec des personnes âgées, montre l'importance du médium interactif, ou du moins de l'art collaboratif, au service de la culture accessible au plus grand nombre, et à tout public.

66. Tod MACHOVER, « Shaping minds musically », in : *BT Technology Journal* 22.*4* (2004), p. 171-179.

67. Traduit de l'auteur : The goal should be to develop a comprehensive set of musical, neurological, and behavioural tools and techniques to investigate whether (and, if so, under what conditions) musical activities are associated with enhancements and improvements in memory, concentration, pain management, anxiety, stress, and creative imagination. We are focusing especially on technologies that enable people, at any level of physical or mental ability or disability, to express themselves musically.

68. MACHOVER, « Shaping minds musically », *op. cit.*

Enfin, une dernière œuvre collaborative entre arts, sciences et recherche est le projet *Biocomputer Music* d'Eduardo Reck Miranda, professeur de musique assistée par ordinateur à l'Université de Plymouth. Son travail est une collaboration musicale autour d'un piano, entre un humain et un micro-organisme. L'action résulte d'un rapport entre le musicien qui joue du piano, le son est entendu et interprété par la moisissure *Physarum polycephalum* qui a la capacité de créer des réseaux de communication capables de transmettre des signaux électriques. Ce micro-organisme, directement relié à un bio-ordinateur (créé par l'équipe de recherche), peut donc jouer du piano grâce à son activité de communication et l'interprétation faite par l'ordinateur. Le résultat donne un échange collaboratif et poétique en temps réel entre les deux acteurs de la pièce musicale[69]. Il est d'ailleurs intéressant de noter que les deux sons produits sont différents s'ils sont joués soit par l'homme ou soit par le micro-organisme, permettant à l'auditeur de distinguer l'un de l'autre et de comprendre le rapport collaboratif entre les deux acteurs.



FIGURE 1.10 – Photographie d'une performance de l'œuvre, dans laquelle nous voyons le pianiste et le micro-organisme jouer sur le même piano au Peninsula Ars Contemporary Music Festival, en 2016. Crédit photo : Eduardo Miranda.

Par ces différents exemples d'œuvres interactives et collaboratives, nous comprenons bien que la musique possède une dimension très vaste de la collaboration. Que le médium inclue plusieurs artistes, ou les spectateurs, ou encore des micro-organismes dans le processus de création de la musique, il en va toujours d'une volonté de l'artiste à ouvrir son univers à d'autres acteurs, créant ainsi une plus grande ouverture de son travail. Par les exemples de Tod Machover, nous constatons également que cette collaboration peut être

69. Un documentaire est dédié à la démarche de l'artiste : `https://vimeo.com/111409050`. De même, l'entièreté des pièces musicales peuvent être écoutées sur la page Souncloud de l'artiste : `https://soundcloud.com/ed_miranda/biocomputer-music`

une très bonne raison d'inclure toute forme de public dans la création, sans forcément devoir maîtriser les codes techniques de la création musicale. La collaboration est également un moyen d'inclure la recherche et les sciences dans les arts, par la conception d'instruments augmentés ou de programmes interactifs, comme le démontrent les recherches d'Eduardo Reck Miranda. Bien entendu, notre analyse ne représente qu'une très faible étendue des formes de collaboration qui peuvent exister dans la musique, puisque les instruments augmentés et les formes de participation des spectateurs sont des recherches explorées depuis des décennies, comme le prouve le Festival Mutek [70], qui met à l'honneur la créativité numérique et les musiques électroniques depuis 25 ans. Nous pourrions également citer *untitled 1996 (rehearsal studio no. 6, silent version)* [71] de Rirkrit Tiravanija, présentée au Centre Georges Pompidou, qui invite les spectateurs à créer leur propre musique grâce à une salle spécialement conçue dans le musée, le travail du Cookie Collective [72] où plusieurs artistes se rassemblent pour réaliser des performances de Live Coding [73], les expériences de Gaël Tissot, et notamment ses déambulations sonores géolocalisées [74], où le spectateur est libre de suivre la narration sonore selon ses déplacements dans les rues. Mais aussi, certaines sculptures acoustiques de Tinguely, [75] le travail de Wolf Vostell en collaboration avec des ingénieurs, [76] le spectacle inédit *Polytope de Mycènes* de Iannis Xenakis en 1978, où des spectateurs, animaux et gardes participent à la représentation par leur participation [77], ou encore le projet collaboratif *Habiter (avec) Xenakis* [78], co-développé par Jean-François Jégo, Makis Solomos et al., reprenant les ambitions artistiques de Xenakis avec les technologies actuelles. Jégo écrit d'ailleurs ceci : « *Dans le récital augmenté Habiter (avec) Xenakis (2022), nous avons imaginé un polytope humain pour clore le concert. À la toute fin, nous avons élaboré une interaction collective au moyen de la détection des flashes des téléphones mobiles des spectateurs filmés par une simple caméra cachée au milieu de la scène. Le traitement de l'image vidéo en noir et blanc permet d'extraire les flashes comme une constellation de points blancs régis par les*

70. `https://montreal.mutek.org/fr`
71. `https://www.crousel.com/actualite/rirkrit-tiravanija-on-air-2012-06-21/`
72. `https://www.cookie.paris/all/`
73. Performance où des artistes codent en temps réel l'image etou le son devant un public.
74. `https://www.gael-tissot.com/`
75. Jean-Yves Bosseur, *Sound and the visual arts : intersections between music and platic arts today*, (Dis Voir, 1993, p. 81.
76. *Ibid.*, p. 101.
77. `https://www.iannis-xenakis.org/polytope-de-mycenes/`
78. `https://eur-artec.fr/projets/habiter-avec-xenakis/`

mouvements des téléphones. » [79]

A la suite des arts plastiques et numériques, et de la musique, il nous semble important de mettre en avant la collaboration sous un dernier domaine artistique, les arts vivants, et plus particulièrement le théâtre et la danse.

79. Sophie Daste, Rémy Sohier et Marie-Hélène Tramus, *Pour un imaginaire numérique avec Edmond Couchot*, Centre des arts d'Enghien-les-Bains, 2022.

1.2.3 Dans les arts vivants

Le dernier domaine artistique que nous allons étudier quant à la question de la collaboration est celui des arts vivants, et plus particulièrement de la danse et du théâtre. En effet, la participation d'un spectateur dans une œuvre numérique permet de concevoir l'objet artistique à mi-chemin entre les arts plastiques et les arts vivants. Car il s'agit bien d'une installation comme Popper l'entend par art d'environnement, mais dans un même temps, nous retrouvons ici une actualisation interprétative comme on le retrouve dans les arts scéniques. La différence majeure qui est à noter est que le public n'est plus face à la scène, mais sur la scène, dans l'œuvre, en interaction et/ou interactivité avec elle.

Probablement l'un des premiers écrits en France sur la collaboration dans le théâtre, est l'ouvrage de Goizet, *Histoire anecdotique de la collaboration au théâtre* publié en 1867 à Paris [80]. L'auteur y distingue cinq formes de collaboration :

1. De la collaboration entre talents de même nature : deux ou plusieurs artistes qui discutent d'un même sujet.
2. De la collaboration entre talents de nature différente : travail à plusieurs à parts égales sur un même ouvrage. L'auteur prend l'exemple des ouvrages polyonymes (journaux ou encyclopédies par exemple), des opéras, ou encore d'un auteur de théâtre qui prend un collaborateur pour faire les couplets, « *dans l'espérance de la faire recevoir et jouer sur un théâtre de vaudeville.* » [81]
3. De la collaboration anonyme : dans le cas où une pièce de théâtre est écrite à plusieurs, le Théâtre Français pouvait interdire sa diffusion et donc les auteurs devaient se rendre volontairement anonymes pour ne laisser qu'un nom (comme le cas de *Leçon singulière* de MM. Désaugiers, Gentil et P. Villiers).
4. De la collaboration forcée : dans le cas où une personne subit la présence plus ou moins forcée d'un collaborateur. Dans le marché de l'art, cela pouvait être un jeune artiste devant faire appel à des spéculateurs pour commencer sa carrière, subissant ainsi les obligations intéressées de ces derniers.
5. De la collaboration factice : lorsqu'une personne, souvent par intérêt, s'attribue une part de la production sans y avoir travaillé. L'auteur prend l'exemple de Brueys qui n'habitait pas à Paris, et qui envoyait ses pièces à Palaprat qui les faisait représenter, s'octroyant ainsi le statut de collaborateur.

80. Joseph Goizet, *Histoire anecdotique de la collaboration au théâtre*, au Bureau du Dictionnaire du Théâtre, 1867.
81. *Ibid.*, p. 67.

En conclusion, l'auteur dit ceci de la collaboration dans le théâtre du XIXe siècle : « *En résumé, la collaboration franche, loyale, honnête n'existe plus que rarement, et tend à disparaître pour faire place à la spéculation et à l'intérêt.* [...] *Bien certainement malgré elle, la société des auteurs dramatiques a fait entrer l'industrie dans l'art. A quand la réaction !!!* » [82] Nous comprenons bien qu'ici, la collaboration est un moyen souvent intéressé dans l'art pour mettre en avant un nom dans une création sur laquelle tous les acteurs nommés n'ont pas forcément travaillé, cela causant un impact fortement négatif pour les artistes et la création. Ainsi, l'acte collaboratif n'est pas forcément une raison de création d'une œuvre collaborative, voulue par chaque parti, mais souvent le résultat plus ou moins forcé et consenti de plusieurs personnes sur une même œuvre. Dans notre cas, il s'agirait plutôt de comprendre la création dans un but voulu entièrement par l'artiste et/ou le metteur en scène, avec une œuvre participative conçue comme telle, dans laquelle le public est plus ou moins conscient de son implication collaborative.

Tandis que Murphy propose une analyse collaborative d'acteurs dans le théâtre, et de leur relation avec le metteur en scène, par les exemples de Tennessee Williams et Elia Kazan [83], Robert Cohen propose une vision globale de la collaboration dans la création théâtrale, notamment par l'ensemble et la hiérarchie [84]. L'auteur écrit d'ailleurs : « *En combinaison, et uniquement en combinaison, la collaboration et le leadership sont essentiels à la production théâtrale. Ils sont comme les deux faces d'une même médaille : les énergies collaboratives fusionnent des dizaines de talents divers et idiosyncratiques engagés dans les arts de la performance, tandis que le leadership oriente cette convergence d'artistes vers un objectif ciblé. Lorsqu'elle est réussie, cette fusion de ces objectifs apparemment opposés peut produire des performances parfaitement intégrées et puissamment propulsées, qui atteignent un impact théâtral maximal et que vous, ainsi que tous ceux qui les voient, pourriez vous rappeler pour le reste de votre vie. Cependant, pour créer de telles fusions, les compagnies de théâtre doivent établir des structures organisationnelles qui les*

82. *Ibid.*, p. 162-163.
83. Brenda Murphy, *Tennessee Williams and Elia Kazan : a collaboration in the theatre*, Cambridge University Press, 1992.
84. Robert Cohen, *Working together in theatre : Collaboration and leadership*, Bloomsbury Publishing, 2010.

rendent possibles. [85] » [86] Nous pouvons comprendre ici l'importance d'un équilibre entre travail collaboratif, où plusieurs artistes singuliers travaillent sur la même création, et une direction qui permet de contrôler, de cadrer cette créativité intersubjective. Cette vision d'encadrement d'un ensemble fluide et multiple, nous la développerons dans le Chapitre 3 de cette partie, dédié à la collaboration en amont.

Dans la sous-partie précédente dédiée à la musique, nous parlions de l'œuvre de John Cage et son rapport collaboratif au public et avec ses interprètes. Il nous semble donc important de parler d'une œuvre majeure à laquelle il a participé, une œuvre qui pourrait aussi être dans les deux autres sous-parties précédemment étudiées grâce à son aspect interdisciplinaire, il s'agit de *Variation V*, cocréée par M. Cunningham, John Cage, Stan VanDerBeek et Nam June Paik (entre autres). On peut mettre en avant la forte collaboration que l'artiste a eu avec Merge Cunningham, dans cette volonté commune « *de libérer la musique de la nécessité d'aller avec la danse, et de libérer la danse d'avoir à interpréter la musique.* » [87] Les recherches de Suquet [88] soulignent ces points communs entre les deux artistes, notamment avec des questionnements sur la structure et le rythme, l'aléatoire, ou encore l'espace. L'œuvre *Variation V* a été composée musicalement par Cage, avec l'aide de trois compositeurs, James Tenney, Malcom Goldstein et Frederic Lieberman. Douze antennes étaient placées autour de l'espace scénique pour détecter la proximité des sept danseurs : Merge Cunningham, Carolyn Brown, Barbara Dilley Lloyd, Sandra Neels, Albert Reid, Peter Saul et Gus Solomons. De même, des cellules photoélectriques étaient placées à la base de chaque antenne. L'ensemble faisait que chaque fois que les danseurs interrompaient la lumière des cellules photoélectriques, ou se rapprochaient à une certaine distance des antennes, cela allumait six haut-parleurs répartis dans la salle, créant ainsi une danse interactive entre espace de performance et espace sonore. En plus de cet ensemble interactif, des films présentant des images de télévision interprétées par Nam June

85. Traduit de l'auteur : In combination, and only in combination, collaboration and leadership are crucial to theatrical production. They are as two sides of the same coin : Collaborative energies blend dozens of diverse and idiosyncratic talents engages in the arts of performance, and leadership aims this coalescence of artists toward their focused goal. At its best, effectively merging these seemingly opposite goals can produce performances that are seamlessly integrated and forcefully propelled, that develop maximum theatrical impact, and that you and everybody who sees them may remember for the rest of their lives. However in order to create such mergers, theatre companies must create organizational structures that make them possible.

86. Cohen, *Working together in theatre : Collaboration and leadership*, *op. cit.*, p. 15.

87. Richard Kostelanetz, *Conversing with Cage*, 2003.

88. Annie Suquet, « La collaboration Cage-Cunningham : un processus expérimental », in : *Repères 2* (2007), p. 11-16.

Paik étaient diffusés sur scène, avec des enregistrements de répétition des danseurs captés par Stan VanDerBeek. Il s'agit donc ici d'une œuvre totalement hybride entre plusieurs domaines artistiques et en collaboration avec plusieurs artistes, permettant une performance inédite et unique par les interactions sur scène, entre danseurs, création musicale et art vidéo.

Il est intéressant de constater que la partition de l'œuvre n'a été écrite qu'après sa première représentation, et que par partition, nous entendons plutôt une série d'annotations, de « *Remarques* » [89] sur les ressources de la performance, les méthodes de génération sonore ou encore les attitudes compositionnelles. Ici, nous retrouvons bien l'idée de Cage d'offrir une performance contrôlée, mais ouverte à l'imprévu, à l'interprétation improvisée, au champ des possibles. En effet, les danseurs restaient libres de performer sur tout l'espace scénique à leur façon, en écho à la philosophie chorégraphique de Cunningham, changeant ainsi le rythme de base de l'œuvre et créant de l'unicité dans la représentation. Le résultat de l'œuvre est donc bien le travail participatif de chaque artiste, que ce soit dans la création du dispositif ou bien dans la représentation en temps réel face au public, permettant ainsi une création intersubjective comme nous l'avons présenté précédemment. La collaboration permet ici de créer une œuvre hybride, complexe, interactive par la gestuelle et unique à chaque représentation, et donc inscrite dans un espace-temps déterminé, incluant le public et les acteurs.

Dans la continuité des œuvres interdisciplinaires et collaboratives liées à la scène, il faudrait citer l'exemple du projet *SCHLAG !*, commandé par la Ville de Paris et le ministère de la Culture et de la Communication, en 2002. Voici la description de l'œuvre faite par le Festival *Résonnances*[90] en 2003 : « *Il ressemble au petit garçon du* Tambour *de Volker Schlöndorff : un enfant qui refuse de grandir et crie sa douleur à la face du monde. Particularité physique : c'est un être virtuel. Il a été créé par Catherine Ikam et Louis Fléri avec le double concours de l'Institut de l'image de Chalon-surSaône et de l'Agence Darwin, une antenne de l'Université de Montréal. Dernier détail, capital !, chaque soir, jusqu'au 22 juin, il est le personnage principal de* Schlag !*, le spectacle conçu par le musicien Roland Auzet et mis en scène par Philippe Boë dans le cadre du Festival Agora, qui se déroule sous chapiteau dans le jardin des Tuileries. Dans* Schlag !*, Oscar évolue sur trois écrans face à six artistes de cirque et trois percussionnistes, et impose – c'est son*

89. Leta E Miller, « Cage, Cunningham, and Collaborators : The Odyssey of" Variations V" », in : *The Musical Quarterly* 85.*3* (2001), p. 545-567.

90. `https://resonances2003.ircam.fr/rubrique272c.html`

logiciel qui veut ça – ses humeurs à la troupe. Fascinant. Et totalement inédit : chaque soir, Oscar, créature numérique mais acteur à part entière, touche son cachet comme n'importe quel autre comédien de la troupe. Une première qui en dit long sur la sensibilité de cet enfant vraiment pas comme les autres. »[91] Le spectacle consiste en une collaboration sur scène entre des danseurs, des artistes de cirque et des percussionnistes avec une entité virtuelle, Oscar, qui a la capacité d'interagir en temps réel avec les performeurs. Jean-Paul Fourmentraux propose une description plus précise des acteurs et compagnies liés à l'œuvre[92], ainsi que sur le contexte financier et politique de la création.



FIGURE 1.11 – Photographie de la performance de *SCHLAG !* lors du Festival Résonances de 2003. Crédit photo : Roland Auzet.

A travers ce spectacle interdisciplinaire et hybride, nous pouvons constater plusieurs formes de collaboration. Tout d'abord, une collaboration dans le processus de création du dispositif artistique, entre Catherine Ikam et Louis Fléri pour créer Oscar, et plus largement entre les domaines d'activité se rejoignant autour du projet afin de cocréer un spectacle entre personnage virtuel et personnes réelles (l'Agence Darwin au Canada, le CCRV et l'ENSAM, la compagnie Roland Auzet, l'Ircam et le Centre Pompidou, le cirque SCHLAG !). Toutes ces entités travaillent respectivement sur une part du projet global et permettent une cocréation horizontale, sans hiérarchie des rôles. Une autre forme de collaboration est le rapport en temps réel entre Oscar et les performeurs réels. En effet, l'ensemble des actions permet l'émergence d'un spectacle unique par l'interactivité et la réaction du programme d'Oscar, créant une représentation différente chaque soir puisque l'entité ne réagit jamais de la même manière. Ainsi, l'ensemble permet un spectacle inédit

91. Jean-Paul FOURMENTRAUX, « «Oeuvres frontières» de l'art numérique : Des actes de cocréation interdisciplinaire », in : *Anthropologie et sociétés* 35.*1* (2011), p. 187-207.
92. *Ibid.*

pour chaque nouveau public, où les actions et réactions ne sont jamais identiques d'un jour à l'autre.

Enfin, nous pouvons présenter une dernière œuvre pour illustrer la collaboration dans les arts vivants, à savoir la création *Eve3.0* de la Compagnie Voix, et notamment de l'artiste et chorégraphe Margherita Bergamo, en collaboration avec John Desnoyers-Stewart et Daniel Gonzalez. L'œuvre consiste en une performance hybride entre Margherita Bergamo, qui danse autour de six spectateurs immergés dans des casques de réalité virtuelle. La performance est divisée en plusieurs temps :

1. Un temps d'introduction où l'artiste chorégraphe est seule sur scène. Elle compose l'espace en dansant, plaçant douze chaises en rond, sur la moitié desquelles elle pose un casque de réalité virtuelle (Meta Quest 2) et un carnet avec un prénom. A la fin de ce temps, elle va chercher dans le public six personnes, qu'elle fait asseoir sur les chaises libres restantes, puis leur fait équiper le casque et tenir le carnet.
2. Un temps d'incarnation des spectateurs dans chacun de leur personnage. Chaque personne est immergée dans un monde virtuel filmé en caméra 360°, présentant des enfants racontant une histoire en dansant. Pendant tout ce temps, des actions réelles sont synchronisées avec des actions virtuelles. Par exemple, un enfant va toucher virtuellement l'épaule d'un spectateur, et dans le monde réel, Margherita Bergamo va répéter le même geste en temps réel afin de créer un jeu de présence et d'immersion entre réel et virtuel.
3. Un temps où les spectateurs sont plongés dans un monde sombre et peuvent jouer avec une silhouette humanoïde virtuelle. L'objectif est de pouvoir danser avec elle par des jeux de particules reliées aux mains, puis par enlacement entre le spectateur réel et la silhouette virtuelle. Dans le monde réel, l'artiste chorégraphe a invité six nouvelles personnes sur scène pour incarner réellement la silhouette virtuelle, permettant un retour physique de sensation de corps pour le spectateur immergé lors des contacts (voir Figure 1.13).
4. Un temps en réalité mixte (le spectateur perçoit le monde réel à travers le casque, mais avec l'ajout d'un filtre colorimétrique le laissant immergé dans l'œuvre virtuelle) où les spectateurs peuvent danser ensemble en improvisation. Les spectateurs non immergés et présents sur scène peuvent également danser pour créer un ensemble chorégraphique totalement libre. Durant ce temps, les casques peuvent être échangés pour que la perception de chaque spectateur change entre monde réel

et monde étendu (voir Figure 1.12).

5. Sur le dernier temps, chaque personne immergée et non immergée est en cercle, assise, et contemple la fin de la performance avec une dernière chorégraphie faite par Margherita Bergamo.



FIGURE 1.12 – Photographie de l'œuvre *Eve 3.0* performée lors du Festival Recto VRso 2023. Crédit photo : Laval Virtual.



FIGURE 1.13 – Photographie de l'œuvre *Eve 3.0* performée lors du Festival Recto VRso 2023. Crédit photo : Laval Virtual.

Dans cette œuvre également, nous pouvons retrouver trois formes de collaboration. Une première entre l'équipe de développement et la chorégraphe qui permettent la co-création d'une œuvre en réalité mixte. Une deuxième entre la chorégraphe et les spectateurs dans une performance de danse sur un même espace scénique. Enfin, une troisième collaboration a lieu entre les duos de spectateurs formés, qui permettent la création d'un

chorégraphie improvisée et interactive, permettant de créer un ensemble de danse composé d'une chorégraphe et de six duos. Il nous a d'ailleurs été intéressant de constater, lors de la participation à l'une des représentations en 2023, qu'à la fin de l'œuvre, les duos se séparent assez naturellement pour danser tous ensemble et se mélanger. Dans un article co-écrit par John Desnoyers-Stewart et Margherita Bergamo [93], les chercheurs constatent un impact fort de l'œuvre sur le sentiment d'incarnation [94] et d'immersion, mais que cela pouvait varier selon le contexte de présentation, que ce soit dans un laboratoire ou un festival artistique. Egalement, le contact physique entre les spectateurs qui ne sont pas forcément préparés à cette action avant qu'elle soit effectuée, engendrait souvent de la gêne, voire un mouvement de recul de la part des personnes non immergées dans la réalité virtuelle. Il est pertinent de constater que malgré la participation volontaire d'un spectateur à une œuvre collaborative, cela n'entraîne pas forcément une acceptation de tous les rôles ou les actions qu'on lui demande d'effectuer. Il se peut, par exemple, que le contact physique avec une personne étrangère soit une action déroutante pour un spectateur, sentiment pouvant être accentué par la présence d'un public extérieur à l'œuvre, observant l'ensemble de la représentation.

Bien évidemment, nous pourrions citer de nombreux autres exemples d'œuvres numériques, participatives, incluant le public dans l'espace scénique et dans le processus de création d'œuvre. En premier lieu, le spectacle de danse `_P/\RC___` [95] de la compagnie Shonen avec Éric Minh Cuong Castaing, dans lequel le public est invité à s'installer sur scène, sur des modules de gymnastique. La performance commence avec deux écrans télécommandés sur roues, présentant des enfants en situation de handicap dans leur chambre. Puis, des danseurs professionnels évoluent autour du public en compagnie d'autres enfants handicapés, réagissant à la présence des spectateurs. Peu à peu, les danseurs déplacent de force les spectateurs pour qu'ils quittent les modules et donc l'espace de la scène pour s'asseoir en retrait. La pièce consiste donc en une mise en avant des enfants en situation de handicap, bousculant la présence des spectateurs pour se réapproprier l'environnement scénique. Les parents des enfants dansent également sur scène, créant une collaboration entre danseurs professionnels et non professionnels où l'enfant est à l'honneur. Les deux autres enfants à distance, connectés à la performance par l'écran téléguidé, peuvent

93. John Desnoyers-Stewart et al., « Real human touch : performer-facilitated touch enhances presence and embodiment in immersive performance », in : *Frontiers in Virtual Reality* 4 (2024), p. 1336581.

94. Sentiment de se sentir immergé dans son corps virtuel. Nous reviendrons sur la définition de l'incarnation dans la deuxième partie de notre thèse

95. `https://festival-waterproof.fr/programmation/2025/p-rc`

communiquer par l'écrit et déambuler dans l'espace grâce à la technologie mobile. Nous pouvons également parler du travail de CREW Brussels qui réfléchit aux nouvelles formes de présentation de l'art vivant par les technologies, notamment avec leur interprétation d'Hamlet [96]. Mais aussi, les recherches de Georges Gagneré sur les avatars dans le théâtre interactif avec capture de mouvement [97], la pièce *The Chemical Wedding of christian Rosenkreutz* de Troika Ranch, dans laquelle les artistes performent en interaction avec des images et des sons générés par ordinateurs puis rediffusés, ou encore l'œuvre *Danse avec moi* [98] de Michel Bret et Marie-Hélène Tramus, où une danseuse virtuelle performe grâce, et en collaboration avec le spectateur réel.

Ces quelques œuvres nous permettent plutôt de comprendre plus précisément le cadre collaboratif de différentes manières, mettant en avant différentes relations de la part de l'artiste et/ou du spectateur. Cette présentation nous permet dorénavant de préciser les différents niveaux de collaboration que l'on retrouve dans notre recherche, en décrivant plus profondément les rôles et outils de chaque acteur collaboratif, et les liens qui se forment entre chacun. Ainsi, notre prochain chapitre se destinera à cette présentation complète.

96. `https://crew.brussels/fr/productions/hamlet-s-playground`

97. Georges Gagneré, « AKN_Regie : Un plugin dans Unreal Engine pour la direction d'avatar sur une scène mixte », in : *JIT 2022-Journées d'Informatique Théâtrale 2022*, 2022.

98. `https://www.anyflo.com/bret/art/2001/danse_avec_moi/danse_avec_moi.htm`

Chapitre 2

Différents niveaux de collaboration

La collaboration est un moment expérientiel qui s'inscrit dans une temporalité définie par l'existence de l'œuvre. Avec l'art numérique, cette temporalité s'inscrit du début du développement de l'œuvre, jusqu'à la fin de la performance du spectateur, et donc du processus de création à la réception interactive du spectateur. Cependant, la collaboration entre un artiste et un spectateur n'est pas la même qu'entre les spectateurs durant la performance, ou encore entre l'artiste et l'équipe de développement du dispositif artistique. Dans ce chapitre, nous définirons ces différentes relations basées sur des temporalités successives de l'œuvre dans sa globalité.

Car la création d'une œuvre numérique demande à un artiste plusieurs connaissances techniques, toutes aussi exigeantes que variées, il est fréquent que celui-ci s'entoure de personnes spécialisées afin de codévelopper le dispositif artistique.

Dans la continuité de l'art participatif, le spectateur se retrouve regardeur, mais aussi acteur, interacteur, performeur avec le dispositif artistique. Nous l'appellerons plus tard auteur-aval. Par son processus interactif, il devient ainsi décisionnaire de la forme finale de l'œuvre. L'interactivité le rend coauteur, sa performance lui donne un statut de créateur-acteur par les décisions qu'il prend. Il compose l'œuvre grâce aux outils que l'auteur-amont lui a proposés.

Ainsi, nous étudierons les différentes formes de collaboration qui peuvent exister dans le développement et la performance de l'œuvre, sur différentes temporalités de cocréation. Ces différentes formes sont avant tout complémentaires, elles créent un ensemble permettant l'existence d'une œuvre en réalité virtuelle collaborative. Néanmoins, toutes ces formes relationnelles collaboratives ne sont pas intrinsèques à toutes les œuvres d'art numérique, c'est ce que nous présenterons tout au long de ce chapitre.

2.1 Les acteurs de la collaboration

Nous allons développer trois rôles majeurs dans le processus de cocréation de l'œuvre, prise en compte dans sa globalité (à savoir de sa naissance à sa performance). Ces trois rôles cocréateurs sont *l'auteur*, *l'artisan* et *le spectateur*. Il faut prendre en compte un quatrième rôle qui sera légèrement développé, à savoir celui du programme artistique interactif.

L'*auteur cocréateur* est l'artiste qui dirige la création de l'œuvre. Il occupe donc les rôles d'artiste, mais aussi de responsable de projet. L'*artisan cocréateur* est le développeur de l'œuvre. C'est par son savoir-faire spécifique qu'il est invité à interpréter la demande de l'auteur dans un but de création du dispositif numérique. Le *spectateur cocréateur* est le performeur de l'œuvre, et donc le responsable de sa forme finale par sa participation.

2.1.1 Auteur cocréateur

L'*auteur cocréateur* représente la personne à l'initiative du projet, et qui possède plusieurs rôles : le créateur de la narration de l'œuvre et de son intention, l'artiste qui va intervenir selon ses capacités techniques sur la création de l'œuvre, et enfin celui qui dirige l'équipe de développement et donc le processus de création du dispositif.

Pour cette partie, nous appelons l'*auteur* ce qui sera parfois précisé plus tard l'*auteur-amont*[1]. Ici, nous faisons une distinction entre auteur et artiste. Non pas que ces termes soient si différents dans l'acte de création qu'ils représentent, mais dans le cadre de cette recherche, l'auteur englobe plusieurs processus créatifs et décisionnaires, dont celui d'artiste. De même, dans notre étude, nous nous focalisons sur l'auteur qui s'entoure de spécialistes pour créer son œuvre, et non de l'artiste-programmeur qui a les connaissances et les techniques pour réaliser seul son dispositif.

Ainsi, l'auteur reprend bien l'idée de la personne responsable de l'intention de l'œuvre. C'est-à-dire qu'il est à l'initiative de l'idée artistique, du corpus de l'œuvre, de son champ des possibles, de son interactivité et de son exécution. C'est selon son imaginaire, ses intentions et ses motivations que l'œuvre existera, avec de possibles changements venant de l'extérieur lors de sa création. Il est aussi le créateur de la narration, de la scénarisation et de la scénographie de l'œuvre. En soi, tout ce qui englobe le spectre théorique et artistique de l'œuvre, de sa naissance en tant qu'idée à sa conception, jusqu'à son exposition, fait partie du domaine d'action de l'auteur.

Il nous semble intéressant de rejoindre cette idée à l'évolution du statut d'artisan à celui d'artiste. Au Moyen-Âge par exemple, l'artisan était le peintre, le sculpteur, à savoir l'homme de métier dont la technique était le cœur de son savoir-faire. Mais l'évolution de l'art, avec les avant-gardes et les contextes sociétaux, fait de l'artiste au XXe siècle un nouveau statut socio-professionnel, qui doit innover et réinventer constamment son rôle[2]. Dans notre cas, il en va de même avec notre définition de l'artiste qui devient auteur dans la création d'une œuvre numérique comme celle que nous étudions ici. Pour reprendre l'idée de Moulin, c'est parce qu'il réinvente ses rôles, ses outils, ses techniques et ses objectifs, qu'il doit également réinventer son statut.

L'artiste, comme nous l'entendons d'un point de vue traditionnel, est bien la personne qui intervient, par ses connaissances et sa technicité (sa *techné*), sur l'œuvre. Cette créa-

1. Voir la sous-partie 2.2.2 : Auteur-amont / Auteur-aval

2. Raymonde Moulin, « De l'artisan au professionnel : l'artiste », in : *Sociologie du travail* (1983), p. 388-403.

tion peut être visuelle, sonore, du code, ou toute autre forme d'expression qui permet à l'œuvre d'exister. Il fait partie d'une équipe entière d'autres acteurs (*les artisans cocréateurs*[3]) de la création qui partagent d'autres savoir-faire. Pour bien comprendre ce travail collectif par la *techné*, nous pouvons reprendre le schéma de distribution des savoirs autour de la création d'une œuvre numérique proposé par Jean-Paul Fourmentraux (voir Figure 2.1).

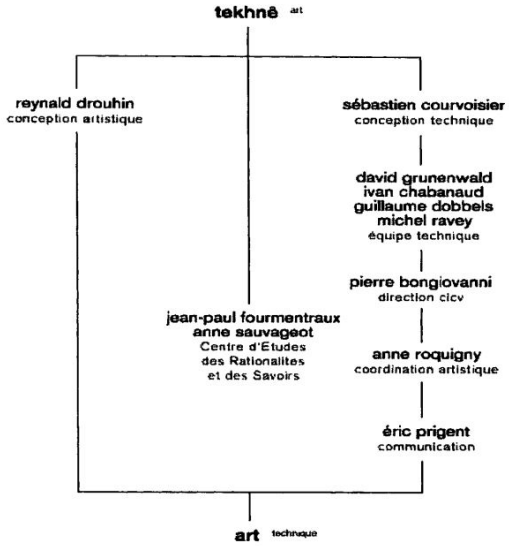


FIGURE 2.1 – Schéma de la collaboration sur la création d'une œuvre numérique de Jean-Paul Fourmentraux[4]

Par cette illustration, nous pouvons comprendre la différence des interventions sur un axe techné(art) / art(technique), avec d'un côté, l'exemple du travail de Reynald Drouhin sur la conception artistique de l'œuvre *Des_Frags*[5], et de l'autre côté, la conception technique des différents acteurs du développement, jusqu'à la communication. Ici, la hiérarchie n'est pas horizontale, mais plutôt axée sur un même plan où chaque intervention permet de donner une part d'existence à l'œuvre. Pour citer l'auteur : « *Ainsi, à l'image du "générique" cinématographique, il est fait mention de l'ensemble du "personnel de renfort" qui a concouru à la réalisation de l'œuvre : des acteurs directs de la conception artistique et technique (détenteurs des savoirs faire correspondants), aux partenaires institutionnels, agents de la communication, et jusqu'aux acteurs de l'étude sociologique portant sur les*

3. Voir sous-partie 2.1.2

5. Jean-Paul FOURMENTRAUX et Reynald DROUHIN, « LES COULISSES DE L'ŒUVRE NET ART », in : *Ligeia, dossiers sur l'art 45-48* (2003), p. 116-122.

relations entre artistes et informaticiens. Contrairement au générique cinématographique, la "distribution" se veut non hiérarchique mais partagée sur l'axe vertical qui va de la Tekhné^{art} (qui fait référence à la pratique, aux savoirs faire) où conception artistique et technique sont mises au même niveau, jusqu'à l'Art^{technique} (qui renvoie davantage aux "règles de l'art") où s'opèrent l'inscription et la reconnaissance artistique. »[6] L'artiste est donc la facette de l'auteur qui va avoir recours à sa technique pour cocréer le dispositif artistique, sur le même plan que les différents autres acteurs de la création du dispositif artistique.

Enfin, le rôle de l'auteur comprend aussi celui de responsable, de directeur artistique, de réalisateur, ou encore comme nous le préciserons plus tard, de chef d'orchestre (voir Chapitre 3). En effet, au-delà de sa capacité à imaginer une œuvre et à en construire une partie, il doit aussi être responsable de la gestion de l'ensemble de l'équipe de création en amont. Ainsi, il doit créer un cadre de travail où artistes, techniciens, développeurs, musiciens et autres scientifiques doivent cohabiter, cocréer le programme artistique. Donc par cela, l'auteur est en charge de recevoir les suggestions, les idées de chaque acteur de l'œuvre, afin de les assimiler avec son intention artistique initiale. Il est par cela responsable de la bonne harmonisation des idées dans le but de créer une œuvre cohérente, complexe et intuitive pour le spectateur. Pour ce faire, dans le cadre de cette recherche, nous avons expérimenté trois techniques principales : l'interdisciplinarité diagonale, la coordination des différents langages et la méthode empirique par itérations, que l'on définira en chapitre 3 de cette partie.

6. Jean-Paul Fourmentraux, « L'œuvre, l'artiste et l'informaticien : compétence et personnalité distribuées dans le processus de conception en art numérique », in : *Sociologie de l'art 1* (2003), p. 69-96.

2.1.2 Artisan cocréateur

L'*artisan cocréateur* est le rôle donné à toute personne en dehors de l'auteur (et donc, comme précisé précédemment, de l'artiste) permettant le développement de l'œuvre. Ainsi, cet artisan peut être un autre artiste non responsable de l'intention initiale de l'œuvre, un développeur, un technicien, ou bien encore un scientifique. C'est bien à l'auteur de composer son équipe d'artisans par rapport aux technicités dont il a besoin pour coconstruire le dispositif artistique. Pour reprendre les recherches de Moulin, l'artisan est bien celui dont la technicité est la raison de sa participation à l'œuvre [7]. Il se dégage de l'artiste par le fait qu'il n'est pas à l'origine du concept de l'œuvre, et donc des décisions qui en découlent pendant le processus de création. Cependant, selon le cadre que l'auteur crée pendant le développement du dispositif artistique, l'artisan est plus ou moins libre de proposer des modifications ou d'apporter des suggestions pour enrichir l'œuvre. Pour reprendre sommairement le concept d'artisan que développe Platon dans le rapport à l'objet d'art, il faut différencier l'idée, qui est une intervention divine, de l'objet fini, qui est l'imitation de l'idée faite par l'artisan [8]. Platon prend l'exemple d'un lit, dont Dieu aurait créé son idée parfaite, et l'artisan aurait tenté d'imiter ce concept, sans pour autant pouvoir arriver à un résultat divin. Dans cet exemple, nous nous affranchissons totalement de la notion de divin, et même de l'aspect *imitateur ignare, flatteur et démagogue* dont parle Lafargue. Il nous semble plutôt pertinent de différencier le concept initial qui vient de l'auteur dont nous parlions précédemment, de la construction, du développement de cette idée en objet plastique (et dans notre cas, en dispositif artistique interactif). L'artisan, non pas imitateur mais plutôt révélateur de l'idée, est le responsable de l'existence de l'œuvre, il en est son cocréateur par sa technicité. De plus, c'est justement par le fait que l'artisan ne puisse pas reproduire l'idée initiale parfaitement que sa présence est importante. Dans le rôle de la création collaborative du dispositif artistique, c'est son interprétation singulière, subjective qui est importante et qui apporte de l'enrichissement à l'œuvre. D'un rapport péjoratif comme proposé par Platon, nous souhaitons donc redonner sens à cette définition.

Ici, il est important de préciser un aspect important dans la création, c'est le concept d'interdisciplinarité. En effet, chaque acteur du processus de création, en incluant l'auteur,

7. Moulin, « De l'artisan au professionnel : l'artiste », *op. cit.*

8. Bernard Lafargue, « L'artiste en artisans », in : *Figures de l'Art. Revue d'études esthétiques* 7.*1* (2003), p. 15-37.

est au même niveau d'expressivité et de liberté d'interprétation. Il ne s'agit pas d'un rapport hiérarchique pyramidal, mais plutôt une vision d'orchestre, avec un décisionnaire placé frontalement, mais sur la même scène que l'ensemble de son orchestre. Aussi, chaque artisan, ou métaphoriquement musicien, est libre d'interpréter, de proposer une idée ou de suggérer un apport à l'œuvre, soit technique ou soit artistique. Le but de ce rapport est bien de permettre la création d'un cadre de travail ouvert, basé sur l'enrichissement des idées par le partage des différents univers. Ainsi, un artisan du domaine artistique peut tout à fait proposer une construction ou un système interactif codé, et un artisan du domaine informatique peut quant à lui développer une proposition artistique. L'intérêt est que les frontières entre chaque discipline se rendent invisibles afin de pouvoir créer une cohésion humaine et une richesse de création.

L'artisan cocréateur est avant tout un spécialiste technique. Il participe au développement de l'œuvre grâce à ses connaissances et sa technicité, en suivant une narration aux limites non fixées. Il est libre d'interprétation dans le processus de création, c'est-à-dire qu'il ne suit pas une partition à la lettre, mais développe son propre chemin pour arriver à une finalité demandée par l'auteur. Cette même finalité peut tout à fait évoluer selon la méthode d'exécution et de travail de l'artisan. Prenons l'exemple d'une demande de système interactif faite par l'auteur au développeur : la captation du souffle permettant l'envol d'une plume virtuelle. Selon l'expérience et la technicité du développeur, le système de captation du souffle, la reconnaissance de l'intensité ou encore le déplacement virtuel de la plume pourront différer. Premièrement, tous ces éléments ne seront pas les mêmes d'un développeur à l'autre. Chaque artisan a sa propre interprétation de sa technique, utilise ses outils de manière individuelle. C'est en cela que le travail en collaboration comprend une richesse de complexité et d'intersubjectivité, même dans un processus de création pouvant être très codifié, normé ou informatisé.

Deuxièmement, le résultat de la plume en mouvement grâce à la captation du souffle ne sera pas forcément le même que celui imaginé en amont par l'auteur. En effet, selon les problèmes rencontrés [9] lors de la création de l'œuvre, la finalité visuelle et interactive de l'œuvre peut évoluer.

9. Par exemple, un ventilateur placé dans la pièce réelle et faisant bouger involontairement la plume virtuelle, comme cela a été le cas lors de la création de l'œuvre La Plume (1998) d'Edmond Couchot et Michel Bret. L'artiste pensait qu'il y avait un problème dans le code car la plume bougeait toute seule, et donc a revu et renforcé son programme, alors qu'il s'agissait d'un ventilateur qui était capté dans le micro, et donc faisait vibrer l'objet virtuel.

Au final, le rôle de l'artisan est beaucoup plus riche que le simple fait d'exécuter une idée. Selon son univers, selon ses capacités techniques et la liberté d'interprétation que lui laisse l'auteur, il est co-responsable de la forme finale du dispositif artistique. C'est par son intervention, sa subjectivité et son implication qu'il laisse une trace dans l'œuvre intersubjective. De même, l'artisan n'est pas cloisonné dans son domaine d'activité, mais peut tout à fait explorer les autres champs de connaissances présents dans le projet collaboratif. Par cette idée de croisement des savoirs et des interventions, nous avons la volonté d'améliorer le système interdisciplinaire lui-même, en faisant raisonner les différents acteurs par la cocréation, mais également en travaillant non pas avec différents domaines d'expertises, mais plutôt avec différents artisans subjectifs qui enrichissent fortement l'œuvre finale intersubjective.

2.1.3 Spectateur cocréateur

D'un rapport frontal à l'œuvre, le spectateur devient immergé, interactif, acteur, performeur. Bien entendu, cet acte de création se diffère de celui de l'artiste, puisque c'est bien ce dernier qui crée le cadre et l'intention, le contexte de l'œuvre. Le public, selon les règles qu'on lui propose en amont, va pouvoir exprimer sa subjectivité dans le dispositif artistique, qu'il soit performatif, scénique et/ou numérique. Avec l'art numérique interactif, le rôle du spectateur performeur est automatiquement induit par le dispositif lui-même. Ainsi, à la manière d'un trompe-l'œil ou d'une anamorphose qui requière une implication précise du spectateur pour sa bonne interprétation, l'œuvre interactive questionne en permanence sa performativité. Elle n'existe plus simplement par son support, sa matérialité et par un processus de création réalisé par l'artiste, mais aussi par sa performance, par son activation par le public. Et il est important de rappeler que chaque activation de cette œuvre est unique au spectateur qui la performe.

Dans le Publictionnaire en ligne[10], Christian Ruby revient sur l'étymologie du mot spectateur d'art : « *Les dictionnaires du XVIIe siècle (Académie, Furetière, Trévoux), témoignant de l'usage du terme, en Europe, indiquent, sans le légitimer encore, qu'il a été forgé sur des racines indo-européennes* – spek*, observer, ayant ses dérivés dans inspecter, aspect, espèce –, fixées dans le grec* skopos *(dérivé de* skeptomai*), la cible, et* skopein*, façon de regarder, viser, au demeurant quelque chose qui ne se donne pas aisément à atteindre. Le terme serait donc à la fois actif et passif. Il indiquerait celui qui observe et ce qui est observé. Ce terme grec donne* speculum *(miroir) en latin, et* speculari *(inspecter) par* specio*, puis le substantif* spectator*, mais aussi les dérivés en scope : microscope, télescope, cinémascope, et encore* épiscopos*, c'est-à-dire l'évêque, le surveillant. C'est sa dernière forme substantive latine qui est retenue dans la langue française concernant notre objet. Le terme se fait équivalent de regarder, contempler, et en particulier « regarder un spectacle ». Il a un sens figuré : celui qui fait attention à, qui a en vue quelque chose. Ces considérations, datant comme on l'entend de l'âge classique, fixent par conséquent en « spectateur » une personne assistant à un spectacle, un témoin oculaire d'un fait, tout en n'étant pas dans l'action.* » Nous comprenons bien par cette étymologie que le spectateur est, selon les dictionnaires du XVIIe sièce, extérieur à l'espace scénique, à l'action, à l'objet de l'observation. Sur ce même axe, il nous semble important de préciser le terme

10. Ruby Christian, « Spectateur d'art » Publictionnaire. Dictionnaire encyclopédique et critique des publics. Mis en ligne le 15 février 2017. Dernière modification le 19 septembre 2024. Accès : `https://publictionnaire.huma-num.fr/notice/spectateur-dart`.

de public, que l'on retrouvera plusieurs fois dans notre thèse. Hagemann écrit ceci : « *La notion de public met ainsi davantage l'accent sur le collectif, tandis que celle de spectateur s'intéresse plutôt aux expériences individuelles. Les deux ont leur raison d'être, puisque les théâtres sont des espaces sociaux où se forment des communautés éphémères d'individus très différents. Ce qui compte, c'est ce sur quoi l'on souhaite insister : l'expérience collective ou bien individuelle. En ce qui concerne le terme* public*, il faut toujours garder à l'esprit que celui-ci est pluriel - en termes d'aspects sociaux, économiques ou culturels -, mais aussi que l'expérience de perception peut largement diverger d'un spectateur à l'autre.* » [11] Si l'on considère que le public est l'ensemble des spectateurs devant une pièce de théâtre, et qu'il y a autant de nombre de publics différents que de représentations différentes, il reste cependant important de ne pas généraliser les comportements individuels et collectifs. Chaque spectateur vit son expérience personnelle, même dans une œuvre collaborative et participative. Et chaque public évolue selon le groupe lui-même. Aussi, dans notre cas, nous pourrons parler de public pour inclure l'ensemble des spectateurs qui ont, ou qui performeront l'œuvre dans le futur, mais également de public pour parler de la performance collective de plusieurs spectateurs lors d'une même expérience d'une œuvre collaborative.

C'est par cela que l'on considère le spectateur comme performeur, comme *spectacteur* pour reprendre Jean-Louis Weissberg : « *Ni pur spectacle requérant une simple interprétation, ni libre improvisation, ni confrontation à une forme immuable hors d'atteinte, ni libre disposition, ni rapport avec un objet stable, ni relation avec un humain : ainsi se déploie le commerce avec les œuvres actées, constamment renvoyées d'un de ces pôles vers l'autre. C'est ce que tente de désigner la notion risquée de « spectacteur ».* » [12] Il continue de préciser ce terme : « *C'est bien en référence à la situation du spectateur de cinéma (ou dans une bien moindre mesure, du spectacle vivant), que le néologisme « spectacteur » prend son sens. Acteur de son spectacle (en collaboration avec les logiciels installés par les concepteurs), spectateur des effets de ses actes : telle est bien la posture de celui qui se confronte à ces dispositifs, franchissant sans cesse la barrière émiotique délimitant l'intérieur (la présentation) et l'extérieur (le dispositif organisant l'accès).* » [13]

Le terme de spect-acteur vient d'Augusto Boal dans son ouvrage *Jeux pour acteurs et*

11. Simon Hagemann et Izabella Pluta, *Quels rôles pour le spectateur à l'ère numérique ?*, Éditions Épistémé, 2023.
12. Pierre Barboza et Jean-Louis Weissberg, *L'image actée*, Editions L'Harmattan, 2006, p. 16.
13. *Ibid.*, p. 16-17.

non-acteurs[14] et désigne les personnes présentes sur scène, considérées à l'égal des acteurs, se séparant ainsi de leur rôle d'observateur distant de l'espace de jeu.

Il est intéressant de constater que Weissberg reprend ce statut de spectateur pour l'intégrer avec l'idée d'interactivité avec un dispositif numérique, un logiciel. En effet, par l'aspect inédit du processus d'interprétation du regardeur dans l'art numérique, il est important de le rapporter à des formes similaires, comme le spectateur d'art vivant par exemple. Ici, le *spectacteur* est bien dans un processus interactif qui a une conséquence sur le résultat final de l'œuvre. C'est par sa subjectivité qu'il interprète et compose l'œuvre selon le compromis que lui a laissé l'auteur-amont. Cette liberté d'interprétation, de composition, voire de cocréation, c'est bien ce qui permet à l'œuvre d'être vécue dans un temps déterminé par l'interacteur, selon ses volontés, ses envies et son rapport intime au dispositif artistique.

Grâce à l'évolution du matériel informatique et technique, il est aisé de proposer à un spectateur d'interagir avec l'ensemble de son corps. Par sa position dans l'espace, par les mouvements de son corps, par le souffle ou encore même par son activité neuronale, il peut créer ou composer du contenu virtuel. De même, l'œuvre interactive n'est plus simplement dans un principe d'action-réaction, mais dans une interprétation du programme sur l'action faite par le spectateur, pour générer une réaction adaptée en temps réel, et donc de manière imprévisible pour l'artiste comme pour le public interactif. En cela, c'est à ce dernier de s'adapter à l'œuvre, à l'interactivité, au programme. C'est donc pourquoi nous pouvons le considérer comme cocréateur, parce qu'il doit utiliser son corps entier, sa subjectivité, l'adapter en permanence dans un processus artistique, pour créer un résultat final qui lui est propre, et qui ne pourra jamais être répété.

Maintenant que nous avons identifié les différents acteurs et défini leur rôle dans les collaborations, nous allons définir plus précisément chaque relation qu'ils ont les uns avec les autres et donc présenter quatre formes collaboratives dans une œuvre numérique en réalité virtuelle comme Creative Harmony.

14. Augusto Boal, *Jeux pour acteurs et non-acteurs : pratique du théâtre de l'opprimé. Suivi de Expériences en France*, La Découverte, 2004.

2.2 Définition des collaborations

> *Chacun des artistes dont le travail relève de l'esthétique relationnelle possède un univers de formes, une problématique et une trajectoire qui lui appartiennent en propre : aucun style, aucune thématique, ou iconographie ne les relie entre eux. Ce qu'ils partagent est bien plus déterminant, à savoir le fait d'opérer au sein d'un même horizon pratique et théorique : la sphère des rapports inter-humains. Leurs œuvres mettent en jeu les modes d'échange sociaux, l'interactivité avec le regardeur à l'intérieur de l'expérience esthétique qu'il se voit proposer, et les processus de communication, dans leur dimension concrète d'outils servant à relier des individus et des groupes humains entre eux. Tous œuvrent donc au sein de ce que l'on pourrait nommer la sphère relationnelle* [...]. [15]

Ce que Bourriaud nomme la sphère relationnelle fait directement référence à l'œuvre dans notre cas, à savoir la raison qui met en relation des individus entre eux, parfois avec un programme informatique également. L'esthétique relationnelle est donc la conception, théorique et pratique, d'œuvres mettant en relation des individus entre eux, et ce sur plusieurs temporalités. Ou autrement dit : « [...] *une ensemble de pratiques artistiques qui prennent comme point de départ théorique et pratique l'ensemble des relations humaines et leur contexte social, plutôt qu'un espace autonome et privatif.* » [16] L'art numérique, en suivant cette réflexion, se retrouve bien dans une esthétique relationnelle, où l'auteur est relié au spectateur par l'œuvre interactive, il est parfois relié à des spécialistes pour concevoir son œuvre, et le spectateur est relié à l'œuvre par l'interactivité.

Cette thèse développe quatre formes de collaborations dans le processus de création d'une œuvre en réalité virtuelle. Tout d'abord, une collaboration entre l'auteur cocréateur et les artisans cocréateurs. La deuxième forme de collaboration est celle entre l'auteur-amont et l'auteur-aval, pour reprendre les termes d'Edmond Couchot, à savoir l'auteur et les spectateurs.

L'auteur-aval, nous l'avons vu, est en collaboration avec l'auteur-amont pour cocréer une œuvre finale, ou du moins, la faire exister par l'intersubjectivité. Mais il faut rajouter également le processus interactif et donc le principe dialogique entre l'œuvre interactive et le spectateur, c'est la troisième forme collaborative. Au-delà des collaborations qui gravitent autour du processus de création et du rapport à l'acte de développement de l'œuvre, ce concept est poussé jusqu'à la collaboration de plusieurs spectateurs dans une

15. Bourriaud, *Esthétique relationelle*, *op. cit.*, p. 45.
16. *Ibid.*, p. 114.

même œuvre, c'est la quatrième forme.

Nous l'avons dit, ces différentes formes de collaboration ne sont pas obligatoires à toutes les œuvres d'art numérique interactif. En effet, seules la deuxième et la troisième évoquées sont antinomiques à leur existence, et ont souvent été développées et théorisées depuis les années 1990. Cependant, nous souhaitons réfléchir davantage à ces rapports collaboratifs dans le spectre de notre recherche.

2.2.1 Auteur-amont / équipe de développement

La première forme de collaboration est celle entre l'auteur-cocréateur et les artisans cocréateurs. Avec l'art numérique interactif, et précisément la réalité virtuelle, l'acte traditionnel de création d'une œuvre par un artiste a évolué. D'un artiste solitaire face à sa toile, avec un enjeu qui lui est propre et des compromis peu visibles face à son œuvre et au spectateur, nous découvrons un artiste réalisateur, chef d'orchestre, ou bien directeur artistique selon les préférences de chacun. Cette nouvelle forme de création dans le champ des arts plastiques / numériques (sans ignorer le système d'atelier que nous retrouvions avec les Beaux-Arts depuis la Renaissance), invite à l'échange, à la collaboration et aux compromis. Ici, nous nous intéresserons à la relation qu'a l'auteur avec les artisans cocréateurs. Dans ses recherches sur l'art numérique et les technologies, Ahmed explique ceci : « *Cependant, il en va de même pour de nombreux autres artistes dans le domaine de l'art et de la technologie, où les artistes collaborent soit avec des technologues, soit recrutent des experts pour développer la partie technique de leurs œuvres s'ils ne maîtrisent pas eux-mêmes la technologie (Ahmed et al. 2009 ; Ahmed 2011)*[17] »[18] Le nouveau statut de l'auteur entraîne de nouveaux savoir-faire et de nouvelles compétences qu'il ne peut pas forcément maîtriser en totalité pour la création de son œuvre. Aussi, il est courant de voir des collaborations dans le processus de développement d'un dispositif artistique. Cette évolution entraîne forcément de nouveaux paradigmes pour l'œuvre, mais également pour le contexte culturel et le marché de l'art, qu'étudie Fourmentraux à travers l'exemple d'œuvres créées de manière collaborative[19]. En parlant justement des sites internet, Sauvageot et Fourmentraux écrivent ceci : « *Envisager l'œuvre numérique interactive comme un dispositif à part entière, c'est envisager alors non pas une mais plusieurs œuvres enchâssées. Ce concept permet ainsi de rendre compte des interactions qui sont au principe de l'œuvre tant du point de vue des coopérations qu'elle a nécessitées - entre artiste et informaticien - que de celui de la participation des visiteurs qu'elle autorise.* »[20]

17. Traduit de l'auteur : However, similar is the case with many other artists in the area of art and technology where artists are either collaborating with technologists or hiring some expertise to develop the technical part of their artwork if they do not know the technology by themselves (Ahmed et al. 2009) (Ahmed 2011).

18. Ahmed, « Interaction and interactivity : in the context of digital interactive art installation », *op. cit.*

19. Fourmentraux, « L'œuvre, l'artiste et l'informaticien : compétence et personnalité distribuées dans le processus de conception en art numérique », *op. cit.*

20. Anne Sauvageot et Jean-Paul Fourmentraux, « Les coulisses du Cyberart », in : *" Vers une Sociologie des Oeuvres" Actes des cinquièmes rencontres internationales de sociologie de l'art de grenoble (GDR CNRS OPuS-Oeuvres Publics, Sociétés), sous la direction de Jean-Olivier Majastre et Alain Pessin.*

L'auteur cocréateur a donc un triple rôle : celui d'imaginer, celui de diriger et celui de créer. Cela ne signifie pas forcément qu'il détient toute la finalité de l'œuvre dès le début, au contraire. Mais il est en charge de définir un périmètre d'action, de possibilités de création, qui pourra évoluer tout au long du développement du dispositif. C'est en créant sa narration qu'il pourra alors composer une équipe de développement, qu'elle soit artistique et/ou technique. Ce qui va évoluer dans ce rapport de création d'œuvre, c'est son rôle de chef d'orchestre ou de réalisateur. En effet, l'auteur cocréateur devient responsable, il est en charge de créer un écosystème de travail stable et productif afin que l'avancée de son œuvre fonctionne. Il doit prendre des décisions et faire des compromis entre ses volontés propres et les propositions de chaque artisan de l'œuvre : « *Entre l'artiste et l'informaticien, des compromis sont ainsi négociés, régis par les deux logiques en présence : celle de cohérence avec le projet artistique (son concept esthétique et sa forme plastique), celle de l'adaptation aux contraintes informatiques (sa faisabilité et ses implications techniques).* »[21]. C'est à lui d'adapter chaque interprétation, chaque idée apportée par les autres membres de l'équipe de création, dans le corpus de l'œuvre afin de créer une œuvre globale, enrichie de plusieurs univers.

De cette même métaphore de l'orchestre dirigé, nous pouvons citer Eliott sur l'interprétation improvisée : « *La majorité des improvisations de jazz incluent l'interprétation et l'exécution d'idées musicales qui ont été préalablement composées, notées et/ou interprétées par des créateurs musicaux passés et présents au sein d'une pratique donnée (telle que le dixieland, le swing ou le bebop).*[22] »[23] C'est cette idée qui est intéressante dans l'image du processus de création en collaboration d'une œuvre en réalité virtuelle, comme il a été le cas dans cette recherche. Effectivement, chaque artisan de l'œuvre a une forte liberté d'interprétation et d'improvisation avec les outils qui lui sont propres, et chaque action qu'ils font dépend de savoirs et d'univers qu'ils possèdent avec eux, qu'ils ont appris dans le passé et qu'ils réinterprètent dans la phase de création. Et tout cela dépend, encore une fois, du compromis de chacun au service de la création d'une œuvre riche, profonde et surtout cohérente.

L'Harmattan-Logiques sociales, 2001.

21. Fourmentraux, « L'œuvre, l'artiste et l'informaticien : compétence et personnalité distribuées dans le processus de conception en art numérique », *op. cit.*

22. Traduit de l'auteur : The majority of jazz improvisations involve the interpretation and performance of musical ideas that have been previously composed, notated, or performed by past and present musicians within specific practices (such as Dixieland, swing, or bebop).

23. David J Elliott, « Improvisation and jazz : Implications for international practice », in : *International Journal of Music Education 1* (1995), p. 3-13.

En finalité, c'est par les actions communes et harmonisées entre l'auteur et les artisans que le développement artistique existe. De même, l'auteur peut lui aussi intervenir dans le processus de création par son rôle d'artiste. C'est en cela que l'on peut imaginer une forme collaborative dans le processus de création d'une œuvre numérique.

2.2.2 Auteur-amont / auteur-aval

La deuxième forme de collaboration est celle entre l'auteur-amont et l'auteur-aval. Cette forme, principalement développée par Edmond Couchot dans son ouvrage *L'art Numérique*, co-écrit avec Norbert Hilaire, évoque l'existence d'un degré supérieur d'interprétation au spectateur lors de la performance d'une œuvre numérique : « *On peut donc dire que l'œuvre est* in fine *créée par deux auteurs. Un « auteur-amont », à l'origine du projet, qui en prend l'*initiative *et qui définit programmatiquement les conditions de la participation du spectateur (et de sa liberté, qui n'est jamais totale) et un « auteur-aval » qui s'introduit dans le déploiement de l'œuvre et en actualise les potentialités.* [...] *Il en va de même pour l'œuvre, constituée de deux objets sémiotiques différents : l'« œuvre-amont » - le programme, tout en potentialité – et l'« œuvre-aval », telle que le spectateur la fait surgir du présent singulier et non réitérable de son action.* » [24] On comprend bien ici l'idée de deux phases dans l'existence de l'œuvre : une phase en amont, avec un auteur en amont qui (co)construit l'œuvre-amont, et donc le dispositif artistique interactif, et une phase en aval, avec un auteur en aval (les spectateurs) qui performe l'œuvre-aval grâce à l'interactivité.

Beyl développe également cette relation entre l'artiste et le spectateur à propos de l'art en ligne : « *Penser l'art comme un processus de communication sociale, c'est-à-dire un échange de contenu symbolique entre le créateur de sens et le récepteur de sens, nous permet d'explorer comment la relation entre l'artiste et son public est façonnée et potentiellement modifiée dans un environnement interactif en ligne. D'une part, cette avancée technologique des médias pourrait permettre à l'artiste d'engager un contact plus direct avec son public. D'autre part, elle permet au spectateur d'inspirer l'artiste d'un point de vue co-créatif.* [25] » [26] L'art devient un système de communication social sur plusieurs temporalités entre un artiste et les spectateurs, grâce à l'œuvre interactive qui crée un fort rapprochement entre eux. Il y a dans leur relation un lien étroit, une boucle vertueuse provoquée par la présence de chacun, puisque les spectateurs engagent chez l'artiste une

24. Edmond Couchot et Norbert Hillaire, *L'art numérique*, Flammarion Paris, 2003, p. 109-110.

25. Traduit de l'auteur : Thinking about art as a process of social communication, i.e. an exchange of symbolic content between the meaning creator and the meaning receiver, we explore how the relationship between the artist and his audience is shaped and potentially altered in an interactive Internet environment. On the one hand, this media technological advancement could allow the artist to engage in a more direct contact with his audience. On the other hand, it permits the beholder to inspire the artist from a co-creative point of view.

26. Joke Beyl et J Bauwens, « Artist meets audience : Understanding the social meaning of art on the internet », in : *UNESCO Observatory E-journal Multidisciplinary Research in the Arts* 1.5 (2010).

nouvelle manière de créer par la collaboration, et l'artiste propose de nouvelles manières d'appréhender l'art pour les spectateurs.

Dans ses recherches sur l'art numérique et le rôle du spectateur, Takala décrit ceci : « *Ce changement de paradigme invite les membres du public à dépasser leur rôle de consommateurs passifs pour entreprendre une odyssée en tant que collaborateurs, co-auteurs et co-créateurs. À travers ce prisme de l'engagement interactif, le public devient une partie intrinsèque du récit artistique, forgeant une connexion intime qui traverse des paysages émotionnels et explore des territoires inédits de l'expression humaine.*[27] »[28] A travers cette citation, on peut comprendre l'importance de cette relation collaborative entre l'artiste et le spectateur (que nous ne considérons pas comme consommateur passif encore une fois) et l'évolution que ce lien engendre pour les deux côtés. Une connexion forte se crée entre eux et permet de développer de nouveaux états émotionnels liés à l'expérience artistique, tout en découvrant une nouvelle manière d'appréhender l'art, dans la création ou la réception de l'œuvre.

Tout l'enjeu de l'auteur-amont réside donc dans la place qu'il laissera à l'auteur-aval dans la possibilité de cocréation. En effet, étant décisionnaire du scénario, de la narration et de la scénographie, la réflexion du spectateur immergé et en interactivité prend une place majeure. L'artiste numérique, ici l'auteur-amont, doit scénariser les mouvements, les regards et les actions de l'auteur-aval dans l'espace et dans la temporalité de l'œuvre. Cette forme de création se rapproche donc beaucoup du metteur en scène ou du chorégraphe, qui composent par le mouvement et la temporalité, ou bien du réalisateur qui détermine un story-board sur la durée de l'œuvre.

Au final, l'auteur-amont crée un cadre artistique pour l'auteur-aval. Il lui propose une palette d'outils de création afin de laisser ce deuxième le choix de composer comme il le souhaite lors de sa performance, comme nous l'avons vu précédemment. Il utilise son corps interfacé, interactif, pour développer l'œuvre qu'il souhaite, avec la liberté qui lui est laissée. Il intervient avec sa subjectivité et sa sensibilité dans un processus de création précédemment délimité par l'artiste cocréateur. Ici encore, la notion de compromis

27. Traduit de l'auteur : This paradigm shift invites audience members to transcend their roles as passive consumers and embark on an odyssey as collaborators, co-authors, and co-creators. Through this lens of interactive engagement, the audience becomes an intrinsic part of the artistic narrative, forging an intimate connection that traverses emotional landscapes and explores uncharted territories of human expression.

28. Gwenaël Beckett Takala, « The interactive creativity of the digital era : Exploring how media art redefines the relationship between audience and artwork », in : *Studies in Art and Architecture* 2.*3* (2023), p. 28-44.

est importante. L'auteur-amont fait un compromis énorme sur la finalité de l'œuvre, sa composition, son résultat final, et en échange, l'auteur-aval fait un compromis sur ses possibilités de création. Par cela, on entend qu'il a conscience, tout au long de sa performance, et ce de manière plus ou moins progressive, des limites de ses possibilités créatrices, mais pour autant la frustration n'est pas un moteur ou un stop, bien au contraire. Pendant toute sa performance, l'auteur-aval est dans la découverte, l'expérience des outils, la recherche des possibilités. Tel un enfant découvrant les possibilités ludiques, physiques et matérielles, le spectateur cherche son champ d'action et de création. C'est lorsqu'il a compris tout son rayonnement créatif qu'il peut rentrer dans une phase de maîtrise de l'interactivité de l'œuvre, et donc enrichir le plaisir qu'il prend et la performance qu'il cocrée. Et c'est aussi dans cette nouvelle phase relationnelle entre le spectateur et son interactivité que l'artiste peut ajouter une nouvelle dimension à l'œuvre, créant plus de complexité et de possibilité de cocréation. C'est lorsque le spectateur pense avoir compris toutes les possibilités d'une œuvre interactive que cette dernière devient plus complexe, l'invitant à déconstruire davantage sa performance et à vivre de nouvelles émotions.

C'est en cela, sur ce terme de compromis, que la collaboration entre l'auteur-amont et l'auteur-aval prend tout son sens. On pourrait imaginer qu'il y a un sentiment de dépossession de la part des deux acteurs de l'œuvre, puisqu'ils ont conscience tous deux qu'ils n'ont pas la main sur l'ensemble de l'œuvre. Mais c'est au contraire, toute la force d'une œuvre interactive et des possibilités de l'art numérique, et plus précisément de la réalité virtuelle. Plutôt que de la frustration, c'est bien de la richesse et des émotions qui se créent dans ce champ des possibles partagé. D'un côté, l'auteur-amont développe tout un ensemble de règles artistiques et créatrices, parfois d'une grande vastitude, de l'autre l'auteur-aval découvre et explore sans limites imaginatives cet espace et y apporte sa subjectivité. Nous rejoignons ainsi l'idée d'intersubjectivité, à savoir un mélange, plus ou moins mixé, de moments de subjectivités différentes dans la création de l'œuvre.

2.2.3 Auteur-aval / programme

La troisième forme de collaboration est celle entre l'auteur-aval et le programme. Le programme existe par la collaboration en amont entre l'auteur cocréateur et les artisans cocréateurs. Il est ce qu'Edmond Couchot présente comme l'œuvre-amont. Il est conçu pour recevoir des informations par le spectateur créateur, et pour interpréter les actions proposées afin d'en créer un résultat. A ce moment-là, le programme est l'œuvre-aval.

Une œuvre d'art numérique interactif, d'après Edmond Couchot, est une œuvre foncièrement dialogique. [29] C'est-à-dire que par l'interactivité, il y a un échange, un dialogue entre le spectateur et le programme informatique artistique. Le spectateur, ou l'auteur-aval, propose des données par ses actions, propose des réactions par ses mouvements, et le programme va y répondre par un processus génératif plus ou moins complexe, plus ou moins libre selon les règles établies par l'auteur-amont. Couchot va plus loin en précisant trois facteurs nécessaires au mode dialogique. La complexité qui permet la richesse de l'expérience par la découverte du champ des possibles, la diversité qui permet l'inclusion et l'adaptabilité de tous les spectateurs face au programme, et la rapidité qui permet le dialogue en temps réel, mais aussi l'immersion et le comportement naturel du spectateur dans l'espace virtuel.

Dans le cadre de sa performance, l'auteur-aval est donc bien dans un dialogue physique, dû à ses mouvements et ses actions, avec un ordinateur qui réceptionne ces actions. Afin de comprendre cela, il est important de parler de dispositif interactif et donc d'interface interactive. Dans le cadre de cette recherche, plusieurs modalités interactives ont été étudiées et seront présentées dans la deuxième partie de la thèse. Généralement en réalité virtuelle, le spectateur est interfacé d'un casque de réalité virtuelle type HMD qui envoie sa hauteur, sa position dans l'espace ainsi que son champ de vision en temps réel à l'ordinateur. Il est également souvent équipé de manettes à chaque main, permettant de déterminer leur emplacement dans l'espace, mais aussi d'effectuer des actions grâce à la collision entre leur emplacement réel et un objet virtuel, ou encore par des boutons présents sur les manettes. Par toutes ces possibilités interactives, le spectateur va donc pouvoir utiliser son corps entier dans un espace délimité pour proposer des actions à l'ordinateur (dessiner, déplacer un objet, générer du contenu virtuel). Il apporte donc sa subjectivité par ses actions.

29. Edmont Couchot, *La technologie dans l'art : de la photographie à la réalité virtuelle*, Jacqueline Chambon, 1998, p. 140.

Un article très complet de Takala résume les enjeux collaboratifs entre l'artiste et les spectateurs dans l'art numérique. Concernant le lien entre le spectateur et l'œuvre, voici ce qui est décrit : « *L'engagement du public devient ainsi un moteur de la transformation constante de l'œuvre, garantissant sa pertinence et sa résonance à travers une multitude de contextes et de rencontres. Cette évolution du sens souligne la nature vivante de l'art médiatique interactif, où chaque interaction contribue au récit en cours, transformant l'œuvre elle-même en une entité fluide qui prospère grâce au dialogue entre le créateur, le participant et le public.* [30] » [31] Dans sa performance, le spectateur crée une évolution subjective de l'œuvre, et cette dernière se multiplie à chaque nouvelle actualisation. Cependant, il faut ajouter que le spectateur aussi évolue à la suite de sa performance, par son expérience esthétique et le souvenir de ce moment collaboratif avec le programme. Il y a une rupture chez le spectateur entre son avant et son après performance, puisque l'expérience de l'œuvre numérique provoque chez lui des réactions et des souvenirs. Cette double évolution, que ce soit le dispositif pendant la performance, ou le spectateur après la performance, est bien le constat de l'acte collaboratif entre ces deux entités.

Le programme artistique est le résultat de la première forme de collaboration développée, il est l'œuvre-amont. Son état et son existence permettent l'existence de l'œuvre-aval par sa performativité. En effet, le programme est un ensemble d'éléments développés par une équipe entière : des images numériques, des modélisations 3D, de la musique, des sons, du code, des formules mathématiques, l'ensemble créé par plusieurs logiciels et outils informatiques, mais compilé par un même logiciel (ici *Unity*). Cependant, ce programme n'est pas l'œuvre dans sa globalité, il en est sa transportabilité et son accessibilité. Mais il est également l'un des acteurs par sa capacité à réagir aux actions du spectateur. Il a donc une capacité d'interprétation plus ou moins élevée, déterminée par l'auteur-amont. Ainsi, le programme permet le dialogue par son existence physique et informatique, comme un support de possibilité, mais il est aussi l'un des communicateurs de l'échange par la fonction que lui donne l'artiste. Il réceptionne les données envoyées par le spectateur (position, mouvement, action, proposition), les analyse, les interprète avec une possibilité de réponse plus ou moins libre et variée. Ici encore, le compromis occupe une place forte. L'auteur-

30. Traduit de l'auteur : The audience's engagement transforms into a catalyst for the continuous transformation of the artwork, ensuring its relevance and resonance across a myriad of contexts and encounters. This evolution of meaning underscores the living nature of interactive media art, where every interaction contributes to the ongoing narrative, and the artwork itself becomes a fluid entity that thrives on the dialogue between creator, participant, and audience.

31. Takala, « The interactive creativity of the digital era : Exploring how media art redefines the relationship between audience and artwork », *op. cit.*

amont met en retrait sa conception de l'œuvre finale pour laisser l'auteur-aval mais aussi le programme déterminer ensemble de la finalité visuelle et/ou sonore.

En finalité, il n'est pas possible de mettre au même niveau une richesse de collaboration comme le premier modèle que nous avons développé précédemment, et celui entre l'auteur-aval et le programme, pour la simple raison que ce dernier n'est pas entièrement autonome dans ses possibilités de réponse. C'est l'auteur-amont qui lui détermine son cadre et son champ de possibilités. C'est ensuite aux spectateurs de découvrir cette force de possibilités, par leur corps appareillé, capté, enregistré et analysé en temps réel. C'est ici un échange fort qui permet, encore une fois, l'existence de l'œuvre numérique dans sa globalité.

2.2.4 Auteur-aval / auteur-aval

La quatrième forme de collaboration est celle entre chaque auteur-aval durant une même performance. Nous nous concentrerons donc sur une forme collaborative d'expérience et de performance, où chaque spectateur a un espace des possibles propre à lui et peut faire intervenir sa propre subjectivité dans un processus de création collaboratif, où d'autres spectateurs sont immergés et interactifs en temps réel dans un même monde virtuel. Les modalités interactives peuvent, à travers l'interactivité de l'œuvre, évoluer selon les spectateurs et ce que l'auteur leur propose comme système interactif

L'un des principaux enjeux dans l'expérience collaborative est de définir les modes interactifs avec l'œuvre, comme nous l'avons vu avec la troisième forme de collaboration, mais aussi les modes interactifs et de communication entre les spectateurs. En effet, au-delà de co-manipuler collaborativement un espace interactif virtuel, il s'agit aussi de les faire se rencontrer virtuellement, de pouvoir communiquer, comprendre les interactivités de chacun, et bien entendu, de pouvoir en jouer. C'est bien le rapport entre les spectateurs et l'œuvre, mais aussi les spectateurs entre eux, qui détermineront la forme finale de l'œuvre, visuellement, auditivement et émotionnellement.

Cette performance collective demande à chaque spectateur de composer avec l'œuvre et sa capacité à interpréter les propositions d'actions, mais aussi à composer avec la subjectivité des autres en temps réel. Il y a donc une dimension communicative forte qui s'installe, en parallèle d'un compromis permanent à faire entre sa volonté de création et celle des autres. Le spectateur cocréateur tient ainsi sa terminologie de la collaboration avec l'auteur cocréateur, mais aussi de la création intersubjective qu'il vit en temps réel, et ce pendant toute la durée de la performance, avec les autres spectateurs immergés et interactifs. Concernant l'art interventionniste, Richardson décrit ceci : « *Pour intégrer des événements inhabituels dans l'espace public, une communauté doit se réorganiser, ou se reterritorialiser, par le biais d'une collaboration, qu'elle soit verbale ou non, entre les personnes partageant cet espace. Une telle collaboration ne peut avoir lieu que si l'intervention contredit et se mêle simultanément aux structures physiques et/ou discursives préexistantes qui définissent déjà le site. En ce sens, l'intervention ne peut être facilement écartée comme simplement déplacée et doit être réinsérée au sein de la communauté tem-*

poraire formée autour d'elle.[32] »[33] Cette réorganisation structurelle dont parle l'auteur à propos d'une communauté autour d'une intervention artistique dans l'espace public, le spectateur collaboratif dans une œuvre en réalité virtuelle la vit également. Dans un environnement virtuel immersif et interactif, le public doit se réapproprier son espace, son corps, et comprendre les actions de chacun. Aussi, ce bouleversement dans l'expérience du spectateur est également le responsable d'une bonne collaboration puisqu'une forme de compromis se met en place, avec un état à équilibrer en permanence.

Définir un cadre interactif pour plusieurs spectateurs dans un même espace virtuel demande à l'auteur-amont des compromis beaucoup plus grands que si l'œuvre était centrée sur un seul spectateur. Il faut imaginer un champ des possibles où chaque personne immergée et interactive puisse s'exprimer et écouter les autres, avec une conscience de la co-présence et une compréhension des actions de chacun. Mais c'est bien par cette complexité des possibilités créatrices que les spectateurs interactifs pourront s'exprimer personnellement dans un acte collaboratif génératif. Et cela vient à pousser le concept d'intersubjectivité au plus loin dans un processus créatif. Chaque auteur-aval, après avoir maîtrisé un tant soit peu sa palette d'outil, pourra jouer de son corps interfacé et de ses possibilités prédéfinies pour intervenir sur l'œuvre, proposer des actions au programme afin de composer, tel un orchestre de musique improvisée, une composition artistique qui lui est propre, grâce à sa sensibilité. Et cette composition sera elle-même vue et interprétée en temps réel par d'autres auteurs-aval qui feront de même. Chacun sera donc libre d'interpréter et de composer selon ses envies, mais aussi selon ce qui existe en parallèle. Et c'est dans ce dernier cas que l'œuvre atteint sa dimension la plus poétique. C'est lorsque les spectateurs immergés ont conscience de la cocréation et en jouent, interagissent collectivement pour une composition globale, communiquent entre eux dans un but de partage créatif et de symbiose.

En résumé, nous avons analysé trois acteurs majeurs dans la collaboration, à savoir l'artiste cocréateur, appelé aussi auteur-amont, l'artisan cocréateur, et enfin le spectateur cocréateur. Il faut cependant rajouter un quatrième acteur qui n'est pas totalement

32. Traduit de l'auteur : In order to accommodate unfamiliar occurrences within public space, a community must reorganize, or reterritoriaiize, through both spoken and unspoken collaboration among those with whom they share the space. Such collaboration can only take place if the intervention simultaneously contradicts and commingles with existing physical and/or discursive structures that already define the site. As such, the intervention cannot be easily dismissed as simply out of place and must be re-placed within the temporary community that has formed around it

33. Jack Richardson, « Interventionist art education : Contingent communities, social dialogue, and public collaboration », in : *Studies in art education* 52.*1* (2010), p. 18-33.

autonome, à savoir le dispositif interactif créé. De ces quatre acteurs découlent quatre formes de collaboration : la première entre l'auteur-amont et les artisans cocréateurs, qui vont permettre l'existence du dispositif artistique. La deuxième forme est celle entre l'auteur-amont et les auteurs-aval, permettant l'existence de l'œuvre dans sa globalité. La troisième forme de collaboration fait intervenir les auteurs-aval avec le programme, grâce au principe d'œuvre interactive et dialogique et au système génératif. Enfin, la dernière forme de collaboration est celle entre les différents auteurs-aval immergés et interactifs en temps réel dans l'œuvre.

Pour résumer l'ensemble, nous pourrions reprendre le schéma des relations englobant une œuvre interactive numérique, proposé par Ahmed (voir Figure 2.2) [34] :

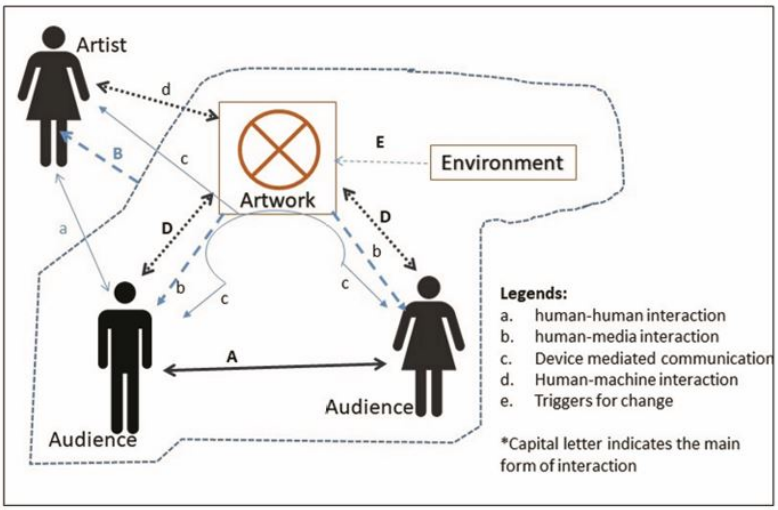


Fig. 3. Interactions in a digital art installation

FIGURE 2.2 – Schéma des relations englobant une œuvre interactive numérique proposé par Ahmed

Tout d'abord, nous avons un artiste (dans notre cas auteur) qui développe une œuvre **(d)**. Dans notre cas, il faudrait rajouter un lien entre l'auteur et les artisans sur le développement, pour présenter la première forme de collaboration que nous avons détaillée. Cette œuvre est performée par plusieurs spectateurs **(D)**, représentant la troisième forme de collaboration, entre l'auteur-aval et le programme. Par cette double temporalité de la création de l'œuvre, nous retrouvons la deuxième collaboration entre l'auteur-amont et l'auteur-aval **(a)**. Cette performance de plusieurs spectateurs crée des liens entre eux, et

34. AHMED, « Interaction and interactivity : in the context of digital interactive art installation », *op. cit.*

donc une forme de collaboration **(A)**, la quatrième dans notre cas. Au-delà de cela, Ahmed propose d'autres formes relationnelles que nous ne développerons pas dans notre thèse. Tout d'abord, l'œuvre-aval fait partie d'un environnement global (un espace d'exposition, une scénographie, un lieu, un dispositif interactif performable, un public, ...) appelé **(E)**. Cet environnement provoque un retour théorique, un constat, un résultat chez l'artiste, appelé **(B)**. Enfin, une forme de médiation culturelle autour de la performance, développée par l'œuvre elle-même, apporte de l'enrichissement mutuel chez les spectateurs, mais également chez l'auteur **(c)**.

Maintenant que nous avons défini toutes ces formes de collaboration, nous allons analyser plus en détail ces rapports, en comprenant ce que cela fait intervenir à chaque fois pour l'auteur, pour les artisans, ou pour les spectateurs cocréateurs. Ainsi, dans le prochain chapitre, nous parlerons plus en détail de la collaboration dans le processus de création du dispositif artistique.

Chapitre 3

La collaboration en amont

Tout ce chapitre sera consacré à l'analyse de la collaboration entre un auteur et des artisans cocréateurs. Il s'agira, plus précisément, de bien comprendre le rôle de l'auteur dans cette forme de création d'œuvre, quelle est sa position par rapport aux autres acteurs, comment se place-t-il entre direction et création. Nous l'appellerons, selon les circonstances et son rôle, soit l'*auteur*, soit le *chef d'orchestre*, soit l'*artiste*.

Dans une deuxième partie de ce chapitre, nous étudierons le processus de création de l'œuvre qui a été employé pendant tout le temps de création de Creative Harmony, de 2020 à 2024. Nous parlerons donc de la question de l'interdisciplinarité, mais également de l'importance de la coordination des langages, et enfin de la méthode de création par itérations et phases de test, en se basant sur la méthode *Design-Based Research*.

3.1 Définition du chef d'orchestre

Cet auteur que nous avons défini précédemment a un rôle d'artiste mais aussi de responsable, de directeur artistique, ou encore de chef de projet. Il serait donc intéressant de définir plus précisément son champ d'action et ainsi lui donner une appellation qui corresponde à sa fonction dans le cadre de notre recherche. En effet, l'idée n'est pas de faire une généralité sur un nom défini pour tous les responsables de projet collaboratif autour de la création d'une œuvre numérique, mais plutôt de comprendre son champ d'action, ses outils, et en faire un parallèle avec un corps de métier déjà existant, dans le cas appliqué à cette thèse.

Nous pourrions évidemment le comparer à un réalisateur, à savoir la personne responsable d'une œuvre cinématographique et de sa cohérence artistique (d'ailleurs ce terme est déjà employé dans le cinéma en 360°), ou encore le comparer à un metteur en scène, qui contrôle la temporalité et la cohésion de l'œuvre théâtrale (là encore, des metteurs en scène utilisent les technologies de la XR pour créer des œuvres théâtrales immersives et interactives). Cependant, ces définitions ne semblent pas assez complètes dans notre cas pour prendre en compte tout le panel d'action de cet auteur dans la création de notre œuvre numérique interactive.

Alors, le statut d'architecte dans la création et son rapport aux différents corps de métier qui permettent le développement du projet artistique semble assez intéressant. En effet, il s'agit d'un créateur avec une visée artistique, qui s'entoure de différents spécialistes aux fonctions toutes aussi importantes les unes que les autres, pour créer son œuvre architecturale. Cet architecte ne peut pas maîtriser toutes les techniques employées pour la construction de l'édifice, cependant il doit connaître le langage de chaque métier, chaque spécialité, et pouvoir adapter son travail aux contraintes de chacun. Si nous reprenons la définition de Vitruve sur l'architecture : « *Il y a donc deux aspects dans l'architecture : un aspect purement professionnel, pratique, qui n'intéresse que les hommes du métier et non les lecteurs, non spécialistes, auxquels est destiné ce traité ; et un aspect d'ordre intellectuel, épistémologique, comme celui que connaissent nos disciplines techniques ou scientifiques, et qui est l'objet du traité vitruvien. Si Vitruve insiste tant sur le fait que son traité porte sur la* disciplina *de l'architecte, c'est justement parce qu'il veut donner à l'architecture une position intellectuelle qu'elle n'a pas encore atteint dans l'esprit de ses contemporains* »[1], nous comprenons bien l'intérêt que nous portons à l'architecte,

1. Mireille Courrént, « Vitruve lecteur de Cicéron : le De Oratore et la définition vitruvienne de

par son double statut d'homme technique mais également intellectuel. Mettre en avant la *disciplina* de l'architecture, c'est pour Vitruve une manière de mettre l'architecture au rang des métiers *ars* aux côtés des lettres, du dessin, de la géométrie, de l'histoire, de la philosophie, de la musique, de la médecine, du droit, ou encore de l'astronomie. C'est donc un savoir théorique, basé sur une pratique de la connaissance, et pouvant s'enseigner et se transmettre.

Dans le rôle de l'architecte, il a une nécessité d'adaptabilité relative, un compromis plus ou moins fort selon les problématiques et les conditions en temps réel de l'acte de création de l'édifice. C'est lui qui prend les décisions en amont, mais également en temps réel selon les imprévus de la construction, et dirige une équipe de différents domaines d'activités, l'obligeant à maîtriser les langages de ces domaines. Cependant, pour illustrer parfaitement le rôle de l'auteur que nous étudions ici, il manquerait un point important qui est l'autonomie d'interprétation des artisans dans le processus de création, et la création par l'improvisation. Aussi, il serait intéressant de combiner ce statut d'architecte avec celui de chef d'orchestre, notamment dans la musique improvisée.

Pour revenir sur ce terme de chef d'orchestre, il ne faut pas y voir une figure d'autorité absolue sur un groupe diversifié, mais plutôt une forme de direction acceptée d'un côté par l'auteur qui dirige une équipe pour la cocréation de son œuvre, et d'un autre côté des artisans qui acceptent d'interpréter dans la direction que leur propose l'auteur. Pour reprendre les propos d'Adenot : « *L'observation ethnographique montre dans un premier temps que l'autorité légale-rationnelle semble constituer une forme de pré-requis à toute rencontre entre un chef et un orchestre, mais aussi qu'elle se maintient généralement dans les relations entre les deux parties, quelle que soit la qualité de cette relation. En d'autres termes, elle est une autorité contractuelle, tirée de l'organisation statutaire même de l'orchestre.* »[2] C'est donc la raison de la formation orchestrale qui fait naître cette question d'autorité et de structure organisationnelle. Dans notre recherche, c'est la création d'une œuvre en réalité virtuelle qui statue la fonction d'auteur avec une capacité de direction, et la fonction d'artisans qui ont la capacité de suivre la direction. Et, tout comme dans le principe organisationnel d'un orchestre en musique, le point important qui distingue certaines écoles ou styles de direction est l'interprétation. Dans certains cas, le chef d'orchestre impose une interprétation très fidèle à la partition, ne laissant aucune place à l'improvisation, tandis que d'autres chefs d'orchestre ouvrent presque entièrement à la

l'architecture comme ars », in : *Euphrosyne* 26 (1998), p. 25-34.

2. Pauline Adenot, « Le chef d'orchestre. De la figure du pouvoir à l'ordre négocié au sein d'une profession vocationnelle », in : *Transposition. Musique et Sciences Sociales 5* (2015).

possibilité d'interpréter différemment la partition, voire à ne pas la suivre du tout. Dans notre étude, nous nous rapprochons davantage de cette deuxième organisation.

Aussi, nous retrouvons le terme de chef d'orchestre dans les théories de management, avec cette idée de gestion de groupe. Barabel présente cette vision en comparant historiquement le chef d'un orchestre allemand, que l'on décrit comme plus soudé, à condition que le chef soit exemplaire et autoritaire par son geste, au chef d'un orchestre français, qui se voudrait plus précis, plus technique mais dans un même temps moins axé sur l'autorité.[3] Quant à la question du management aujourd'hui, selon l'auteur, une vision hybride permettrait de « *conjuguer une approche « directive-charismatique » et une approche « compétente-participative ». De plus,* [le chef d'orchestre] *évolue selon un mode projet (programme à monter dans un temps limité, prise en main d'une équipe avec un objectif donné) avec des orchestres composés de musiciens de différentes nationalités.* »[4] Ici encore, le terme de chef d'orchestre ne correspond pas totalement à notre vision moins ancrée sur l'autorité et la discipline de groupe. Il nous semble dangereux de comparer un auteur à un manager puisque le projet qui relie le groupe n'a aucunement le même sens. Gérer un groupe d'employés autour d'un projet qui a un but de profiter à une entreprise, cela n'engage pas les mêmes questions de confiance et de liberté qu'un auteur dirigeant un groupe d'artisans à la construction d'une œuvre. Encore une fois, la grande distinction que l'on retrouve ici (au-delà de l'autorité) est la capacité des artisans à interpréter singulièrement les idées de l'auteur, et à avoir une force de proposition (presque) aussi importante que ce dernier.

C'est pourquoi des recherches nous ont amenées vers le statut de chef d'orchestre dans l'aménagement urbain. Comme le définit Lisa Lévy dans ses recherches : « *Or l'une des figures fondatrices dans la quête de légitimation fut précisément celle du chef d'orchestre (Claude, 1989). Celle-ci, articulée à une conception de l'urbanisme comme art appliqué, avait l'avantage non pas tant d'asseoir la légitimité d'une méthode ou d'une vision de la ville mais plutôt d'affirmer une posture de surplomb et de maîtrise de l'action dans un univers prédictible (la partition musicale totalement écrite). Par cette figure se trouvent conjugués le prestige et l'autorité de « l'homme de l'art », mais aussi celle du chef (... d'orchestre), seul à pouvoir organiser, à mettre ensemble des compétences particulières (les musiciens de l'orchestre), à les mettre en harmonie et à dégager le sens global de l'œuvre*

3. Michel Barabel* et al., « Portrait du manager en chef d'orchestre », in : *L'Expansion Management Review 3* (2007), p. 106-115.

4. *Ibid.*

à laquelle les exécutants ne sont pas censés accéder »[5]. Ainsi, le dirigeant du projet a cette posture de responsable avec pour objectif la mise en place et le développement d'un projet artistique. Il occupe donc bien plusieurs rôles comme celui de l'auteur que nous avons défini précédemment. Pour continuer sur cette définition, et pour reprendre les termes de Claude précédemment cités par Lévy : « [...] *mais le choix du modèle du chef d'orchestre ne répond pas tant à un « esprit nouveau » explicitement moderniste qu'à la nécessité concrète et stratégique d'un positionnement professionnel : la force de ce modèle tient au prestige qui est attaché à la fonction, à la puissance d'organisation et de mise en harmonie qu'on lui prête, au consensus qu'il y a sur son caractère indispensable.* [...] *Vu les réalités urbaines, socioculturelles de cette fin de siècle, le crédit de l'urbaniste chef d'orchestre semble devoir se mesurer à sa capacité d'être l'opérateur d'un travail collectif. Pour celui-ci, il y aurait quelque vanité à déplorer la fragmentation des savoirs ou à chercher à les unifier dans une discipline élevée enfin au rang de science ; il lui reviendrait plutôt le soin de tirer parti de la diversité des savoirs et savoir-faire, le projet faisant corps avec les processus qui le produisent et avec les complexités qu'il met au jour.* »[6] Nous comprenons bien que cette figure de direction n'est pas intéressante dans sa capacité à diriger, à apporter une autorité pour la construction d'un projet, mais plutôt dans sa capacité à relier les différents domaines, profiter des savoirs de chacun pour créer un contexte de travail faisant directement sens avec le groupe.

Cependant, ce qu'il est intéressant de constater est que le terme de chef d'orchestre est utilisé dans ce domaine depuis l'après-guerre, mais a subi des changements drastiques avec l'évolution des sociétés et des mouvements artistiques. Nous citons : « *À partir des années 1970, ce que l'on pourrait appeler « l'urbanisme rationnel » a subi une critique théorique et de ses échecs pratiques. La figure du chef d'orchestre s'est alors affaiblie, du moins dans sa capacité à justifier une posture de surplomb. Nous sommes passés d'une figure d'autorité incontestée à une vision plus négociée de ce qui fonde l'action et du partage de responsabilité.* »[7] Il est là aussi assez pertinent de remarquer que ce changement de posture, ou en tout cas cette perte de suprématisme dans l'acte de création, évolue

5. Lisa Lévy, Sébastien de Pertat et Olivier Soubeyran, « De l'aménageur chef d'orchestre à l'improvisateur. Ce que les savoirs de l'improvisation font à l'aménagement », in : *Revue d'anthropologie des connaissances* 13.*13-3* (2019).

6. Viviane Claude, « Le chef d'orchestre, un cliché de l'entre-deux guerres. Contours d'une rhétorique inquiète », in : *Les Annales de la recherche urbaine*, t. 44, 1, Persée-Portail des revues scientifiques en SHS, 1989, p. 69-80.

7. Lévy, Pertat et Soubeyran, « De l'aménageur chef d'orchestre à l'improvisateur. Ce que les savoirs de l'improvisation font à l'aménagement », *op. cit.*

parallèlement avec les arts plastiques et vivants, et l'arrivée de l'art participatif dans les années 70. L'artiste ne cherche plus à être le seul à pouvoir contrôler la finalité de l'œuvre, mais laisse une part de participation aux spectateurs, créant ainsi un important compromis dans l'acte de réalisation de l'œuvre, ainsi qu'une cassure dans la continuité de l'histoire de l'art, de l'esthétique, et donc du statut de l'artiste dans l'acte de création. Enfin, Lévy précise : « *Le manager chef d'orchestre induit, suggère, semble tirer des fils invisibles pour orienter ses partenaires, tout en faisant s'exprimer le potentiel de chaque individu dans une logique d'autonomie élargie des membres d'une équipe. Mais le tropisme des conditions de l'action vers les questions d'innovation, de créativité, valorise l'éphémère, l'instable, la flexibilité, l'émotion et le don de soi.* [...] *Il ne s'agit pas d'avoir un chef d'orchestre qui tire les ficelles et oriente le groupe en fonction de ses intentions mais plutôt d'obtenir un collectif qui fait émerger ses propres singularités.* »[8]. Nous comprenons bien que ce chef d'orchestre, au même titre que celui d'un ensemble de jazz par exemple, où chaque musicien peut apporter sa propre subjectivité par l'interprétation et l'improvisation, n'a plus une figure de chef, obligeant la lecture précise et parfaite d'une partition dictée, mais plutôt d'encadrant dans un processus interprétatif fluide, imprévisible, et dans lequel il doit créer une cohérence.

Finalement, il nous semble nécessaire d'éclaircir plusieurs points importants pour comprendre cette figure de chef d'orchestre comme nous l'entendons. Tout d'abord, nous avons conscience de la possible incohérence qu'il peut y avoir entre notre vision de ce terme et sa définition traditionnelle. Par chef d'orchestre, nous entendons une figure qui a un recul sur l'acte de création de l'œuvre, et qui peut la guider, l'orienter, la rendre cohérente grâce à cette position. Il a donc une vision omniprésente durant tout le développement du dispositif, il est le décisionnaire final des idées et des concepts proposés. Cependant, ce n'est pas parce qu'il a ce mot final qu'il en est une figure d'autorité. Sa capacité de décision est aussi importante que sa capacité à laisser interpréter le plus possible les artisans travaillant sur l'œuvre. Ensuite, là où nous retrouvons davantage une vision traditionnelle du chef d'orchestre, c'est sur son rapport à la narration. En effet, dans notre cas, nous estimons que c'est l'artiste qui écrit l'œuvre, son scénario, son histoire et son message, tandis que le chef d'orchestre interprète la partition. Si les deux rôles appartiennent à la même personne, à savoir l'auteur, nous pensons que l'acte d'écriture de l'œuvre appartient davantage à sa partie plutôt artistique, liée au processus de création.

Ces distinctions faites, notre prochaine partie traitera plus précisément des technicités

8. *Ibid.*

directement liées au chef d'orchestre.

3.1.1 Chef d'orchestre de la collaboration en amont

Si l'auteur est d'une part un artiste, et d'autre part un chef d'orchestre, ce statut divisé pourrait être davantage complété, notamment en différenciant le créateur de l'idée, le créateur du concept et le créateur de l'œuvre, mais cela n'entre pas dans le cadre de cette recherche.

Ce qui va différencier davantage le chef d'orchestre de l'artiste dans le statut de l'auteur, c'est sa position par rapport à l'œuvre. En effet, alors que l'artiste est dans le processus de création de l'œuvre, « sur scène », le chef d'orchestre est plutôt frontal à l'œuvre et à l'équipe de développement. Cependant, ce rapport frontal ne fait pas de lui un être supérieur dans une hiérarchie dominante, mais plutôt un encadrant gardant une cohésion dans chacune des propositions faites par les artisans. Il aurait donc plutôt un rapport diagonal, comme nous le développerons juste après. Ainsi, ce chef d'orchestre doit s'adapter en permanence avec l'imprévisible, il développe une technique de l'improvisation que l'on peut retrouver dans la musique par exemple. Pour reprendre les propos de Lévy : « *Il apparaît que l'improvisateur agit dans un souci constant d'écoute attentive et de lâcher-prise, entre maîtrise d'un corpus préalable et répétition, en tension vers quelque chose de toujours autre. La créativité s'observe alors jusque dans les formes d'organisations collectives qui mettent en pratique un mode de direction « diagonal », qui ouvrent des pistes pour redéfinir la figure du chef d'orchestre.* » [9].Ainsi, son état de compromis est en rééquilibrage permanent dans le processus de création. La cohérence qui permet la création complète et complexe de l'œuvre est alimentée par toutes les formes de propositions faites par les artisans, déséquilibrant ainsi le compromis. Le rôle du chef d'orchestre est donc d'adapter les propositions et les faire correspondre au corpus artistique. C'est pourquoi l'écoute et le recul sont des nuances importantes dans sa technicité, car elles permettent d'enrichir l'œuvre par des univers extérieurs et ainsi de la rendre plus profonde et sensible.

Dans la musique, la gestion du chef d'orchestre possède une technicité du geste pour diriger son ensemble. Cette lecture du mouvement est plus ou moins autoritaire selon les écoles et les orchestres. Dans le cas de l'improvisation, Frank Zappa avait tout un champ de direction par le mouvement des mains, qui permettait à un orchestre de suivre l'interprétation d'un morceau composé en improvisation guidée, directement sur scène [10].

9. *Ibid.*
10. Martin Laliberté, « L'improvisation dirigée et la gestuelle chez Zappa : le cas du film" Baby

Cette improvisation était fortement codifiée, avec une technicité requise de la part du chef, mais également de l'orchestre pour pouvoir composer en temps réel un morceau cohérent. Ainsi, tout comme dans notre cas, l'improvisation n'était pas une création hasardeuse, en roue libre, mais bien une technique de développement d'une œuvre en temps réel, se basant d'un côté sur le recul de l'auteur sur sa partition, son scénario, mais également sur la technicité et la confiance que chacun offre aux autres dans un processus délicat, fragile et constamment instable.

Enfin, un dernier exemple dans le domaine de la musique sur la technicité liée à l'improvisation, et qui s'approche beaucoup plus de notre vision de chef d'orchestre, est le Soundpainting, une technique inventée dans les années 70 par Thompson [11]. Cela consiste en un langage gestuel permettant l'élaboration spontanée de performances interactives, dans lesquelles plusieurs musiciens, danseurs, acteurs ou encore plasticiens peuvent collaborer. Thomas définit cette pratique : « *Le Soundpainting est un langage gestuel multidisciplinaire de composition en direct. Il comprend plus de 1200 gestes effectués par le compositeur en direct, appelé Soundpainter. [Ce langage] indique du matériel spécifique ainsi que du matériel aléatoire à interpréter. Le Soundpainter, généralement placé devant le groupe, signe une phrase au groupe [et] compose ensuite avec les réponses obtenues.* [12] » [13] Les indications faites par les mains offrent donc un champ de possibles aux acteurs ciblés, les laissant improviser plus librement que dans un orchestre traditionnel. Pour reprendre les termes de Guyot quant à cette technique : « *Les gestes du soundpainting ne sont pas effectués de manière isolée, car le soundpainteur puise son inspiration des performeurs. La réalisation d'une performance associe donc le travail de création à celui d'interprétation des gestes et du contexte.* » [14] Ainsi, ce qui est important à retenir, c'est bien la double circulation des informations et donc de la stimulation des idées. D'un côté, un soundpainteur va provoquer des actions par sa gestuelle. Ces actions sont interprétées par un ensemble désigné, plus ou moins libre d'interpréter la demande. Cette réponse

Snakes" », in : *Frank Zappa L'un et le Multiple* (2017), p. 155-175.

11. Walter Thompson, *Soundpainting : The Art of Live Composition. Workbook I*, Walter Thompson, 2006.

12. Traduit de l'auteur : Soundpainting is a multidisciplinary live composing sign language. It comprises more than 1200 gestures that are signed by the live composer—known as the Soundpainter. [It] indicates specific material and chance material to be performed. The Soundpainter, standing in front of the group (usually), signs a phrase to the group [and] then composes with the responses.

13. Helen Julia Minors, « Music and movement in dialogue : exploring gesture in soundpainting », in : *Les Cahiers de la Société québécoise de recherche en musique* 13.*1* (2012), p. 87-96.

14. Patrice Guyot et Thomas Pellegrini, « Vers la transcription automatique de gestes du soundpainting pour l'analyse de performances interactives », in : *Journées d'Informatique Musicale (JIM 2016)*, 2016, pp-118.

va revenir auprès du chef, qui pourra, selon cette dernière, faire une nouvelle demande musicale. On est bien ici dans un exemple d'improvisation par l'action, avec une volonté commune de faire vivre un moment artistique cohérent au public.

L'improvisation est ainsi une technique fondamentale pour notre chef d'orchestre, que l'on retrouve bien dans nos deux niveaux d'interprétation de l'œuvre, le processus de création, mais aussi l'interprétation des spectateurs interconnectés dans un même monde virtuel [15], que l'on définira dans le prochain chapitre.

Bien évidemment, l'improvisation n'est pas forcément un succès dans le processus de création. En effet, il faut avoir conscience de la non-réussite d'un concept souhaité pour pouvoir le développer. Dans le cadre d'une improvisation collective musicale, l'un des musiciens peut tout à fait proposer une intervention à son ensemble, ce dernier ne suivra pas forcément l'idée. En citant Lévy : « *Le traitement de l'erreur fait partie des fondamentaux dans l'improvisation. Sans aller jusqu'à dire que « l'erreur n'existe pas », comme aiment à l'affirmer les spécialistes du management, son acceptation permet de la comprendre comme une façon d'apprendre et de rebondir. Appliqué aux organisations, ce traitement de l'erreur, ou principe de non-punition, permet à la fois de générer de la connaissance, de développer une meilleure anticipation des problèmes mais aussi de mieux gérer les conflits (Morel, 2009)* » [16]. Ainsi, dans le cadre du développement d'une œuvre en réalité virtuelle, comme le cas de cette recherche, ce que nous appelons *échec* [17] a été une manière de développer les différentes formes de l'expérience. En effet, c'est à la suite de journées de tests avec des spectateurs, d'expositions, de retours constructifs et de constats d'échec que l'œuvre s'améliore, se perfectionne et se consolide pour arriver à un dispositif déterminé comme concluant. Dans notre cas, l'erreur ou l'échec a été la meilleure manière d'enrichir l'œuvre. De même, l'expérience du chef d'orchestre vient de ses réussites et échecs précédents. C'est en comparant sa dynamique de création avec d'autres groupes cocréateurs avec qui il a travaillé auparavant qu'il peut améliorer sa direction, ou du

15. La grande différence à souligner dans ces formes d'improvisation est le niveau de technicité. En effet, le chef d'orchestre nécessite une grande part de maîtrise de l'improvisation pour créer une œuvre cohérente et compréhensible. Le spectateur, dans son interprétation performative, va user de l'improvisation mais dans un but d'exploration de l'œuvre. La finalité de ces deux formes d'improvisation n'est donc pas du même niveau et dans un même but.

16. Lévy, Pertat et Soubeyran, « De l'aménageur chef d'orchestre à l'improvisateur. Ce que les savoirs de l'improvisation font à l'aménagement », *op. cit.*

17. A savoir un résultat non satisfaisant par rapport à notre volonté d'auteur, dû à plusieurs problèmes liés au processus de création, à la situation d'exposition, à toute contrainte pouvant nuire au résultat attendu. Par exemple, la première performance de Creative Harmony a été un "échec" à notre sens puisqu'une grande partie de l'œuvre n'a techniquement pas fonctionné, perdant les spectateurs durant la performance.

moins son harmonisation des concepts, l'équilibre de son état de compromis. Ses erreurs de communication ou de coordination l'entraînent à améliorer ces processus et donc à créer un cadre plus équilibré, plus stable pour le bon développement de l'œuvre. De même, ses constats de réussites quant à ses techniques de direction peuvent appuyer l'intérêt de sa pratique avec un nouveau groupe, dans le but de développement d'une nouvelle œuvre.

3.1.2 La technicité du chef d'orchestre

Au-delà de la maîtrise de l'imprévu, de l'improvisation, le chef d'orchestre possède d'autres outils pour créer et garder sa cohérence.

En effet, au même titre que la recherche-création, la création par l'improvisation est une création par l'action C'est bien par l'expérience, par l'adaptation en temps réel que le projet artistique peut se créer et évoluer. Cela rejoint la définition faite du compromis dans le premier chapitre de cette partie de thèse, à savoir un processus actif, une action mouvante et adaptative entre plusieurs partis. Nous citons à nouveau Lévy : « *Mais l'essentiel, et qui devrait intéresser au plus haut point nos disciplines de l'aménagement, est que l'improvisation en jazz par exemple, est bien une discipline de l'action, et dont les musiciens de jazz ont fait leur métier !* » [18]. Au même titre que Lévy décrit une volonté d'hybridation des savoirs et techniques entre jazz et aménagement, il nous semble pertinent de faire un même lien avec la création d'une œuvre numérique interactive en recherche-création.

Alors, ce travail collaboratif avec des corps de métiers et des technicités aussi différentes qu'éloignées crée un ensemble de subjectivités qu'il est important d'harmoniser. En effet, plutôt que d'y voir un rassemblement égalitaire sans limites ni structure, il faudrait plutôt concevoir un espace de libre-échange avec le principe d'écoute et d'adaptabilité. Ici aussi, dans l'idée de l'état du compromis qu'on a développé précédemment, il est important de garder un équilibre dans l'écoute de chaque intervenant. Tous les artisans doivent avoir la conscience de cet équilibre à maintenir afin de créer un espace constructif et vertueux. Nous reprenons alors Citton : « [...] *le collectif d'invention / improvisation est en effet à concevoir comme un lieu privilégié — utopique — où les impressions qu'y reçoit chaque membre de la part de ses partenaires l'incitent continuellement à singulariser ses propres capacités d'expression, en une spirale vertueuse qui permet à chacun de devenir soi sous la pression d'autrui.* [...] *elle fait rayonner l'image d'un monde où l'impression appelle l'expression, où l'incomplétude fatale du donné s'affiche comme telle, pour engager chacun à la fois à y remédier et à se réjouir de tous les possibles qu'elle laisse ouverts.* » [19] C'est bien par l'action et la force de proposition que chaque personne intervenant dans le projet de création peut s'exprimer et apporter sa subjectivité. C'est par l'invitation à la proposition faite par le chef d'orchestre que les artisans peuvent s'exprimer, et l'action de

18. Lévy, Pertat et Soubeyran, « De l'aménageur chef d'orchestre à l'improvisateur. Ce que les savoirs de l'improvisation font à l'aménagement », *op. cit.*

19. Yves Citton, « L'utopie jazz entre gratuité et liberté », in : *Multitudes 2* (2004), p. 131-144.

l'un provoque les actions des autres dans un processus vertueux et enrichissant. Evidemment, cette vision assez utopique de l'acte de création n'est pas forcément un succès en permanence. Le temps de création d'une œuvre en réalité virtuelle est long, et au même titre que l'état de compromis est fluctuant dans sa temporalité, l'harmonisation des subjectivités l'est tout autant. La cohésion d'un groupe dépend des éléments le composant et de la capacité du chef d'orchestre à garder l'équilibre. Mais ici encore, l'échec est un élément positif permettant l'avancement. En effet, c'est lors d'un conflit qu'un blocage est mis en avant et qu'une solution est trouvée. Sans friction, il n'y aurait pas de remise en question, et donc possiblement pas d'enrichissement imprévu. Ainsi, comme le précise Lévy : « *Ces principes rattachent l'action à une éthique de la collaboration mettant en avant la réciprocité (donner, recevoir, reconnaître), la confiance (Crossan, White, Lane et Klus, 1996), mais aussi l'acceptation du conflit et de l'erreur. L'improvisation comme mode de faire, tendu vers l'autre, implique de laisser des espaces libres, c'est-à-dire de dompter la peur du silence.* »[20] C'est bien grâce à l'écoute, la confiance, le sentiment d'égalité et donc de réciprocité que l'échange peut être fructueux. Et lorsqu'il est bloqué par un conflit, il permet encore l'évolution positive de l'œuvre. Ainsi, pour reprendre Citton : « Le groupe *de jazz donne une image idéale du groupe social dans la mesure où son degré de puissance créatrice sera d'autant plus accompli qu'il mettra en place des agencements collectifs laissant chacun* aussi libre que possible de construire et d'exprimer sa singularité. »[21]

Toute cette création par l'action amène donc de l'expérience en temps réel et permet de faire évoluer pendant tout le temps de création de l'œuvre, l'expérience de l'action en elle-même. En effet, c'est par la maîtrise de l'improvisation que chaque personne peut évoluer dans le processus créatif collaboratif. Cette maîtrise, très peu visible en début de travail car cela demande un temps d'adaptation, un échauffement de chaque participant pour comprendre le langage de chacun, l'univers et les subjectivités, progresse au fur et à mesure des propositions, du temps de création, mais aussi des conflits et des expériences. Il faut noter que chaque groupe, chaque orchestre, chaque équipe est différente d'un projet à l'autre. De même, chaque jour, l'équilibre du groupe est à retrouver puisque chaque personne évolue d'un jour à l'autre (humeur, technique, envie, motivation, ...). Comme le précise Citton : « L'organisation interne optimale *d'un groupe créatif ne peut faire l'objet*

20. Lévy, Pertat et Soubeyran, « De l'aménageur chef d'orchestre à l'improvisateur. Ce que les savoirs de l'improvisation font à l'aménagement », *op. cit.*

21. Citton, « L'utopie jazz entre gratuité et liberté », *op. cit.*

de prescriptions universelles, mais dépend des développements historiques dans lesquels s'inscrivent ce groupe et les singularités qui le constituent. »[22] Il n'y a pas de règles établies permettant de créer un groupe équilibré de base, au même titre que les techniques et méthodes que nous développons dans cette thèse ne sont pas généralisables pour toute création collaborative d'œuvre numérique. Chaque renouvellement de la collaboration demande une nouvelle adaptation des uns et des autres, une adaptabilité permanente selon les histoires, les profils, les situations, et même l'œuvre elle-même.

La maîtrise de l'improvisation par l'action est donc développée par l'expérience, et la cohésion, une fois réussie à son premier niveau, c'est-à-dire lorsque tout le monde a confiance et se sent force de proposition, peut se complexifier et amener à des formes imprévues et riches d'intersubjectivité dans l'échange. Comme le précise Lévy : « *C'est dans ces moments de jeu collectif, comme les jam-sessions, que les musiciens affinent leur jeu, écoutent ce qu'il se joue, expérimentent, rivalisent d'inventivité, et participent ainsi à créer un langage commun (Becker, 1999). Comme observé plus loin dans certaines pratiques d'occupation de certains territoires, nous avons ici à faire à des formes de savoirs construits dans et par l'action. Ces savoirs incorporés nous rapprochent de la posture de l'artisan plus que de l'artiste, privilégiant les savoirs construits dans et par l'action (Sennett 2010 ; Crawford, 2016). Des savoirs qui s'appuient sur un double mouvement d'ancrage dans une mémoire (individuelle et collective) et tendu vers un avenir ouvert (indéterminé et en transformation continue).* »[23] C'est donc lorsque les langages sont harmonisés, que la confiance permet une boucle vertueuse dans les échanges et les propositions que l'expérience s'enrichit. Cette dernière évolue positivement dans l'action, mais aussi par l'action. Elle est finalement le résultat composite de propositions individuelles et collectives, fluides et harmonisées par le chef d'orchestre improvisateur.

Toute cette définition du chef d'orchestre, ses capacités et maîtrises qui lui permettent de faire progresser la création d'une œuvre en maintenant la stabilité de l'équilibre du compromis, doivent s'ajouter à d'autres fonctions primordiales au développement. C'est ce que nous analyserons dans la deuxième partie de ce chapitre, en étudiant l'interdisciplinarité diagonale, la coordination des langages, et la méthode de création de l'œuvre.

22. *Ibid.*
23. Lévy, Pertat et Soubeyran, « De l'aménageur chef d'orchestre à l'improvisateur. Ce que les savoirs de l'improvisation font à l'aménagement », *op. cit.*

3.2 Méthodologie de travail

Pour la création de Creative Harmony, nous avons expérimenté plusieurs méthodes de travail, plus ou moins liées au statut de chef d'orchestre. En effet, sa capacité à travailler par l'action, avec l'improvisation, dans un but d'équilibrage en permanence de l'état du compromis, doit être complétée par d'autres notions importantes qui ont caractérisé les différentes équipes de développement.

Dans un premier temps, nous étudierons donc le concept d'interdisciplinarité diagonale, à savoir la mise en relation de plusieurs spécialités définies travaillant ensemble sur un même projet globalisant. L'aspect diagonal invite ici à comprendre un processus horizontal dans l'importance faite à chaque artisan, mais avec un encadrement fait de manière légèrement frontale, tout en restant mouvant de la part de l'auteur.

Deuxièmement, nous développerons l'importance de la coordination des langages dans un travail interdisciplinaire. Dans la mesure où un projet englobant plusieurs disciplines comprend des technicités différentes, parfois éloignées, et que tous ces éléments créent ensemble un dispositif artistique commun, il est important d'harmoniser les termes et les langages utilisés. Coordonner les langages permettrait, selon nos hypothèses, une meilleure structure de l'entente, une fluidité dans le processus de création et donc un meilleur équilibre de l'état du compromis.

Enfin, nous étudierons la méthode de création empirique par itérations, à savoir la mise en évidence d'erreurs et d'étapes par l'action, la création et la recréation. Dans notre dynamique de recherche-création, il s'agit de créer un dispositif, de le présenter à un public, de prendre en compte les retours et d'améliorer l'œuvre par rapport à ce qui a été interprété par le public. Cette méthode fait partie prenante d'une technique d'exploration, d'adaptation et de compromis sur son processus de création.

3.2.1 Interdisciplinarité diagonale

Si l'auteur s'entoure d'artisans spécialistes pour créer son dispositif artistique, l'acte de création devient souvent un travail interdisciplinaire regroupant d'autres artistes, des chercheurs, des scientifiques et des techniciens. Ce rapport entre l'artiste et les artisans n'est pas dans un but de déléguer le travail ou profiter d'un savoir-faire que le créateur initial ne maîtrise pas, mais bien d'ouvrir le champ des possibles et des interprétations dans la création de l'œuvre, tout en favorisant l'expérience et l'intérêt de chacun pour le projet.

C'est donc bien une cocréation dirigée par l'auteur dont il s'agit, plutôt qu'une commande de création. Comme le développe Jean-Paul Fourmentraux : « *Le travail artistique devient ici une entreprise collective qui enrôle de multiples auteurs : leur coordination passe par la mise en œuvre d'une organisation du travail qui, tout en s'appuyant sur des savoirs et savoir-faire partiellement constitués, ménage des zones d'hybridation inédites. Dans ce contexte, la création ne repose plus sur un schéma hiérarchique qui ferait intervenir une distribution réglée des apports en conception et en sous-traitance, selon des échelles de valeur et de rétribution enrôlant une longue chaîne de travailleurs, au service, à chaque fois, d'un créateur singulier. Le travail de création se voit au contraire distribué sur différentes scènes et entre plusieurs acteurs pour lesquels il est possible de préciser des enjeux de recherche distinctifs, suivant des expertises et des agendas variés.* »[24] Il est important de préciser que l'auteur décrit par Fourmentraux est appelé artisan dans notre recherche. Également, il est intéressant de revenir sur cette notion d'hybridation utilisée dans cette citation. L'œuvre est en effet créée par plusieurs acteurs, plusieurs artistes et artisans, et donc son utilisation est elle-aussi multiple. Elle peut tout à fait être exposée dans un cadre artistique, ou encore présentée dans le cadre d'une conférence ou d'un colloque. Au final, la pluralité des acteurs de son existence crée une pluralité de ses modalités d'exposition. D'autant plus qu'il s'agit d'une œuvre de recherche-création, ce qui lui apporte une dimension aussi artistique que scientifique. Cette hybridation est donc une forme de coexistence et de cohésion de plusieurs domaines qui composent l'œuvre, de son développement à sa monstration. Aussi, il nous semble pertinent de noter la différence entre pluridisciplinarité et interdisciplinarité. Le premier, venant de *pluridisciplinaire* est ce qui concerne plusieurs disciplines, domaines d'étude, alors qu'*interdisciplinaire* relève

24. Jean-Paul Fourmentraux, « ? Art, science, technologie ? Création numérique et politiques de l'interdisciplinarité », in : *Volume !* 2 (2014), p. 113-129.

des relations entre plusieurs disciplines, plusieurs sciences [25]. De cela, nous pouvons donc comprendre que l'interdisciplinaire est agencée dans un but commun, ici scientifique et artistique qui est la création d'une œuvre, et comprend l'existence des relations entre ces différentes disciplines. L'action pluridisciplinaire, telle qu'elle est définie ici, met en commun plusieurs domaines mais sans pour autant les allier, les relier.

Pour approfondir ces définitions, Resweber présente la pluridisciplinarité comme : « *la logique d'une mise en convergence de plusieurs disciplines, en vue d'examiner, sous plusieurs aspects, une question donnée. Certes, elle est souvent jugée insuffisante, et c'est alors la juxtaposition qui prévaut, lorsque, notamment, elle est pratiquée dans le cadre de colloques, de réunions de recherche ou de cursus de formation ou d'enseignement. Mais, en réalité, elle est un moment indispensable au développement de l'interdisciplinarité* » [26] Puis il décrit l'interdisciplinarité comme telle : « *Quant à l'interdisciplinarité, elle inclut le moment pluridisciplinaire mais le dépasse en déployant uns stratégie qu'il faut à présent clairement expliciter. On peut légitimement constater qu'elle caractérise l'opération de transfert des concepts d'une discipline à une autre.* [...] *L'interdisciplinarité se définit par un échange de concepts entre diverses disciplines, mais elle se réalise, plus profondément, par le choc ou l'opposition des méthodes qu'elle provoque. En effet, c'est bien la méthode qui fait le lit de la discipline et c'est aussi l'adoption de nouvelles méthodes qui le défait, le refait et le refond.* » [27] Ainsi, si la pluridisciplinarité se présente comme la présence de plusieurs disciplines dans une tâche commune, l'interdisciplinarité démontre les résonances, les forces relatives, les intérêts circulant entre chacune de ces disciplines grâce à l'action commune. C'est pour cela qu'il nous semble plus pertinent d'utiliser le terme d'interdisciplinarité pour parler de notre collaboration dans une œuvre en réalité virtuelle, puisqu'elle induit les caractères relationnels et d'hybridation fondamentaux à notre recherche.

Cette interdisciplinarité se place alors dans un rapport diagonal avec le chef d'orchestre. En effet, ni hiérarchique, ni horizontal, le rapport d'encadrant que possède l'auteur est fluide, fluctuant dans la temporalité. De même, l'importance donnée à chaque artisan n'est pas la même selon l'étape de développement de l'œuvre. L'ordre n'est ni

25. Définitions du Larousse en ligne, `https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/pluridisciplinaire/61794` et `https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/interdisciplinaire/43668`, consulté le 10/07/2024.

26. Jean-Paul Resweber, « Les enjeux de l'interdisciplinarité », in : *Questions de communication* 19.*1* (2011), p. 171-200.

27. *Ibid.*

établi, ni chaotique, il est mouvant dans le temps. C'est pourquoi ce terme de diagonal est intéressant à considérer. Aussi, pour reprendre les idées d'Yves Citton reprises par Lévy : « *Plutôt que de comprendre l'improvisation comme diamétralement opposée au principe du chef d'orchestre aménageur, Yves Citton (2016) propose de l'appréhender comme un pont tiré, une « diagonale », entre des principes hiérarchiques verticaux et une organisation strictement horizontale. Il montre que l'improvisation n'est ni un assemblage d'éléments préparés à l'avance, que l'on agence différemment selon les contextes, ni un rejet absolu de toute forme de hiérarchie. À travers notamment les écrits du musicien Lawrence « Butch » Morris, il développe une vision du chef d'orchestre qui transcende ces oppositions : "La direction est conçue simultanément pour "améliorer les capacités et les compétences d'interprétation et d'expression de l'ensemble" et pour "engager chaque musicien dans un système de création musicale qui s'appuie sur sa personnalité, son histoire et ses aptitudes uniques".* [28] » [29] Nous comprenons bien que ce rapport diagonal entre chef d'orchestre – artisans apporte bien une dimension d'encadrement dans l'acte de création, tout en invitant à l'interprétation, à l'improvisation et à l'initiative. Elle est un système qui crée un cadre de possibilités, une ouverture à l'échange et à la subjectivité dans un processus interdisciplinaire et collaboratif. Alors, pour reprendre notre exemple principal de l'aménagement urbain, la direction diagonale est l'instant où le chef d'orchestre laisse les habitants s'exprimer dans un espace encadré : « *Ce mode de direction consiste pour l'urbaniste à construire une grille permettant de guider l'action collective tout en favorisant l'expression de la créativité individuelle et collective par l'expérimentation et la co-construction.* [...] *En prônant l'inachèvement comme principe d'action associé à l'improvisation, l'objectif n'est pas de déresponsabiliser l'aménageur-urbaniste et de responsabiliser les populations à travers un discours le plus souvent moralisateur et visant les moins dotés en ressources, mais plutôt de porter un cran plus loin le principe du « faire avec » des doctrines participatives, pour tendre à la co-construction de chaque étape d'une habitation ou d'un quartier. En invitant les habitants (présents, futurs ou voisins) à s'impliquer et s'engager, il s'agit de rendre possible une logique d'exploration et de réexamen, s'écartant de politiques conduites par un désir de clarté compulsive, de suivi du script et d'exécution de la règle.* » [30] La direction par l'inachèvement comme le précise l'auteur,

28. Traduction de l'auteur : conduction is designed simultaneously "to enhance the ensemble's interpretive and expressive abilities and skills" and "to engage each musician in a system of music-making that draws on his or her unique personality, history and ability".

29. Lévy, Pertat et Soubeyran, « De l'aménageur chef d'orchestre à l'improvisateur. Ce que les savoirs de l'improvisation font à l'aménagement », *op. cit.*

30. Lisa Lévy, « L'urbaniste, professionnel de l'improvisation ? », in : *Cybergeo : European Journal of*

est à comprendre dans notre cas comme la direction par le compromis. L'auteur n'est pas décisionnaire de la finalité de l'œuvre, ou du moins du dispositif interactif si l'on considère seulement l'œuvre-amont, mais bien un chef d'orchestre de l'improvisation, de l'intersubjectivité, des possibilités interprétatives. Il invite à de nouvelles formes d'expression et d'interprétation dans un but d'enrichissement de son œuvre finale.

Maintenant que nous avons défini le concept d'interdisciplinarité diagonale, il nous semble nécessaire d'étudier l'importance de la coordination des langages dans un processus de développement d'une œuvre, d'autant plus si cette dernière fait intervenir plusieurs domaines d'activité, plusieurs champs de recherche.

Geography (2016).

3.2.2 Coordination des langages

L'un des points importants lors de la création en collaboration convoquant plusieurs disciplines et domaines d'activité, est bien la coordination des langages. Il serait complètement absurde de proposer un débat sur un sujet précis entre plusieurs personnes de nationalités et de dialectes différents, et donc qui se ne se comprennent pas. Aussi, il en va de même dans un processus collaboratif de création d'une œuvre numérique. Par exemple, le terme d'interaction est utilisé par les sciences de l'informatique et de la réalité virtuelle tel quel pour déterminer l'ensemble des actions réelles et virtuelles entre une personne et des éléments l'entourant. Alors que dans le champ des arts numériques, il se fait une distinction importante entre interaction et interactivité, comme nous le définirons en premier chapitre de notre deuxième partie de thèse.

Comme le précise Clarisse Bardiot dans son analyse de la série de performances *9 Evenings ; Theatre and Engineering* : « *De nombreux spectacles impliquant des technologies numériques nécessitent la contribution d'ingénieurs, voire de chercheurs de haut niveau, spécialisés dans l'intelligence artificielle, la robotique, les interfaces humain-machine, la programmation informatique, etc. C'est ainsi que de nouveaux collaborateurs partagent le plateau avec les régisseurs et les différents interlocuteurs techniques traditionnels. Les métiers de ces derniers en sont parfois bouleversés, car leurs savoir-faire et leurs outils peuvent être radicalement mis en cause. Souvent, cette collaboration dépasse le cadre de la technique et engage l'équipe artistique dans son ensemble. Des ponts doivent alors être créés, des modes de dialogue se constituer.* » [31] Pour rappeler le contexte de ces performances, en 1966 à New York, dix artistes décident de collaborer avec une trentaine d'ingénieurs, pendant dix mois, pour la création de plusieurs pièces performatives utilisant des innovations technologiques. L'ensemble sera joué pendant neuf soirées devant dix mille personnes au total, bouleversant ainsi la scène artistique américaine. Ainsi, comme le dit Bardiot, les nouvelles formes de collaborations qui existent grâce à l'innovation technologique dans les arts entraîne des dépassements de connaissances, des bouleversements dans le processus de création et/ou de développement. Et ce sont bien ces chocs qui permettent de faire émerger de nouveaux paradigmes de création, de nouveaux processus de développement et d'analyse, apportant des dimensions plus complexes et expérimentales aux œuvres. Cependant, il faut créer des moyens de communication afin de garder un dynamisme de création, et d'improvisation pour reprendre le fil de notre recherche.

31. Clarisse Bardiot, *9 Evenings : Theatre and Engineering*, 2006.

Créer des liens de langage entre arts, sciences et technologies, n'est pas si simple car cela remet en question une séparation volontairement sociétale, historique (du moins depuis le XXe siècle pour l'art), parfois politique. Le processus de création d'une œuvre et de développement d'une technologie n'est fondamentalement pas le même, de même que les temporalités d'exécution et vocabulaires employés. Pour reprendre Bardiot : « *Comme le note Billy Klüver dans le programme de 9 Evenings, « cela n'a pas été aussi facile qu'il y paraît. Les artistes ont dû faire preuve d'énormément de patience face au rythme lent des ingénieurs. Et les ingénieurs ont dû se débrouiller avec le flou des artistes, ces derniers n'ayant rien à tenir dans leurs mains ou à travailler.» Les artistes ont souvent l'impression d'être entraînés sur la pente des problèmes techniques au détriment du propos artistique, de ne pas maîtriser leur spectacle. De l'autre côté, les ingénieurs considèrent que les artistes ne prennent pas toujours en compte leurs contraintes spécifiques.* » [32] Au-delà d'un simple problème de vocabulaire, c'est bien tout un processus d'exécution qu'il faut faire comprendre, avec les contraintes et problématiques liées à chaque domaine (cohésion artistique, intérêt novateur dans l'histoire de l'art, problème technique, faisabilité technologique, ...). Ainsi, une technique de langage commun, ou du moins d'espace d'échange qui peut être utilisée est bien l'écriture et le dessin. Nous pouvons retrouver par le tracé du crayon une forme générale de communication, que l'on apprend dès le plus jeune âge dans le monde entier, et facilement adaptative selon les langues [33]. Dans le cadre de *9 Evenings : Theatre and Engineering*, l'utilisation des diagrammes a été une solution pour créer de la cohésion dans les langages et les idées de chaque acteur : « *On a parlé pendant six heures avec chacun des artistes et on a ébauché ensuite les dessins et diagrammes des différentes combinaisons d'équipement dont chaque artiste aurait besoin. David Tudor demandait des fonctions que je n'arrivais pas à visualiser. Puis j'ai esquissé le dessin. Nous avons continué de préciser le tout et d'y apporter des corrections jusqu'à ce que je lui donne une forme finale. Je ne saisissais pas ce qu'il désirait avant de pouvoir le visualiser et il n'arrivait pas à me le communiquer, car il n'est pas habitué à visualiser des fonctions.* [...] *Réalisés de fin septembre à début octobre 1966, les diagrammes permettent non seulement de préciser les projets de chacun des artistes, mais aussi de communiquer avec les ingénieurs afin de mieux coordonner les différents aspects techniques.* [...] *Les diagrammes sont l'outil qui permet d'articuler la pensée des uns et des autres, le pont à mi-chemin entre deux univers. Ils établissent un langage commun,*

32. *Ibid.*

33. La seule barrière reste encore celle de la culture, des différences d'alphabets ou de méthode d'écriture, mais nous généraliserons avec un alphabet latin dans le cadre de cette thèse.

une passerelle entre l'artiste et l'ingénieur, concrétisant, à peine un mois avant la date de la première représentation, le long processus de collaboration et d'échange entre artistes et ingénieurs. »[34] Aussi, plus qu'un espace de cocréation, de communication, c'est un support de compréhension mais également de développement des idées. L'espace de dessin, d'écriture, de schématisation et de représentation, est un moyen d'harmoniser les idées, de les visualiser, mais également de les améliorer, de les compléter et les complexifier. Le dessin et l'écriture sont donc les formes visuelles du compromis que nous étudions.

C'est pourquoi cette technique de coordination des langages par le dessin a été utilisée dans le cadre de cette recherche-création, et notamment du développement de l'œuvre Creative Harmony. En effet, la collaboration comprenait la première année un artiste numérique, un danseur et artiste numérique, un musicien, mais également six étudiants développeurs. Il fallait donc créer une méthode de communication et d'échange d'idées afin d'harmoniser l'ensemble de l'œuvre et de ses propositions. Dans un premier temps, le dessin a permis d'illustrer la narration du dispositif, notamment par la représentation des scènes et l'intervention des spectateurs interactifs (voir Figure 3.1).

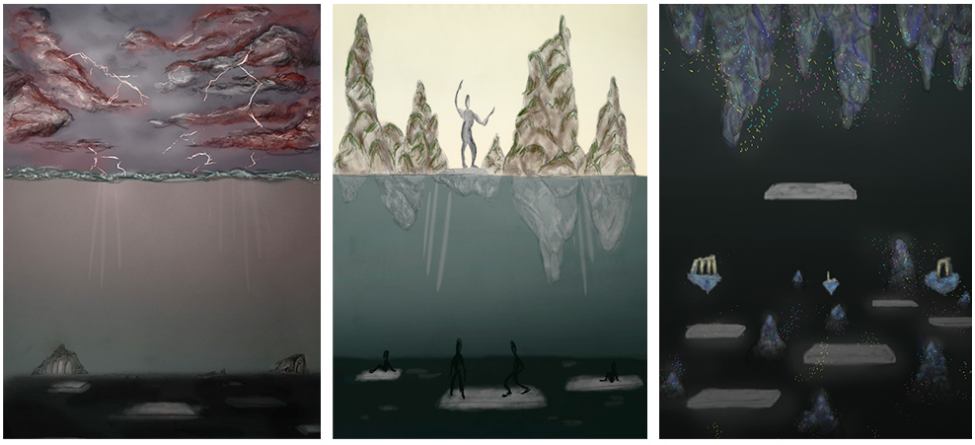


FIGURE 3.1 – Dessins de présentation de Creative Harmony 1.

Ces dessins étaient un première étape de coordination, accompagnés de plusieurs textes écrits, comme la narration de l'œuvre, le scénario interactif, ou encore des références picturales, musicales et numériques interactives.

Puis, lors du développement du dispositif, nous utilisions un tableau blanc mural afin de créer un espace commun d'échange, sous forme illustrée, afin d'y écrire, dessiner, com-

34. BARDIOT, *9 Evenings : Theatre and Engineering*, *op. cit.*

parer nos idées par un autre biais que celui de la parole, pouvant parfois être trop réducteur ou imprécis pour présenter l'idée. Lors des dernières phases de création de l'œuvre, en 2024, le tableau utilisé comme espace de libre-échange commun, était un mélange de formules mathématiques, de dessins, de listes de mots et de règles d'interactivités, comme nous pouvons le voir dans la Figure 3.2.

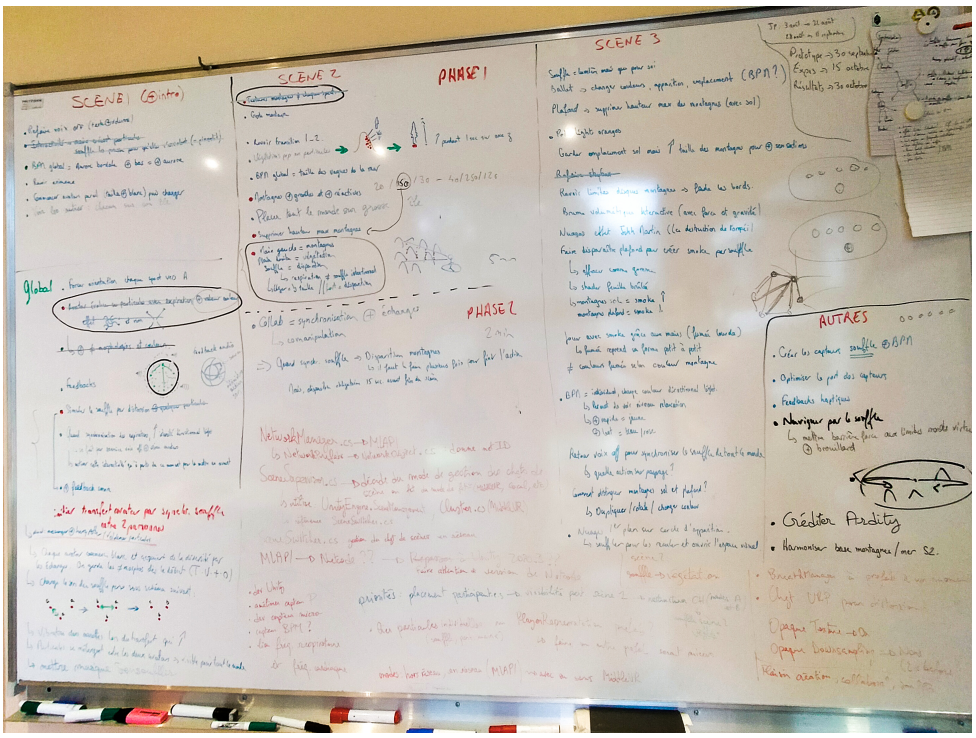


FIGURE 3.2 – Exemple de tableau de travail de l'œuvre Creative Harmony, 3e version

L'utilisation d'un tableau est également un support d'explication du développement de l'œuvre à des personnes extérieures ou suivant de loin le projet. C'est alors une excellente représentation de l'état du compromis dans ses différentes temporalités. En temps réel, le tableau représente l'équilibre du compromis par la discussion et l'écriture. Dans l'état, c'est également le résultat de cette forme de compromis, son archive ou du moins sa forme finale jusqu'à prochaine modification. Ainsi, l'usage de l'écriture et du tracé casse les frontières entre les différentes disciplines. Le dessin devient linguistique, scientifique, tandis que la formule mathématique ou l'écriture technique deviennent artistiques en changeant de couleurs, en se mêlant aux formes et en stimulant de nouvelles idées de création.

Enfin, au-delà d'expliquer l'intérêt de la coordination des langages en présentant l'exemple du dessin, il faudrait également différencier trois étapes fondamentales à ce processus. Les différents vocabulaires s'appréhendent de la même manière que les différentes technicités, comme l'exemple du jazz que nous avons précédemment développé. Ainsi, nous pouvons distinguer un premier moment d'appréhension, où chaque acteur (chef d'orchestre et artisans) se découvre, un deuxième moment d'adaptation où les langages sont apprivoisés, interprétés avec son propre univers et moyen de communication, et enfin un dernier moment d'improvisation et donc d'harmonisation, de stimulation d'idées. Aussi, je me permets de citer les recherches de Georges Gagneré et de Cédric Plessiet : « *Notre première expérience s'est déroulée dans le cadre Idefi-Creatic d'un atelier intensif de pratique artistique de trois semaines rassemblant étudiants de master en art numérique et en théâtre, intitulé « Du geste capté au geste d'interactivité numérique ». L'objectif principal de cet atelier consistait à faire dialoguer des étudiants de deux disciplines habituellement séparées en vue de co-construire des performances entre acteurs réels et avatars. Pendant la première semaine, les étudiants artistes numériques ont construit une plate-forme d'acquisition de gestes scéniques et de manipulation d'avatars jouant ces gestes scéniques, tout en constituant une documentation détaillée visant à transmettre l'usage de la plate-forme aux étudiants acteurs de théâtre, novices par rapport à ces problématiques. La seconde semaine a permis la transmission des outils, la constitution d'une base de données de gestes et une co-réflexion autour de dispositifs performatifs mettant en situation des avatars jouant les gestes préenregistrés, et un avatar contrôlé en direct par un acteur.* » [35] Dans le cadre d'ateliers proposés à leurs étudiants, Gagneré et Plessiet invitent à la collaboration de différents domaines dans le but de créer des œuvres théâtrales avec des technologies de capture de mouvement. Ils analysent alors ces différents moments présentés précédemment, à savoir une première étape de compréhension des différentes technologies et modes de création de chaque participant, puis une deuxième étape de co-construction, de création de narration grâce aux découvertes de chacun. La troisième étape proposée par ces chercheurs est la performance des pièces, que nous développons ici sous la forme de l'improvisation. Il en va de même par exemple avec l'apprentissage traditionnel d'un instrument de musique comme le piano. La première étape est l'apprentissage des touches du clavier et de la lecture d'une partition. La deuxième étape est la maîtrise de l'instrument et de la lecture. Enfin, la dernière étape est l'improvisation, la création libre

35. Georges Gagneré et Cédric Plessiet, « Perceptions (théâtrales) de l'augmentation numérique », in : *Frontières Numériques : Perceptions*, 2016.

grâce à la technicité. C'est pourquoi la coordination des langages convoque bien ces trois temporalités. Avant que chaque acteur puisse improviser, il faut bien maîtriser la dynamique générale et les forces de proposition de chacun. D'ailleurs, le chef d'orchestre peut correctement encadrer l'équilibre du compromis dans cette troisième temporalité, lorsque chaque artisan se comprend et lorsque le chef d'orchestre peut interpréter chaque artisan.

La temporalité que nous venons d'étudier, est essentielle à la création d'une œuvre comme celle que nous étudions à travers cette recherche-création. En effet, développer un dispositif artistique n'est pas linéaire dans son fonctionnement. Il y a plusieurs étapes à différencier, à comprendre et respecter pour que l'ensemble soit cohérent et que l'état du compromis soit en permanence équilibré. C'est ce que nous tenterons d'analyser dans cette dernière partie du chapitre.

3.2.3 Construire par l'action collaborative, la méthode Design-Based Research (DBR)

Il nous semble intéressant ici de comprendre la méthodologie de travail collaboratif réalisée dans le cadre du développement des trois versions de l'œuvre Creative Harmony. Si ce processus a surtout été intuitif et évolutif sur la durée, il s'agit ici de comprendre la manière dont l'organisation entre l'auteur et les artisans a évolué, et donc de la comparer avec des méthodes existantes.

Dans un processus de recherche-création avec une grande part d'improvisation dans le processus de création, la méthode *Design-Based Research* (DBR) semble ici la plus proche de l'organisation intuitive employée[36]. En effet, la méthode DBR se caractérise principalement par une organisation autour d'un travail interdisciplinaire collaboratif, axé autant sur la recherche que sur le développement, et incluant l'usager cible dans le processus de problématisation. Nous citons les recherches de Reimann : « *La Design-Based Research (DBR) est caractérisée comme une approche de recherche interdisciplinaire à méthode mixte menée « sur le terrain », servant des objectifs appliqués et de construction théorique.* [...] *Ils identifient cinq caractéristiques : (a) pragmatique (c'est-à-dire orientée vers la conception et l'intervention) ; (b) fondée sur la théorie et la recherche ; (c) interactive, itérative et flexible ; (d) intégrative ; et (e) contextuelle.*[37] »[38] Dans notre cadre de recherche-création collaborative, on voit bien alors que cette méthode DBR s'appuie sur des caractéristiques proches de notre méthode de développement, que ce soit dans l'équivalence recherche et application, dans le principe collaboratif appelé ici interactif, ou encore dans l'itération des étapes de développement, que nous développerons à la fin de cette sous-partie. Ainsi, nous pourrions proposer cette équivalence suivant la liste proposée : (a) pragmatique = réfléchi pour être interactif et centré sur la collaboration ; (b) fondé sur la théorie et la recherche = œuvre de recherche-création basée sur une thèse et sur des recherches en sciences de la réalité virtuelle ; (c) interactif, itératif et flexible

36. Il est important de préciser que cette méthode ne se généralise pas à toutes les formes d'organisation de travail dans le processus de création d'une œuvre numérique en réalité virtuelle. Nous précisons bien qu'elle correspond convenablement dans le cadre de la création de Creative Harmony, mais d'autres méthodes pourraient tout autant s'appliquer dans un même processus.

37. Traduit de l'auteur : Design-based research (DBR) is characterised as an inter-disciplinary mixed-method research approach conducted 'in the field' that serves applied and theorybuilding purposes. [...] They identify five characteristics : (a) pragmatic (i.e. design-oriented and intervention-oriented) ; (b) grounded in theory and research ; (c) interactive, iterative and flexible ; (d) integrative ; and (e) contextual.

38. Peter Reimann, « Design-based research », in : *Methodological choice and design : Scholarship, policy and practice in social and educational research*, Springer, 2010, p. 37-50.

= participation du spectateur pour le bon développement de l'œuvre dans les phases de création ; (d) intégratif = interdisciplinarité diagonale avec respect de chaque acteur ; (e) contextuel = ancré dans un contexte innovant artistique, scientifique et technologique.

Ainsi, il semble pertinent de voir les similitudes entre cette méthode de recherche basée sur la création et l'organisation du développement de l'œuvre Creative Harmony, mais également de comprendre les manières dont elle évolue dans un cadre artistique interdisciplinaire. Il est donc intéressant de se demander si un changement de contexte de la méthode DBR entraîne un changement d'utilisation de son fonctionnement.

Présentation de la méthode DBR

La Design-Based Research a été développée au début des années 1990 par Brown et Collins pour comprendre le lien entre théorie et pratique dans la recherche éducative, comme le précise Reimann [39]. Son importance significative réside dans sa fonction d'analyse d'organisation en temps réel des rapports collaboratifs dans un processus de réflexion et de construction d'un point donné. En incluant le public cible dans l'hypothétisation et la problématisation, mais aussi dans la résolution, la recherche est plus aisément appliquée et pragmatique quant aux solutions apportées : « *En tant que méthodologie systématique mais flexible visant à améliorer les pratiques éducatives par une analyse, une conception, un développement et une mise en œuvre itératifs, basée sur la collaboration entre chercheurs et praticiens dans des environnements réels, et conduisant à des principes et des théories de conception sensibles au contexte.* [40] » [41] On peut faire un premier parallèle dans la création de l'œuvre de cette thèse, avec l'implication interdisciplinaire d'artistes, de chercheurs, d'étudiants artistes et étudiants en informatique. Effectivement, le sujet interdisciplinaire est développé par différents domaines, mais aussi par différents niveaux d'expertise.

C'est donc par l'action que la méthode Design-Based Research s'appuie. Dans son champ de la création la DBR présente plusieurs résultats développés dans les années 2000 : « *Edelson (2002) distingue trois types de théories que la conception produit en plus*

39. *Ibid.*

40. Traduit de l'auteur : As a systematic but flexible methodology aimed to improve educational practices through iterative analysis, design, development, and implementation, based on collaboration among researchers and practitioners in real-world settings, and leading to contextually-sensitive design principles and theories.

41. Reimann, « Design-based research », *op. cit.*

de la solution : (a) les théories du domaine (comme résultat de l'analyse du problème) ; (b) les cadres de conception (généralisations de solutions de conception spécifiques) ; et (c) les méthodologies de conception (procédures généralisées pour la conception de l'apprentissage). [42] » [43] De même que précédemment, nous pouvons proposer ce parallèle avec le domaine artistique : (a) théories du domaine = recherches sur les collaborations autour d'une œuvre VR ; (b) cadres de conception = mise en place d'une équipe de création d'une œuvre VR collaborative dans son processus de création et sa performativité ; (c) méthodologies de conception = créer en collaboration une œuvre VR pour plusieurs spectateurs collaboratifs + itérations + analyse du processus de création.

Bien entendu, la recherche et la création ne sont pas sectorisées par rapport aux différentes temporalités du processus de développement mais sont conjointement liées en permanence. Comme le précise Željko Obrenović : « *La recherche fondée sur la conception exige une autre vision de la relation entre la théorie et la pratique, dans laquelle aucune des deux n'est considérée comme primordiale.* [44] » [45] De même que la recherche-création s'appuie aussi fortement sur ses deux domaines d'action pour la création de savoir, la DBR met sur un même pied d'égalité la force de la théorie et de la pratique.

La méthode DBR dans le processus de création

Au-delà de cette balance entre théorie et pratique, la méthode Design-Based Research s'appuie sur le principe collaboratif et interdisciplinaire dans le développement d'un projet. Aussi, cette collaboration dépend grandement de la qualité des liens établis dans le processus collaboratif et donc de l'implication de chaque acteur dans le projet [46]. Et c'est par ce rassemblement collaboratif que les connaissances engendrées sont fructueuses, comme le développe Obrenović : « *La méthode DBR complète les méthodes de recherche existantes par sa capacité à utiliser davantage les connaissances et compétences tacites,*

42. Traduit de l'auteur : Edelson (2002) distinguishes three kinds of theories that designing yields in addition to the solution : (a) domain theories (as an outcome of problem analysis) ; (b) design frameworks (generalisations of specific design solutions) ; and (c) design methodologies (generalised procedures for doing learning design).

43. Reimann, « Design-based research », *op. cit.*

44. Traduit de l'auteur : Design-based research requires an alternative view on the relationship between theory and practice in which neither is taken as primary.

45. Željko Obrenović, « Design-based research : what we learn when we engage in design of interactive systems », in : *Interactions* 18.*5* (2011), p. 56-59.

46. Allan Collins, Diana Joseph et Katerine Bielaczyc, « Design research : Theoretical and methodological issues », in : *Design-Based Research*, Psychology Press, 2016, p. 15-42.

implicites et intuitives des concepteurs et des utilisateurs. Schön appelle ces connaissances « savoir en action », qui ne se révèlent que dans la manière dont nous effectuons les tâches et abordons les problèmes : « Le savoir est dans l'action. Il est révélé par l'exécution habile de la performance - nous sommes incapables de l'expliciter verbalement. » [47] » [48] C'est donc bien par l'ajout successif et la mise en commun des savoirs différents que le projet se complexifie et c'est par la mise en action de la création de savoir que cette recherche se concrétise de manière pragmatique. La recherche par l'action est un point central de cette thèse et de la pratique de l'œuvre VR développée ici.

Pour aller plus loin, les recherches d'Engle, citées par Collins et al., ont permis d'identifier plus aisément les points importants à retenir pour une bonne collaboration DBR, en se basant sur les travaux du projet MMAP (Middle-school Mathematics through Applications Project) :

> J'organise mon explication sur la manière dont MMAP a initié des collaborations productives entre ses diverses parties prenantes en adaptant quatre principes que mes collègues et moi avons initialement développés à partir de la littérature existante et de travaux empiriques pour expliquer l'engagement productif en classe (Engle et Conant, 2002 ; Engle et Faux, 2006) :
> Problématiser ensemble : Le groupe identifie des problèmes communs sur lesquels tous les membres de la collaboration s'engagent à travailler ensemble, ces problèmes étant considérés comme suffisamment non résolus, importants et accessibles à tous (e.g., Cobb et al., 1990 ; Greeno et al., 1999 ; Lieberman et Grolnick, 1996 ; Stein, Smith et Silver, 1998).
> Respecter l'autorité de chacun : Les participants ont véritablement l'opportunité de contribuer avec leur propre perspective sur les problèmes communs (e.g., Cobb et al., 1990 ; Lieberman et Grolnick, 1996) ; ce faisant, ils deviennent de véritables contributeurs (Palincsar et al., 2001 ; Grossman et al., 2001 ; Thomas et al., 1998) et, dans certains cas, même auteurs de productions collectives (Hindin et al., 2007 ; Lieberman et Grolnick, 1996). Par leur participation continue, ils peuvent être reconnus comme des autorités locales sur certains aspects du travail (e.g., Greeno et al., 1999 ; Stein et al., 1998).
> Instaurer une responsabilité interne dynamique envers les autres ainsi qu'envers les normes et objectifs communs : Dans le cadre du travail collectif, les participants sont tenus responsables d'expliquer comment ils prennent en compte

47. Traduit de l'auteur : Design-based research complements existing research methods in its ability to employ in a greater amount the tacit, implicit, intuitive knowledge and skills of both designers and users. Schön calls such knowledge knowing-in-action, revealed only in the way in which we carry out tasks and approach problems : "The knowing is in the action. It is revealed by the skillful execution of the performance— we are characteristically unable to make it verbally explicit.

48. Obrenović, « Design-based research : what we learn when we engage in design of interactive systems », *op. cit.*

> les contributions des autres (Greeno et al., 1999 ; Grossman et al., 2001 ; Lieberman et Grolnick, 1996) ainsi que les normes et objectifs convenus pour leur projet (e.g., Palincsar et al., 1999 ; Wood, 2007).
>
> Avoir accès à des ressources suffisantes pour rendre tout cela possible : Les ressources peuvent être aussi simples que disposer de temps ou de financement suffisants (e.g., Hindin et al., 2007) ou encore avoir accès à des spécialistes pouvant partager des outils pertinents et des moyens d'aborder les problèmes (e.g., Cobb et al., 1990 ; Stein et al., 1998). Certaines ressources soutiennent directement la collaboration productive, tandis que d'autres permettent la mise en œuvre des trois premiers principes, comme la constitution d'une équipe aux perspectives variées sur une question clé afin de favoriser sa problématisation (e.g., Grossman et al., 2001). [49] [50]

Ainsi, pour bien comprendre et analyser ces quatre points énoncés : 1 – Problématiser ensemble : correspond à déterminer collectivement les sujets à traiter, à avancer et à confronter. Dans le cadre d'une œuvre VR, il s'agit de trouver les solutions interactives à la narration voulue par exemple. 2 – Respecter l'autorité de chacun : chaque acteur a autant d'importance qu'un autre à proposer une idée et intervenir et tout le monde doit en être prévenu et respectueux. C'est au chef d'orchestre d'équilibrer l'ensemble. 3 –

49. Traduit de l'auteur : I organize my explanation of how MMAP initiated productive collaborations among its diverse stakeholders by adapting four principles my colleagues and I originally developed from existing literature and empirical work to explain productive engagement in classrooms (Engle and Conant, 2002 ; Engle and Faux, 2006) : 1. Problematizing together : The group finds joint problems to work on that all members of the collaboration are committed to working on together, problems that are considered to be sufficiently unsolved, important, and accessible to all (e.g., Cobb, et al., 1990 ; Greeno et al., 1999 ; Lieberman and Grolnick, 1996 ; Stein, Smith and Silver, 1998). 2. Respecting everyone's authority : Participants are truly given the agency to contribute their own perspective on the joint problems (e.g., Cobb et al., 1990 ; Lieberman and Grolnick, 1996) ; in doing that they become true contributors (Palincsar et al., 2001 ; Grossman et al., 2001 ; Thomas et al., 1998) and in some cases even authors of joint products (Hindin et al., 2007 ; Lieberman and Grolnick, 1996) ; and through their ongoing participation they may become oriented to as local authorities about particular aspects of the work (e.g., Greeno et al., 1999 ; Stein et al., 1998). 3. Engendering a dynamic internal accountability to others and to shared norms and goals : In the process of working together, participants are held responsible for accounting for how they are addressing what others have done (Greeno et al., 1999 ; Grossman et al., 2001 ; Lieberman and Grolnick, 1996) as well as agreed-upon norms and goals for their enterprise (e.g., Palincsar et al., 1999 ; Wood, 2007). 4. Having access to sufficient resources to make all of the above possible : Resources may be as seemingly straightforward as having sufficient time or money (e.g., Hindin et al., 2007) to having access to specialists who can share relevant tools and means of addressing problems (e.g., Cobb et al., 1990 ; Stein et al., 1998). Some resources, like these, support productive collaboration directly while others support the embodiment of the other three principles as when one assembles a team with different perspectives on a key issue to encourage it to be problematized (e.g., Grossman et al., 2001).

50. Collins, Joseph et Bielaczyc, « Design research : Theoretical and methodological issues », *op. cit.*, L'auteur cite également plusieurs références d'articles et de recherches à retrouver dans son article, dont : Engle et Conant, Engle et Faux, Cobb et al., Greeno et al., Lieberman et Grolnick, Stein, Smith et Silver.

Engendrer une dynamique de responsabilité interne = chaque acteur est responsable de sa participation, et donc du résultat du projet par ses actions. Il doit donc être dans une posture participative, dans un effort collectif. 4 – Avoir accès à des ressources suffisantes : dans le cadre de la création d'une œuvre VR, ce point est essentiel puisque l'accessibilité au matériel et aux savoirs est importante et souvent coûteuse. Avoir les ressources nécessaires permet d'avancer au mieux dans le projet collaboratif sur tous les points précédemment cités.

Nous comprenons donc que ces quatre points sont essentiels à la création d'un projet collaboratif avec la méthode Design-Based Research, soit sur l'aspect moral et humain, ou bien sur les besoins nécessaires. Ainsi, l'importance de la mise en commun des idées entraîne un besoin d'élaborer une équipe collaborative aux domaines diversifiés, afin de créer un consortium pertinent. Cette équipe doit être consciente de cette diversité, de leur force d'intervention, mais également respectueuse de l'importance et de l'équilibre de chacun. Enfin, l'équipe doit avoir accès aux ressources humaines, scientifiques et technologiques nécessaires au bon avancement et développement du projet collaboratif. Il est également important de préciser, grâce aux recherches faites par Engle sur les projets MMAP, l'influence positive des différents niveaux d'expertises (mêler enseignants et étudiants) dans un même projet, car les points de vue ne sont pas nécessairement les mêmes, et pourtant tout aussi légitimes. Dans le cadre du développement d'un programme scolaire ou d'une méthode d'enseignement, il est pertinent de faire travailler collaborativement les enseignants et les élèves. Dans le cadre d'une œuvre numérique comme Creative Harmony, il est tout aussi important d'inclure le spectateur dans le processus de création. C'est pour cela que le développement par itérations est nécessaire au bon vécu de l'œuvre dans sa finalité.

Création par itération

L'autre point important de la Design-Based Research est bien son utilisation du principe itératif, à savoir la répétition d'un même schéma de tâches dans le but d'approfondir progressivement le projet, tout en l'adaptant au mieux au public visé. Cette méthode de développement permet d'ancrer en permanence une problématique sur son terrain de recherche et de répondre aux attentes d'un public mouvant et fluide. Ainsi, l'itération invite à remettre en question ses idées et ses concepts pour un résultat plus pragmatique et personnalisé par rapport aux attentes et aux publics. Comme le précise Obrenović : « *De*

même, la conception nous permet de mieux comprendre les besoins des utilisateurs, car ceux-ci ne peuvent souvent pas nous expliquer précisément ce qu'ils veulent à moins que nous ne leur présentions une version de la solution de conception. En outre, en faisant participer les utilisateurs à la conception, nous pouvons faire appel à leurs connaissances dans leurs domaines, ainsi qu'à leur créativité.[51] »[52] Inclure l'utilisateur, ou dans notre cas le public, dans le processus de création permet de mieux adapter l'œuvre, nos attentes et les leurs pour une bonne expérience. Les spectateurs peuvent apporter leurs suggestions et remarques lors de phases proposées par l'auteur, et donc amener à une amélioration des idées et de la narration. Ici encore, c'est bien au chef d'orchestre d'adapter l'équilibre du compromis puisqu'un nouvel acteur fait partie, à sa manière, du processus de création.

Concrètement, la participation du spectateur dans le processus de création itératif prend forme de cette manière-ci :

- **Itération 1** : L'équipe de développement problématise le projet collectivement, puis créé une première version de dispositif encadrée par le chef d'orchestre. Une phase de test est programmée pour qu'un public volontaire expérimente et fasse ses retours. Ces résultats sont analysés par l'équipe de développement.

- **Itération 2** : De nouvelles problématiques sont apportées suite aux résultats analysés. Des améliorations sont faites sur le dispositif encadré. Une nouvelle phase de test est programmée sur un nouveau public de volontaires. De nouveaux résultats sont apportés et analysés.

- **Itération 3** : Idem que 2.

- ...

Pour reprendre les travaux de Reimann, la méthodologie DBR observe trois phases dans ce processus itératif : la préparation, l'expérimentation, l'analyse rétrospective, comme nous pouvons le voir sur le tableau 3.3 suivant :

Ces trois phases sont les composantes d'une itération comme nous venons de la décrire, avec bien évidemment quelques modifications apportées selon l'avancée du projet.

Il est intéressant de constater que la Design-Based Research se base avant tout sur

51. Traduit de l'auteur : Similarly, through design we can better understand users' needs, as our users often cannot precisely explain to us what they want unless we present them with some version of a design solution. Moreover, by engaging users in design, we may employ their knowledge about their domains, as well as their creativity.

52. Obrenović, « Design-based research : what we learn when we engage in design of interactive systems », *op. cit.*

Table 3.1 Phases and activities for conducting a design experiment

Phase 1	Preparing the experiment
	• Clarifying the instructional goals
	• Documenting the instructional starting points
	• Delineating an envisioned learning trajectory
	• Placing the experiment in a theoretical context
Phase 2	Experimenting to support learning
	• Collecting data in cycles of design and analysis
	• Applying interpretive frameworks
	• Formulating and testing domain-specific instructional theories
Phase 3	Conducting retrospective analyses
	• Explicating the argumentative grammar
	• Establishing trust in the findings
	• Ensuring repeatability
	• Ensuring generalisability

FIGURE 3.3 – Tableau représentant les trois phases de conception dans le design expérimental, avec en première phase la préparation de l'expérience, en deuxième phase l'expérimentation sur support d'apprentissage, et en troisième phase les analyses rétrospectives.

la création de concepts pragmatiques et non généralisées, justement grâce à l'itération. Comme le précise Majgaard dans ses travaux : « *Les travaux de recherche fondés sur la conception s'appuient sur un concept général de conception, sont itératifs, respectueux du contexte et orientés vers la théorie. [...] L'aspect itératif de la recherche fondée sur la conception se retrouve dans la répétition et la modification régulière de l'intervention. Cet aspect est étroitement lié au respect du contexte - d'une part, le respect du particulier dans chaque contexte et, d'autre part, le désir de développer des théories de nature générale. Barab (2006) écrit que la recherche fondée sur la conception utilise de petites généralisations, c'est-à-dire des connaissances suffisamment générales pour informer d'autres personnes (avec une certaine profondeur) travaillant dans des situations similaires.* [53] » [54] Ainsi, le savoir généré par cette méthodologie n'est pas généralisable sur un ensemble de concepts théoriques mais plutôt dans l'application de cas pratiques et définis, par des « petites

53. Traduit de l'auteur : Design-Based Research works with a broad concept of design are iterative, respectful of context, and are theory-oriented. *[...]* The iterative aspect of Design-Based Research is found in the repetition and regular modification of the intervention. This aspect is closely linked to respect for context – on one hand, respect for the particular in each context and, on the other hand, the desire to develop theories of a general nature. Barab (2006) writes that Design-Based Research uses small generalizations, that is, knowledge that is general enough actually to inform others (and with a certain depth) working in similar situations.

54. Gunver MAJGAARD, Morten MISFELDT et Jacob NIELSEN, « How design-based research and action research contribute to the development of a new design for learning », in : *Designs for learning* 4.*2* (2011), p. 8-27.

généralisations » pouvant s'appliquer à ce cas concret. Et c'est l'ajout permanent de ces données théorico-pratiques, comme nous le faisons ici, qui permet de créer une base de recherche intéressante et pertinente. Au final, la méthode Design-Based Research est un mélange entre théorie généralisée qui permet l'existence du projet et la conception d'un cadre, mais également une recherche empirique basée sur l'action, l'apprentissage en temps réel permettant de remettre en question le savoir initial et/ou recherché : « *Un modèle typique de recherche basée sur la conception (Cobb, 2001) peut être décrit comme un cycle de conception qui relie les deux aspects importants de la recherche basée sur la conception - la conception et l'étude empirique de la conception en cours d'utilisation. La conception de l'intervention doit toujours être envisagée avec un ensemble d'espoirs, d'hypothèses ou d'autres formes d'idées théoriques sur la manière dont l'intervention fonctionnera dans une situation de classe. L'autre aspect important du cycle de conception est la recherche empirique dans laquelle la combinaison de l'intervention conçue et de la trajectoire d'apprentissage envisagée est mise à l'épreuve.* [55] » [56]



FIGURE 3.4 – Schéma représentant la boucle enactive entre Design d'intervention et Investigation empirique selon Majgaard.

55. Traduit de l'auteur : One typical model for Design-Based Research (Cobb, 2001) can be de scribed as a design cycle that relates the two important aspects of Design-Based Research – the design and the empirical investigation of the design in use. The design intervention should always be considered together with a set of hopes, hypotheses, or other forms of theoretically-based ideas about how the intervention will work in a classroom situation. The other important aspect of the design cycle is empirical investigation in which the combination of the designed intervention and the envisioned learning trajectory are put to the test.

56. MAJGAARD, MISFELDT et NIELSEN, « How design-based research and action research contribute to the development of a new design for learning », *op. cit.*

Majgaard propose donc ce schéma précédent pouvant résumer cette idée : le projet se base sur une approche théorique, invitant à la création d'un projet basé sur le design d'intervention. Ce design va demander une investigation empirique grâce à l'itération que nous venons de développer, et donc apporter du nouveau contenu dans la théorie généralisée. Ainsi, ce rapport théorique et pratique spécifique à la DBR est bien une méthodologie intéressante dans le cadre de cette thèse : elle se base sur des théories générales de l'art numérique et de la réalité virtuelle, elle se concrétise par un projet interdisciplinaire autour de la création d'un dispositif artistique collaboratif en réalité virtuelle, elle fait intervenir les spectateurs dans le processus de développement grâce à des phases de tests. Ces phases sont itératives jusqu'à la forme finale du dispositif artistique, permettant d'adapter au mieux l'œuvre et ses problématiques au public visé. Enfin, les différents retours faits par le public lors des phases d'analyse permettent de générer de nouveaux savoirs et donc de faire évoluer les théories généralisées.

Pour conclure ce chapitre dédié à la collaboration en amont, nous avons défini les différents rôles et différentes étapes de création d'un dispositif artistique collaboratif en réalité virtuelle. Nous avons étudié le statut de l'auteur qui cumule d'un côté le rôle technique d'artiste, et de l'autre le rôle décisionnel du chef d'orchestre. Ce dernier doit être capable de diriger l'équipe de développement tout en laissant un champ des possibles dans le processus d'interprétation, tout en maîtrisant l'improvisation et la création par l'action afin de maintenir un équilibre dans le compromis.

Nous avons également présenté notre fonctionnement de la création de l'œuvre Creative Harmony, en décrivant trois facteurs clé : l'interdisciplinarité diagonale, qui permet l'encadrement de différents domaines autour d'un même projet, la coordination des langages, qui est nécessaire au bon déroulement du projet, et enfin la méthode de création par étapes, par itérations, et par phases de tests auprès de spectateurs volontaires. Toutes ces étapes propres à la création de notre œuvre peuvent bien entendu être adaptées à toute autre forme de développement de projet. Ici, notre but n'est pas de donner un mode d'emploi de la création collaborative, mais plutôt d'étudier notre méthode intuitive avec des concepts déjà existants qui nous semblent familiers. Aussi, le lecteur est totalement libre de récupérer certaines des propositions que nous venons d'étudier pour les coupler à ses propres méthodes de création. Nous pouvons avancer que chaque projet est propre à sa dynamique, à ses critères et contraintes exigées. De même, nous ne pouvons garantir que notre méthode utilisée pour Creative Harmony soit répétable pour d'autres formes

de projets. Au même titre qu'il est important pour l'auteur de s'adapter en permanence, pendant tout le processus de création d'une œuvre, avec son équipe de développement, il est tout aussi nécessaire qu'il s'adapte à toute nouvelle forme de projet, puisqu'il devra, selon sa nouvelle idée, sa nouvelle équipe et ses nouveaux moyens, recréer un nouvel équilibre du compromis dépendant à cette nouvelle œuvre.

Dans le prochain chapitre, nous nous intéresserons à l'expérience collaborative de l'œuvre par les spectateurs, et donc à la collaboration en aval. Nous évoquerons à nouveau l'idée d'un équilibre de l'état du compromis à maintenir, en tentant de comprendre comment cette action est possible sans l'intervention d'un chef d'orchestre pour diriger l'évolution de la création. De même, nous tenterons de comprendre d'où vient l'émergence du processus de création pour un spectateur créateur, par le biais de la danse et du mouvement.

Chapitre 4

La collaboration en aval

Il nous semble important d'étudier ces rapports entre le spectateur à l'œuvre, comme nous l'avons précédemment décrit, mais aussi entre les spectateurs eux-mêmes, sous le spectre de l'expérience esthétique. Nous entendons par cette expression l'analyse du comportement du public face à l'œuvre par le biais des sciences cognitives, neurologiques et de l'esthétique. Il s'agira ici de bien comprendre le processus d'interprétation de l'œuvre par rapport au spectateur, et d'en déduire une corrélation ou en tout cas une continuité dans le cadre d'une œuvre VR participative et collaborative. Nous nous poserons donc cette question : quelles sont les caractéristiques d'une expérience esthétique lors d'une performance en collaboration dans une œuvre en réalité virtuelle ? De même, nous questionnerons la gestuelle dans cette expérience esthétique, par le biais de l'acte de création interactif, mais également de la résonance kinesthésique et du corps capté.

En parlant de l'expérience esthétique, il aurait été pertinent de l'étudier dans le chapitre 3 sur le processus de développement de l'œuvre, mais la création en collaboration entre un auteur et des scientifiques, comme il est le cas ici, nous semblait trop différente d'un processus de création « classique » et difficilement généralisable sous ce biais. Néanmoins, cette réflexion sur l'acte de création est intéressante à comprendre par l'intermédiaire du spectateur performeur, ce spectateur qui possède la capacité de créer une grande partie de l'œuvre, de lui donner une existence globale et singulière. Ainsi, nous pourrons étudier plusieurs facettes de l'expérience esthétique, que ça soit dans le plaisir esthétique, les conduites artistiques ou encore le processus de création.

Enfin, durant tout ce chapitre, nous nous baserons sur la vision de l'expérience esthétique proposée par Couchot dans plusieurs de ses ouvrages : *Les processus de réception et de création des œuvres d'art*[1], *La nature de l'art*[2] et *Automates, robots et humains*

1. Edmond Couchot et Xavier Lambert, « Les processus de réception et de création des oeuvres d'art : approches à la première et à la troisième personnes », in : (2016).

2. Edmond Couchot, *La nature de l'art : ce que les sciences cognitives nous révèlent sur le plaisir esthétique*, Hermann, 2012.

virtuels dans les arts vivants[3], qui permet de comprendre une vision globale du processus de création et de réception d'une œuvre, notamment avec notre cas d'étude sur le spectateur-créateur. Cette vision n'est pas généralisable à toutes les expériences esthétiques dans une œuvre en réalité virtuelle, ou encore dans les arts numériques. En effet, l'expérience esthétique est un sujet d'étude relativement vaste et vu différemment selon les théoriciens et les domaines de recherche, il serait donc difficile d'en faire un syntaxe globale dans notre thèse. Egalement, nous nous baserons sur l'exemple de Creative Harmony et de sa performance par deux (ou trois selon les cas) spectateurs immergés et interactifs. Dans des cas précis, nous analyserons une autre forme de public de l'œuvre qui a été expérimentée lors de sa deuxième version en 2021 et 2022, à savoir un public immergé par lunettes stéréoscopiques face à une danseuse et un musicien jouant en live sur un plateau de réalité virtuelle. Ce public s'appelle « spectateur externe » (Spect. E).

3. Edmond Couchot, *Automates, robots et humains virtuels dans les arts vivants*, Presses universitaires de Vincennes, 2022.

4.1 L'expérience esthétique

L'expérience esthétique est un processus naturel propre à chaque individu, découlant d'une évolution de plusieurs milliers d'années de l'humain, se mettant en place lorsque ce dernier est en relation avec un élément extérieur, naturel ou artificiel. Comme le précise Couchot : « *Par « expérience esthétique » (du grec* aisthêtikos*, qui a la faculté de sentir, mais aussi de comprendre), j'entends non pas le jugement qualifiant de beau un objet parmi d'autres, mais l'expérience vécue par celui ou celle qui entre en relation avec cet objet, que cet objet soit produit à dessein par un auteur, en général un artiste, pour provoquer cette expérience, ou un objet dénué de toute intention. L'expérience esthétique est naturelle dans le sens où elle s'ancre dans un mode d'être et d'agir propre à l'espèce humaine, hérité de sa phylogenèse (la suite des étapes traversées au cours de son évolution), et elle est culturelle et subjective dans le sens où elle dépend de l'histoire de chaque individu et de sa propre culture.* » [4] Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéresserons principalement à l'expérience esthétique face à une œuvre en réalité virtuelle collaborative et non à des éléments naturels (même si des facteurs naturels de cette expérience esthétique pourraient être étudiés, comme la contemplation de paysage). Notre étude se base donc sur le trinôme artiste-œuvre-spectateurs et plus particulièrement sur le rapport œuvre-spectateur-spectateur. [5]

Ainsi, l'expérience esthétique est un processus propre à chaque personne dans un rapport relationnel avec un autre système dit auto-organisateur (qui se caractérise par ses propres règles et à son propre fonctionnement). Elle est donc différente pour chaque individu, selon toute une série de critères comme le parcours de vie, la culture, la physionomie ou encore le rapport à l'art.

4. *Ibid.*, p. 44.

5. La nomination de deux spectateurs dans cette équation n'exclue pas l'analyse de l'expérience esthétique sous la performance d'une œuvre participative à plus de deux spectateurs. Il s'agit plutôt ici d'énoncer la collaboration en répétant le terme « spectateur ».

4.1.1 Définition de l'expérience esthétique

Dans son ouvrage *Qu'est ce que l'esthétique ?*[6] Marc Jimenez fait l'état de l'esthétique à travers plusieurs théoriciens de différentes époques philosophiques. Il décrit notamment l'esthétique de la réception, en s'appuyant sur la philosophie de Hans Robert Jauss. Il y présente une esthétique basée sur l'accueil des œuvres par le public avec trois réactions possibles : la satisfaction, la déception voire l'irritation, et le désir de s'adapter aux ouvertures proposées par l'œuvre elle-même. Ces trois réactions permettent d'apporter un jugement de valeur à l'œuvre, se basant donc sur l'expérience esthétique globale du public pour définir la réussite ou non de l'objet artistique. Il nous semble intéressant ici, non pas dans un but de donner un jugement de valeur aux œuvres, mais de comprendre l'impact d'une œuvre sur un public, de se placer sous le regard des spectateurs face/dans l'œuvre.

Nous l'avons dit précédemment, l'expérience esthétique que nous étudions ici dépend de la relation entre un artiste, une œuvre et un spectateur. Cependant, Schaeffer présente l'idée que cette expérience n'est pas totalement exclusive à l'objet d'art, comme le cite Claude : « *Il importe, selon Schaeffer, de ne « pas lier les symptômes de l'esthétique aux systèmes sémiotiques mais à des stratégies de réception » (2015, p. 53). Pour lui, on peut vivre une expérience esthétique d'un objet d'art, certes, mais aussi d'un autre objet. Cette expérience est selon Schaeffer à trois ressorts : elle est attentionnelle, émotive et hédonique. Mais il n'y a pas d'attention, d'émotion ni de plaisir spécifiquement esthétiques : en effet, l'expérience esthétique « exploite le répertoire commun » de nos ressources dans ces domaines, « mais en leur donnant une inflexion non seulement particulière, mais bien singulière » (p. 12).* »[7] C'est bien l'attention apportée par le spectateur sur l'objet qui provoque une expérience esthétique, et non pas forcément l'objet d'art qui l'induit. Par exemple, un coucher de soleil peut apporter une expérience esthétique chez la personne qui le regarde, et pour autant le soleil n'est pas un objet artistique créé par un artiste. De même, l'expérience esthétique est bien due à la capacité du spectateur à accorder une attention particulière à un objet ou un événement, et entraîne des réactions émotionnelles liées à cela.

Alors que Couchot présente trois formes d'expérience esthétique, voici ce qu'il dit de la deuxième : « *Le second type d'expérience met en contact quatre constituants. Que l'objet soit reconnu comme œuvre d'art, candidat à cette reconnaissance ou ignoré par la*

6. Marc Jimenez, *Qu'est-ce que l'esthétique*, Gallimard, 1997.

7. Marie-Sylvie Claude, « Du commentaire pictural au commentaire littéraire : mettre en mots une expérience esthétique », in : *Revue de recherches en littératie médiatique multimodale* 6 (2017).

sphère de l'art, ne modifie pas la composition des constituants. La vision d'un tableau, par exemple, que j'appelle « moment du voir », nécessite la rencontre temporaire d'un artéfact (le tableau), d'un observateur (le regardeur), d'un milieu de « présentation » (galerie, musée, collection privée, etc.) et d'un auteur (le peintre). Les trois premiers constituants, l'artéfact, l'observateur et le milieu sont coprésents au moment du voir, mais la présence du peintre ne se manifeste qu'indirectement à travers certains « embrayeurs temporels » auxquels le regardeur est plus ou moins réceptif. Ces quatre constituants sont eux-mêmes des systèmes auto-organisateurs intégrant plusieurs systèmes sous-jacents plus ou moins complexes, empilés en niveaux hiérarchiquement intégrés – une sorte de « feuilleté » systémique qui constitue un système global. Les conduites du regardeur et du peintre étant les plus complexes. »[8] En considérant qu'une œuvre soit elle-même un système auto-organisateur, il faut donc comprendre ici un système global composé de relations directes ou indirectes de plusieurs systèmes auto-organisateurs. Dans notre cas d'étude, ce système global (œuvre) est en plus composé d'un système auto-organisateur (performance collaborative) de plusieurs systèmes auto-organisateurs (les spectateurs). L'exemple du feuilleté pris par Couchot est intéressant pour bien comprendre le fonctionnement global de l'expérience, car il est dû à une succession complexe d'événements et d'éléments composant son espace-temps.

L'ensemble des couches inférieures permet donc de contribuer à l'existence et à la forme de la couche supérieure, l'expérience esthétique, dans un espace-temps plus ou moins important selon la nature de l'expérience en elle-même, et donc propre à chaque individu. Cependant, tout comme l'état de compromis que nous avons développé précédemment, cette couche aussi fluide et modulable que le permettent ses composantes inférieures, reste dans la nécessité d'être stabilisée : « *Tous ces systèmes interagissent entre eux en s'ajustant les uns aux autres en sorte que la dernière couche du feuilleté, le système global conserve sa stabilité. Cette stabilité est elle-même l'objet d'une correction et d'une adaptation permanente à la fluctuation des sous-systèmes, du moins aussi longuement que dure le temps du voir et de son prolongement dans la mémoire du récepteur : on ne revoit jamais le même tableau. Le feuilleté est un système métastable qui œuvre à conquérir et à entretenir sa stabilité.* »[9] Ainsi, nous comprenons bien ici le principe de systèmes auto-organisateurs qui permettent l'émergence d'un système global dans leur rapport relationnel, pendant tout le temps de l'existence de cette relation. De même,

8. Couchot et Lambert, « Les processus de réception et de création des oeuvres d'art : approches à la première et à la troisième personnes », *op. cit.*, p. 23-24.

9. *Ibid.*, p. 27.

cette dernière reste inscrite dans un temps et un espace déterminé et ne pourra jamais être vécue à nouveau et de manière identique. Tout comme l'expérience d'interprétation d'un tableau n'est jamais la même, puisque nos émotions, nos humeurs, nos expériences changent constamment, il en est de même pour une œuvre performable ou actualisable comme une œuvre numérique interactive, puisque sa forme finale dépend de ces mêmes facteurs (en plus d'une part d'interprétation propre à la machine). Par exemple, si nous performons l'œuvre *Point Cloud Portrait – Jeanne* de Catherine Ikam une première fois à l'exposition Recto VRso 2018, notre expérience vécue, qu'elle soit émotionnelle ou kinesthésique, ne sera absolument pas la même que celle dans l'exposition *Artistes & Robots* au Grand Palais en 2018. Le lieu, la perception de ce dernier, mais aussi des autres œuvres, et tous les parcours qui nous ont amenés à l'œuvre, ne sont évidemment pas les mêmes que dans le cas de la première exposition.

L'expérience esthétique, au-delà d'être singulière à chaque personne selon son vécu, est un processus corporel interne dû à plusieurs facteurs. Dans le feuilleté proposé par Couchot, trois couches sont importantes à décrire : l'**attention esthétique**, qui est un processus naturel lié à sa perception, et de laquelle va découler le **plaisir esthétique**, puis l'**empathie**. Ces trois éléments vont permettre d'identifier les points clés à la collaboration dans l'expérience esthétique.

Attention esthétique

L'attention cognitive est un principe de sélection et de focalisation de la perception sur un objet, qu'il soit naturel ou manufacturé. Il agirait, pour imager son principe, d'une lampe torche dans la nuit ou d'une loupe sur un journal, qui permet de voir de manière exploratrice, mais aussi de se concentrer, de manière sélective, sur un élément entourant le sujet afin de prendre une décision. L'attention esthétique, quant à elle, est plutôt non sélective, elle se base sur une vision d'ensemble d'un élément pour pouvoir traiter plusieurs informations à la fois. Comme le précise Schaeffer : « [...] *l'attention esthétique renvoie à celle « parallèle » (pouvoir traiter en même temps plusieurs « informations »), « distribuée » (le fait de « balayer le champ perceptuel sans privilégier aucune zone ») et à un « traitement descendant » des stimuli (le fait qu'un stimulus « nouveau » inverse la hiérarchie perceptuelle qui par défaut, va des formes élémentaires vers des formes plus complexes), alors que la perception visuelle ordinaire est plutôt celle d'une attention « sérielle », « focalisée » et est l'œuvre d'un traitement ascendant.* »[10] Les deux attentions se distinguent donc par le déroulement des réactions qu'elles procurent. L'une a pour but d'identifier précisément un objet en pointant sa perception dessus, tandis que l'autre, celle qui nous intéresse, crée une vision plus globale de l'objet, provoquant ainsi des réactions spécifiques à l'expérience esthétique. Pour aller plus loin, selon Alain Berthoz, l'attention esthétique ne dépend pas seulement de la perception et donc d'éléments externes à l'individu, mais se mélange à des facteurs internes comme l'imagination par exemple : « *l'attention esthétique n'est pas seulement un mécanisme plaqué sur la perception, dit-il, comme un général en chef qui déciderait où et quoi regarder ; c'est un mécanisme d'anticipation qui prépare à agir, un mécanisme qui configure le monde pour nos actions et nos intentions dont on trouve la trace à tous les niveaux du système nerveux, des plus élémentaires aux plus cognitifs. Elle ne concerne pas seulement la perception consciente de stimuli réels et les petites perceptions ; elle peut utiliser l'imagination.* »[11] Et Couchot précise cette idée : « *L'expérience personnelle, la mémoire, l'humeur, la culture ambiante, influent sur notre attention au monde et nous le fait interpréter autrement qu'il n'est.* »[12] L'attention cognitive ou esthétique est donc un élément important permettant la prise de décision d'actions, dans la mesure où elle nous informe, par la perception et les réactions de l'humain, dans le monde où il évolue. Sentir de la fumée dans une forêt est bien un

10. Jean-Marie Schaeffer, *L'Expérience esthétique*, 2015.
11. Alain Berthoz, *La simplexité*, O. Jacob, 2009, p. 57.
12. Couchot, *La nature de l'art : ce que les sciences cognitives nous révèlent sur le plaisir esthétique*, *op. cit.*, p. 38.

facteur perceptif, mais lié à la conscientisation du danger, cela nous amène à des émotions comme la peur et donc à une prise de décision. De manière beaucoup moins alarmante et plus esthétique, lorsque nous sommes face à une peinture, notre œil est guidé par la composition et les couleurs. Mais c'est en se liant à la mémoire ou à l'imagination par exemple que la prise de décision de la position de l'œil dans l'espace de la toile va se faire, et donc créer plus d'émotions. De même que l'envie de s'avancer ou de se reculer de la toile pour changer son point de vue et créer un nouveau rapport perceptif. Berleant décrit d'ailleurs ce processus : « *Se placer à distance, c'est devenir spectateur, et non participer, puisque cet espace qui s'impose alors déplace le sujet percevant, et fait obstruction à son engagement. vu de près, à l'inverse, le paysage nous entoure, occupant notre vision périphérique, comme il le ferait si nous nous tenions dans l'espace réel qu'il représente.* [...] *Même avec les paysages de Cézanne et de Monet, qui requièrent du spectateur qu'il se tienne à une disstance plus grande encore que celle qu'offrent la plupart des galeries, la perception participative nécessite que notre regard ne s'arrête pas au tableau en tant qu'objet total, mais entre dans le tableau, dans son espace.* »[13] Ainsi, l'expérience esthétique, créée par l'attention esthétique, engage le spectateur dans des actions perceptives permettant de l'inclure plus ou moins métaphoriquement dans la toile.

Dans le cadre d'une expérience en réalité virtuelle, où le spectateur est immergé dans le paysage simulé, les attentions cognitive et esthétique sont d'autant plus importantes car il a besoin d'un temps d'adaptation pour s'habituer à son nouveau corps et à son nouvel environnement. La perception de la profondeur, des couleurs, de la lumière ou la simple présence matérielle du casque de réalité virtuelle change complètement la manière de regarder. La présence de fils, de capteurs, d'éléments posés sur le corps apporte aussi de l'effort à cette réhabilitation. Le corps est donc beaucoup plus en alerte, puisqu'il évolue dans un monde inconnu, où les repères « naturels » sont cassés par l'environnement imaginé par l'auteur. Et quand bien même le monde virtuel serait photoréaliste, comme un paysage montagneux filmé avec une caméra 360° par exemple, il manquerait la sensation du vent, du soleil, de l'humidité ou le contact au sol rocheux pour que le corps perçoive entièrement l'illusion. Il y a comme une méfiance de la part du cerveau qui comprend l'illusion apportée, mais pourtant s'y laisse prendre par le réalisme kinesthésique et cognitif apporté par le monde virtuel et la technologie. Ainsi, d'une part, l'attention cognitive est concentrée sur chaque détail pour rééquilibrer l'expérience du spectateur, d'autre part l'attention esthétique se focalise sur l'ensemble, créant ainsi des émotions, du plaisir

13. Arnold Berleant, *L'engagement esthétique*, Presses universitaires de Rennes, 2022, p. 91.

esthétique.

Plaisir esthétique

Cette attention esthétique, liée à la perception et à d'autres facteurs internes, provoque donc des émotions chez le spectateur. Ces émotions, qu'elles soient négatives ou positives, font partie du plaisir esthétique. Couchot, en reprenant Antonio Damasio, neurologue et psychologue spécialisé dans le comportement cognitif et les émotions, précise cela : « *Le plaisir que provoque l'attention esthétique n'est pas une émotion en soi. « Comme la douleur, dit Antonio Damasio, le plaisir est une qualité constitutive de certaines émotions ainsi qu'un déclencheur de certaines d'entre elles. » Il mobilise, en revanche, toute une palette d'émotions : bien-être, allégresse, excitation, surprise, ravissement, qui s'épanouissent en sentiments, souvenirs, questions, inférences, hypothèses sur l'identité de la cible et son sens. Mais il n'engage aucun circuit neuronal dédié. L'attention esthétique est, comme l'attention cognitive, vitale pour l'espèce humaine.* » [14] Ainsi le plaisir fait partie du processus d'expérience esthétique par sa capacité à enclencher des émotions chez le spectateur. Ces émotions vont avoir un impact sur ses actions lors de l'interprétation d'une œuvre. Encore une fois, plusieurs émotions peuvent avoir lieu lors de cette expérience esthétique, surtout dans une œuvre en réalité virtuelle où la temporalité de performance peut être longue. La force des émotions ressenties ne dépend que du spectateur lui-même et son envie de les vivre. De même, nous le disions, une expérience esthétique peut provoquer du plaisir comme du déplaisir : « *L'appréciation esthétique n'est pas toujours positive, on peut faire des expériences négatives ou déplaisantes. Toutes les expériences qui relèvent du sensitif peuvent être du domaine de l'esthétique dans un large spectre qui s'étend du plaisir au déplaisir, de l'admiration au rejet, de l'évocation à l'attirance. De plus, il est possible de ne pas avoir d'appréciation esthétique. Cette absence peut être ressentie comme négative, si, par exemple, devant un objet réputé beau nous ne ressentons aucune expérience d'admiration ou de plaisir.* » [15] Le plaisir, tout comme l'expérience esthétique dans sa globalité, est lié à chaque personne et son rapport à chaque objet.

Si d'un côté Schaeffer présente l'émergence du plaisir esthétique sous condition que ce « [...] *(dé)plaisir soit le régulateur de l'activité de discernement, de même qu'il faut que la source de la (dis)satisfaction soit une activité cognitive* » [16], Changeux parle de « [...] *mise en relation raison-plaisir* [qui] *ferait intervenir tout un système de connaissances que le sujet a emmagasinées dans sa mémoire, ses expériences vécues et ses connaissances du*

14. Couchot, *Automates, robots et humains virtuels dans les arts vivants*, *op. cit.*, p. 44-45.
15. Agnès Levitte, « Pour une esthétique de l'ordinaire », in : *Les Ateliers de la Recherche en Design* (2008), p. 35-44.
16. Jean-Marie Schaeffer, *Adieu à l'esthétique*, Mimesis, 2016.

monde culturel présent et passé. »[17] Nous comprenons bien, par ces deux citations, que le plaisir est, d'un point de vue cognitif, une activité neuronale due à un discernement face à un objet, pour nous artistique, mêlé à tout un ensemble propre à l'individu, comme la mémoire, l'imagination, les souvenirs et la culture.

Enfin, ce plaisir esthétique est le résultat d'une interaction entre un individu et un objet, comme le précise Berleant : « *L'appréciation esthétique n'émane pas d'un signal mental lumineux formé en réponse à un objet d'art. Il y a plutôt une réciprocité essentielle qui relie l'objet et celui qui l'apprécie comme tous deux agissent l'un sur l'autre et réagissent l'un à l'autre dans l'interaction indivisible des forces en jeu. La perception appréciative d'une œuvre n'est pas simplement un acte psychologique ni même exclusivement personnel. L'appréciation repose sur un engagement mutuel de la personne et de l'objet, engagement à la fois actif et réceptif de chacun des deux. Une théorie ouverte se doit d'incorporer la réciprocité qui anime la rencontre esthétique, car des liens intimes unissent la perception d'un objet et l'objet de la perception en une unité d'expérience indissoluble.* »[18] L'expérience esthétique et plus précisément l'appréciation qui en découle, est donc un processus individuel, dans le sens où il est propre à chaque personne, dans un rapport interactif avec un objet. Et c'est bien la rencontre des deux systèmes (spectateur et œuvre) et leur relation interactive qui permet de créer une expérience esthétique et un plaisir esthétique.

17. Jean-Pierre Changeux, *Raison et plaisir*, Odile Jacob, 1994.
18. Berleant, *L'engagement esthétique*, *op. cit.*, p. 65.

4.1.2 De l'empathie au processus de création

Le troisième étage important du feuilleté qui compose l'expérience esthétique est l'empathie, « [...] *un état cognitif et physiologique qui incite le spectateur à partager certains états mentaux et corporels propres à l'auteur de l'artefact* » [19] ou, dans notre cas, aux autres spectateurs. En effet, au-delà de la capacité du spectateur à vivre des émotions par le sentiment esthétique, sa capacité à se projeter dans le « moment du faire » de l'œuvre, ou encore dans les personnages représentés font de l'interprétation un moment subjectif pouvant aller à une forte intimité dans la relation œuvre-spectateur-spectateur.

L'empathie est un concept encore difficile à maîtriser dans sa globalité, aussi nous utiliserons plusieurs fois le conditionnel dans cette partie pour proposer des hypothèses sur la collaboration.

Gérard Jorland distingue l'empathie de la sympathie : « *L'empathie consiste à se mettre à la place de l'autre sans forcément éprouver ses émotions, comme lorsque nous anticipons les réactions de quelqu'un ; la sympathie consiste inversement à épouver les émotions de l'autre sans se mettre nécessairement à sa place, c'est une contagion des émotions, dont le fou rire peut être considéré comme typique. Autrement dit, on peut être empathique sans éprouver de sympathie de même qu'on peut avoir de la sympathie sans être empathique.* » [20] Dans notre cas, les deux peuvent être vécus lors de la performance des spectateurs dans l'environnement virtuel. D'un côté, un spectateur peut éprouver de l'empathie dans les mouvements d'un autre, provoquant l'envie de l'imiter (nous étudierons ce processus appelé résonance kinesthésique dans la partie 4.3 de ce chapitre), d'un autre côté, il peut ressentir de la sympathie s'il entend une autre personne exprimer ses émotions oralement dans l'espace d'exposition. Pour aller plus loin, Berthoz développe (avec prudence) cette hypothèse sur l'empathie : « *L'empathie suppose trois processus simultanés et entrelacés mais bien identifiables car impliquant des réseaux du cerveau pour une part différents. 1. Un vécu égocentré de la situation dans toutes les dimensions cognitives et affectives* [...] *2. Un changement de point de vue égocentré qui permet de se mettre à la place de l'autre tout en maintenant le flux du vécu à la première personne.* [...] *3. Un changement de référentiel (égo- vers allocentré). Mais il ne s'agit pas seulement de l'adoption d'un référentiel hétérocentré, d'un passage de la première personne à*

19. Couchot et Lambert, « Les processus de réception et de création des oeuvres d'art : approches à la première et à la troisième personnes », *op. cit.*, p. 28-29.
20. Berthoz et Jorland, *L'empathie*, *op. cit.*, p. 20-21.

la troisième personne. Il s'agit de s'abstraire d'un point de vue, d'une visée. »[21]

Se projeter dans un tableau, dans une scène, dans des personnages, ou même imaginer l'artiste créer son œuvre grâce à la mise en avant de la technicité (du moins la compréhension de la technicité) est une étape importante dans le processus d'interprétation. L'empathie n'agit pas forcément sur des humanoïdes, qu'ils soient réels, représentés ou simulés. En effet, selon Couchot, elle peut aussi créer une projection sur des objets : « *Cet instrument à vent* [l'orgue] *a la particularité de faire résonner fortement, surtout avec les notes graves, l'appareil proprioceptif du corps humain : on ressent l'orgue avec ses viscères, sa poitrine, ses os, ses ligaments, et les vibrations musicales transportent l'auditeur au-delà des limites de son propre corps. L'écoute de l'orgue déclenche chez lui une empathie motrice et émotionnelle dirigée vers l'instrument et une empathie temporelle dirigée vers l'organiste, dont il partage le même présent et anticipe les intentions musicales.* »[22] Il est donc important de comprendre l'empathie sous trois formes différentes. L'empathie motrice qui convoque l'attention esthétique, l'empathie émotionnelle qui convoque le plaisir esthétique, et enfin l'empathie temporelle qui se réfère à l'artiste au moment du faire. Dans le cadre de l'orgue comme précédemment cité, l'empathie motrice se réfère au corps qui a la capacité de percevoir et de ressentir la musique, et l'empathie émotionnelle au corps qui a la capacité de vivre des émotions en conséquence. Enfin, l'empathie temporelle est la manière dont l'auditeur se projette, imagine l'organiste jouer sur son instrument, pouvant aller jusqu'à tenter de vivre les émotions de l'artiste en temps réel. L'auditeur se met à imaginer la lecture de la partition et pourquoi pas créer sa propre interprétation de la continuité de la pièce entendue en temps réel.

D'un point de vue global, nous pourrions dire que l'empathie permet de concevoir l'œuvre comme un processus intersubjectif, même au « moment du voir » de la part du spectateur. En effet, cette idée est une conception philosophique dans les arts traditionnels, tout comme l'explique la théorie de Changeux : « *A la proposition : l'art est une « communication symbolique intersubjective avec des contenus émotionnels variables et multiples », Changeux ajoute « dans laquelle l'empathie intervient comme dialogue intersubjectif entre les figures, empathie du spectateur avec les figures et entre l'artiste et le spectateur, mettant en œuvre capacité d'attribution, théorie de l'esprit ». Il dit encore : « L'œuvre d'art participe à une forme de communication « intersubjective » où l'individualité du créateur et celle du spectateur tiennent une place centrale.* »[23] Il est intéressant

21. *Ibid.*, p. 272-273.
22. Couchot, *Automates, robots et humains virtuels dans les arts vivants*, *op. cit.*, p. 69.
23. *Idem*, *La nature de l'art : ce que les sciences cognitives nous révèlent sur le plaisir esthétique*, *op.*

de constater ici la volonté de parler de communication, qui sous-entend un dialogue entre l'auteur et le spectateur. Même si la temporalité est différente, et que dans la grande majorité des cas les deux acteurs ne sont pas face à face, l'interprétation multiple et l'empathie qui se dégagent du spectateur vers l'auteur permettent de créer une connexion dont le centre d'intérêt est l'œuvre elle-même. Elle est doublement créée, doublement interprétée. Avec les arts numériques et la capacité du spectateur à interagir, cette idée est d'autant plus vérifiée. L'intersubjectivité n'est plus seulement un concept théorique, mais existe également dans l'acte de faire, qu'il soit en amont ou en aval. L'œuvre est littéralement créée de manière intersubjective grâce à sa collaboration et son actualisation par les spectateurs, dans un temps du faire et un temps du voir qui est fusionné. De plus, nous pourrions ouvrir ce champ en ajoutant la participation en temps réel de plusieurs spectateurs dans un même instant de performance (comme le cas de Creative Harmony), ou encore d'ouvrir à l'entièreté des actualisations déjà vécues de l'œuvre (de sa première exposition à sa dernière exposition). Il pourrait d'ailleurs être intéressant de se demander si, lors de sa performance, un spectateur n'aurait pas une projection vers l'artiste, mais aussi vers d'autres spectateurs qui ont interagi avec l'œuvre dans le passé, ou peut-être même vers de futurs spectateurs.

Pour en revenir à la question de la communication intersubjective entre l'auteur et le spectateur, il est important de préciser qu'elle n'est possible que si les deux sont étrangers. En effet, pour créer un dialogue constructif, il est important de pouvoir découvrir l'autre par ses actions ou ses propositions. Comme le précise Couchot dans *La nature de l'art* : « *L'art, en tant qu'il est une forme particulière de communication intersubjective, n'implique pas qu'il y ait une fusion totale entre les états mentaux et affectifs de l'artiste et de l'amateur d'art : les conduites esthétiques de l'un et de l'autre ne coïncident pas. Pour qu'il y ait communication, il faut qu'il y ait différence, ce que permet l'empathie, la faculté de se projeter dans l'autre tout en restant soi-même.* » [24] Il est donc tout aussi nécessaire de voir cela dans notre cas. Les spectateurs, même s'ils occupent tous le rôle de spectateur et possèdent la même capacité d'action et de communication, ne sont pas les mêmes individus en tant que personnes, et donc ne pourront vivre la même expérience esthétique. Au même titre que deux personnes ne vivront pas la même interprétation émotionnelle d'une même toile, deux individus immergés et interactifs dans un même monde virtuel ne pourront vivre la même expérience émotionnelle. Et mieux encore, c'est

cit., p. 165.

24. *Ibid.*, p. 175.

justement par cette différence qu'ils vont créer un échange riche et varié, et donc une expérience intersubjective riche et variée.

Enfin, l'empathie est un élément central aux arts, et en particulier aux arts vivants. Nous citons Ene : « *Ce qui facilite la communication, dans le théâtre mais non seulement, c'est l'empathie. Par ailleurs, la communication représente un aspect fondamental dans les arts performatifs. En d'autres mots, dans le théâtre, le comédien a une limite d'espace et de temps où il peut engager le spectateur dans son récit. L'efficacité suppose que le public comprenne réellement les actions, les pensées et les émotions du comédien. Autrement dit, il y a de l'efficacité aussi longtemps que le public éprouve de l'empathie. La communication est possible grâce à l'identification sociale.* » [25] L'un des enjeux majeurs de la relation entre un artiste et un spectateur, à notre sens, est l'identification de l'un à l'autre à travers l'œuvre. Par l'exemple donné précédemment, le spectateur se met à la place du comédien pour suivre le récit et vivre des émotions. De même avec le cinéma où le spectateur se projette dans le récit du film. En art numérique, cette empathie peut être plus compliquée car son émergence dépend du format de l'œuvre en elle-même. Cependant, nous pouvons nous projeter dans l'acte de faire de l'artiste, ou bien dans des agents virtuels présents avec nous dans l'œuvre, ou encore dans d'autres spectateurs présents en temps réel dans l'environnement commun.

Au final, au-delà de la volonté d'équilibre de l'expérience esthétique propre à chacun, le système global que représente ce « moment du voir » de l'œuvre, ou dans notre cas ce « moment de performance » de l'œuvre, ne sera jamais le même d'un groupe de spectateurs à l'autre. On pourrait donc dire que l'expérience esthétique dans le cadre d'une œuvre collaborative est propre à chacun, mais permet une expérience collaborative propre à l'identité du groupe et à chaque personne le composant. La force de communication, d'interactivité collaborative et donc de résultat final de l'œuvre dépend de la capacité de chacun à vivre une expérience esthétique forte et personnelle.

Bien entendu, cette force, cette unicité de l'interprétation inscrite dans un espace-temps est le résultat d'une impulsion dans le processus de création de l'œuvre-aval grâce à l'interactivité, et c'est bien dans cet acte du faire que nous retrouvons la notion de compromis que nous avons déjà étudié dans la création en amont, et que nous allons développer maintenant.

25. Claudia Ene, « Imitation, empathie, communication–les composantes de l'expérience du spectateur », in : *Concept* 21.*2* (2020), p. 81-89.

4.1.3 Conduites esthétiques et processus de création

Conduites esthétiques opératoires et réceptrices

La conduite artistique, ou la conduite esthétique, est un processus actif d'agissement dans l'expérience esthétique. Elle s'intériorise ou s'extériorise selon la personne la vivant et en rapport avec l'objet visé par l'attention esthétique. Schaeffer la décrit comme ceci : « *Les conduites esthétiques se fondent sur quelques hypothèses très générales, dont les trois plus importantes sont les suivantes : a) les faits qu'indexe le terme "esthétique" relèvent d'une conduite humaine Intentionnelle ; b) cette conduite est un fait anthropologique, donc transculturel et transhistorique ; c) elle se décompose en un nombre restreint d'éléments fondamentaux qui tous peuvent êtres décrits dans les termes de la psychologie humaine commune, en sorte que son analyse ne nécessite pas qu'on postule l'existence d'une faculté mentale spécifique.* » [26] La conduite esthétique est donc un processus intentionnel, relevant de l'activité de l'individu sur un objet et qui touche tout le monde dans un principe naturel lié au comportement de l'homme. Dans cette même lignée, Dumortier écrit : « *J'emprunte l'expression "conduite esthétique" à Jean-Marie Schaeffer et, avec lui, je désigne par là une relation cognitive avec un objet quelconque que caractérise une attention régulée par l'intensité de l'agrément ou du désagrément que cet objet procure. Si un agrément ou un désagrément plus ou moins intense - souvent lié à quelque attente comblée ou déçue - peuvent naître du contact avec cet objet, c'est toujours, sauf en cas de perversion masochiste, un escompte d'agrément qui motive la recherche d'un objet de conduite esthétique.* [...] *dans le cas de la conduite esthétique, c'est le degré de la satisfaction éprouvée dans* - au cours de - *la relation cognitive avec l'objet qui détermine la prolongation ou la cessation du contact avec cet objet, ainsi que les variations de son intensité.* » [27] Dans cette dernière définition, nous comprenons bien la temporalité liée à la relation entre l'individu et l'objet, temporalité étant elle-même due au sentiment positif ou négatif qui résulte de cette interaction.

Pour aller plus loin, Kerlan propose trois traits fondamentaux à la conduite esthétique, liée à l'expérience esthétique dans le processus d'apprentissage de l'art : « « *La dimension esthétique est une propriété relationnelle et non pas une propriété d'objet* » [Schaeffer, 2000]. *Une éducation esthétique, dès lors, est l'apprentissage d'une certaine*

26. Jean-Marie Schaeffer, « Qu'est-ce qu'une conduite esthétique ? », in : *Revue internationale de philosophie* (1996), p. 669-680.

27. Jean-Louis Dumortier, « Conduite esthétique, jugement esthétique et écriture de soi », in : *Repères. Recherches en didactique du français langue maternelle* 34.*1* (2006), p. 185-214.

conduite, d'une certaine intention, d'une manière de se relier au monde. [...] *Le second trait caractérisant le domaine de l'esthétique est tout autant capital :* la conduite esthétique est une modalité de la conduite cognitive. *Toute conduite esthétique développe « des activités de discrimination cognitive, de discernement ». Qu'il s'agisse « de regarder, écouter, palper, sentir et goûter », ou de tout autre type d'attention sensorielle, nous avons toujours affaire aux « modalités fondamentales grâce auxquelles nous prenons connaissance du monde environnant ».* [...] *Un dernier trait de la conduite esthétique mérite de retenir toute notre attention, précisément d'un point de vue éducatif : non seulement cette conduite ne relève pas de la seule « haute culture », et tout au contraire habite aussi les expériences de la vie « ordinaire », mais de surcroît, loin qu'elle soit réservée à l'âge adulte, elle est particulièrement importante dans l'enfance.* »[28] Pour résumer ces propos, nous pourrions dire que la conduite esthétique est, encore une fois, un processus relationnel entre un individu et un objet, qu'elle se base sur des principes cognitifs liés au fonctionnement humain, de la perception à la réaction, et, par son caractère universel et naturel, elle existe depuis l'enfance.

Couchot, quant à lui, distingue deux types de conduites dans le processus artistique, les conduites réceptrices et les conduites (esthétiques) opératoires : « *Alors que les conduites réceptrices visent essentiellement à jouir des œuvres offertes par les artistes – ou d'objets divers naturels ou artificiels -, les conduites (esthétiques) opératoires sont dirigées par le dessein de créer des œuvres et d'affirmer la singularité et la présence d'un auteur à travers elles. Les deux conduites renvoient cependant constamment l'une à l'autre, dans un rapport symétrique organisé autour d'un « attracteur » central puissant – celui du plaisir esthétique et de tout ce à quoi est associé ce plaisir. Les conduites artistiques visent à provoquer ce plaisir chez les autres au moyen d'artefacts divers, tandis que les conduites réceptrices se tournent vers ces mêmes artefacts pour y trouver un plaisir de même nature, c'est-à-dire esthétique. C'est cette symétrie qui rendra possible l'établissement d'un lien empathique entre les deux types de conduite.* »[29] Autrement dit, l'artiste crée pour laisser une trace et a besoin d'être vu par un spectateur pour que ce dessein soit possible. Le spectateur quant à lui, a besoin de l'œuvre pour posséder pleinement son rôle de spectateur et donc créer ce processus de contemplation. Néanmoins, les deux conduites ne sont pas éloignées l'une de l'autre, et ce pour plusieurs raisons. Tout d'abord, le spectateur existe grâce à l'artiste, ou

28. Alain Kerlan, « À la source éducative de l'art », in : *Staps 4* (2013), p. 17-30.
29. Couchot, *La nature de l'art : ce que les sciences cognitives nous révèlent sur le plaisir esthétique*, *op. cit.*, p. 46.

du moins pour l'artiste, et leur centre commun est l'œuvre elle-même (dans le cadre d'un objet artificiel). L'autre point commun est la capacité de plaisir esthétique que ressentent ces deux acteurs dans leur conduite respective. C'est bien par la création de l'œuvre que l'artiste fait perdurer sa trace, et par la contemplation esthétique que le spectateur se projette dans l'acte du faire de l'artiste. L'œuvre d'art est foncièrement sensible, dans sa capacité à faire vivre des émotions, à les transmettre de l'artiste au spectateur, créant une résonance temporelle du spectateur à l'artiste.

Ces deux définitions de la conduite esthétique ne sont pas si cloisonnées dans cette binarité artiste-créateur et spectateur-récepteur. En effet, comme nous l'avons déjà dit, un artiste peut tout à fait vivre les deux conduites lors de la création de son œuvre. Il est même difficile de concevoir l'inverse, puisque le créateur, dans son processus de création, opère souvent des moments de recul, de contemplation de son travail, de réception de son œuvre afin de pouvoir l'améliorer, le corriger, l'approfondir, en comprendre des processus inconscients dans l'acte de création. De même, lorsque l'œuvre est finie, son exposition dans une galerie ou un musée entraîne forcément de nouvelles réflexions, puisque son cadre d'exposition, de l'atelier au mur de la galerie, engage un changement d'expérience esthétique, une nouvelle manière d'interpréter son travail. En parallèle, avec la participation du spectateur dans l'œuvre numérique interactive, ce dernier accède lui aussi aux deux formes de conduite. Une conduite esthétique réceptrice en tant que spectateur récepteur de plaisir esthétique grâce à l'œuvre créée par l'artiste en amont, mais aussi une conduite esthétique opératoire grâce à sa possibilité d'activer l'œuvre numérique, d'en proposer une forme finale par l'interactivité. Et c'est bien ce que précise Couchot : « *Certains accordent au destinataire de réelles possibilités d'intervention sollicitant invention et imagination, dans un cadre qui reste cependant défini, au point que l'on est en droit de parler d'une contribution véritablement coautoriale. L'œuvre finale, toujours changeante puisqu'elle dépend non plus d'une simple lecture laissant l'œuvre intacte en son apparence, mais d'une action susceptible d'en modifier les formes, serait le résultat d'un échange, d'une sorte de dialogue sans paroles (encore que dans certains cas il peut y avoir un échange de paroles) entre un auteur initial, logé à l'origine du processus (un « auteur-amont »), et un auteur second sans lequel l'œuvre ne saurait s'actualiser, un « auteur-aval ». Ils cherchent ainsi à donner au destinataire une certaine initiative et à transformer les conduites esthétiques (réceptrices) en conduites (esthétiques) opératoires (ou partiellement opératoires).* »[30] Il est intéressant de voir comme la distinction entre l'artiste et le spectateur, et dans leur

30. *Ibid.*, p. 113.

capacité à créer ou recevoir propre à leur rôle, effectue un changement drastique avec la participation du spectateur. Et plus que cela, c'est justement parce que ces deux acteurs ont les mêmes rôles et possibilités (à différents niveaux bien entendu) que l'on peut parler de « création coautoriale » comme nous le présente l'auteur, et que l'on appelle « création collaborative » dans cette recherche.

Enfin, dans le cas d'une œuvre collaborative incluant plusieurs spectateurs dans une même performance, il nous semble pertinent de comprendre ce qu'il se passe lorsque chacun a cette double conduite. Puisque chaque personne immergée a la capacité de créer pour activer un plaisir esthétique, mais en même temps de prendre du plaisir esthétique à la contemplation, il y a une symétrie dans les possibilités de chacun. Mais, comme nous l'avons dit précédemment, chaque spectateur vit sa propre expérience esthétique dans une même performance collaborative, il y a une communication de créée entre chacun. Cette communication, plutôt gestuelle dans notre cas, mais n'excluant pas la parole, permet l'expression de la conduite esthétique opératoire. Cet ensemble ne peut pas vivre de manière chaotique puisque le système global (l'expérience esthétique) a besoin d'être stabilisé en permanence. C'est donc bien ici que le compromis s'effectue chez le spectateur. Ce compromis est l'énergie qui émane des deux conduites présentes dans le même espace-temps (ce qui différencie de celui entre l'auteur et le spectateur, puisque les deux temporalités dans l'acte du faire sont généralement différentes). Le spectateur a besoin de contempler la création des autres spectateurs pour lui-même agir sur l'œuvre, et inversement, ce sont bien ses actions personnelles qui permettent la contemplation et la création des autres. Le compromis est ici un moteur de plaisir esthétique dans le processus de création mais aussi de celui de contemplation. Cependant, il n'est pas certain que l'on puisse affirmer que le plaisir esthétique dans la collaboration dépende du compromis pour évoluer. En effet, il semblerait qu'il soit dépendant aux deux conduites de manière individuelle (le plaisir esthétique de la création et le plaisir esthétique de la réception). De même, le compromis dans une œuvre collaborative dépend des possibilités de création et d'interactivité de chaque spectateur. Il n'y a peut-être pas de compromis dans une œuvre où les spectateurs ont des rôles interactifs asymétriques. Et rappelons-le, l'expérience esthétique est propre à chacun, de même que le processus de compromis. Mais il semblerait que ce compromis prenne naissance dans l'acte de réception de l'œuvre interactive collaborative, à ce moment précis où chaque spectateur, de manière symétrique, partage les deux conduites réceptrices et opératoires. Ils ont le double objectif de stabilisation de leur propre expérience esthétique et de l'état de compromis général, dans une performance inscrite dans

un espace-temps défini par l'artiste, mais que seuls eux peuvent maîtriser complètement.

Processus de création

Ces capacités du spectateur à s'immerger et se projeter dans les autres acteurs de l'œuvre entraînent un processus de création, ou du moins l'émergence de l'envie de créer. Cette émergence est un processus naturel propre à l'humain, nous l'avons dit, qu'il soit naturel par la procréation et donc la création d'un être nous ressemblant, ou artificiel par l'envie de laisser une trace de son existence. Créer est donc une capacité intrinsèque à l'individu et qui dépend de toute son évolution depuis des millénaires [31]. Cependant, elle n'est pas forcément permanente, ni omniprésente, ni égale à chaque personne. Il s'agira donc ici de bien comprendre le processus de création et l'émergence de son envie, que l'on appellera « pulsion », dans le cas de la performance de Creative Harmony. La pulsion de la création prend, selon Couchot, deux formes principales : « *Deux d'entre elles jouent un rôle majeur dans le processus d'hominisation : la pulsion mimétique et la pulsion mécanique. La pulsion mimétique est un héritage phylogénétique que possèdent tous les systèmes vivants : la capacité à d'abord se reproduire en soi-même pour conserver l'identité de son être et la capacité à se reproduire hors de soi-même afin d'assurer sa propre duplication, mais aussi plus largement à imiter, à copier, à produire du même. La pulsion mécanique favorise l'adaptation du système vivant à son environnement en lui permettant d'agir transitivement sur lui au moyen d'artefacts. Elle s'exprime par une tendance à extérioriser certaines capacités mécaniques propres à notre espèce – comme les manipulations de la matière avec la main – qui se traduit par la fabrication d'outils et le développement des techniques.* » [32] Dans notre cas de spectateurs créateurs par l'interactivité, ces deux formes peuvent fonctionner. Tout d'abord, la pulsion mimétique correspondrait à l'idée qu'un spectateur constate l'interactivité d'un autre et souhaite la reproduire afin de pouvoir interagir et créer lui aussi. Et la pulsion mécanique est la capacité à comprendre le processus interactif et donc à créer du paysage par la gestuelle.

Concernant la création par pulsion mimétique, Aumont explique ceci : « *Autrement dit, ressembler n'est pas que géométrie, c'est aussi passion et invention ; si la ressemblance, l'imitation même de la sphère du non humain, doit avoir chance de mener à une pensée, à une connaissance, en tout cas à un profit humain (et non seulement mécanique), elle doit emprunter la voie de la création, elle doit passer par le stade poétique de la ressemblance, par la métaphore : « Quelle puissance contraint à l'imitation ? L'appropriation d'une*

31. La capacité de créer n'est pas exclusive à l'humain puisque l'on constate des événements et comportements similaires chez certains oiseaux, insectes ou poissons. Il est donc important de comprendre le comportement humain d'un point de vue évolutif animalier.

32. Couchot, *Automates, robots et humains virtuels dans les arts vivants*, *op. cit.*, p. 53.

impression étrangère au moyen de métaphores. (...) l'impression est pétrifiée : elle est prise et estampillée par les concepts, puis tuée, dépouillée, et momifiée et conservée sous forme de concept. Or, il n'y a pas d'expression "propre" et pas de connaissance à proprement parler sans métaphore. (...) Connaître, c'est seulement travailler dans les métaphores les plus agréées, c'est donc un imiter qui n'est plus senti comme imitation. » »[33] La création est un cheminement imitatif, un besoin de se référer à l'existant, de le modifier pour le représenter. Il est un principe d'expressivité de la conduite esthétique, un moyen d'extérioriser l'expérience esthétique d'un événement ou d'un objet.

Dans la performance, lorsqu'un public contemple des danseurs sur scène, il y a un lien interactif entre eux, comme le décrit Berleant : « *En tant que situation d'action totale, la performance implique dans l'événement chacun de ses facteurs, y compris le public. Le terme de "public" est en réalité trompeur car il suggère une structuration erronée de la situation qui consiste à fragmenter son champ et compartiments séparés : l'œuvre interprétée, l'interprète et ceux qui la reçoivent comme un événement extérieur.* [...] *Toute performance essentielle engendre un esprit magnétique qui emporte toute personne et toute chose présente dans l'expérience, chacune apportant sa propre contribution à l'événement. On pourrait décrire cela comme un effet de halo : une performance de danse réussie crée une aura qui englobe le chorégraphe, les danseurs, le public, le décor et la musique, tous contribuant à un événement partagé. Il s'opère ici une synthèse, et non une somme.* ».[34] Ainsi, la présence du public en tant qu'observateur entraîne des changements d'interprétation dans l'acte de création par la danse chez les artistes sur scène. Et cette individualisation de la performance en fonction de la présence du public permet une expérience esthétique pour chaque spectateur, dépendante des actions présentées sur scène. Il y a donc une relation forte, dans l'expérience esthétique et l'acte de création, entre les spectateurs et les danseurs lors d'une performance.

Dans une performance comme dans notre cas, c'est-à-dire entre les spectateurs eux-mêmes, il n'y a pas d'ordre établi entre les deux pulsions mimétiques et mécaniques, elles s'entretiennent, se suivent et se répètent pendant toute la performance, et sous la volonté propre à chaque spectateur. C'est donc une boucle permanente qui permettrait la communication, ou qui serait engendrée par cette dernière, mais surtout qui compose globalement l'acte de cocréation, d'intersubjectivité et d'état du compromis du groupe : « *La pulsion mimétique tend à faire que l'homme se reproduise tel qu'en lui-même tout en*

33. Jacques Aumont, *De l'esthétique au présent*, De Boeck Supérieur, 1998, p. 123-124.
34. Berleant, *L'engagement esthétique*, *op. cit.*, p. 187.

se projetant hors de lui-même jusqu'à attribuer ce qu'il possède en propre à d'autres êtres – naturels, par exemple dans l'animisme – ou complètement artificiels, en robotique. La pulsion mécanique prolonge également l'homme hors de lui-même et augmente avec l'outil et son extension mécanique ses capacités d'action sur son milieu. Les deux pulsions interagissent l'une sur l'autre en une boucle énactive, c'est-à-dire dans un rapport où l'on ne peut déterminer laquelle des deux est cause de l'autre, mais où les deux forces convergent vers une externalisation des fonctions et de l'identité de l'espèce hors d'elle-même. »[35] Cette externalisation de la subjectivité de chaque spectateur entraîne donc l'émergence du paysage interactif, génératif, lié à la subjectivité de l'auteur en amont, et parfois, de l'interprétation de la machine. La pulsion mimétique est l'empathie que l'on projette vers les autres participants, le processus de reproduction de l'acte de création (qui dépend grandement de la compréhension de l'interactivité chez les autres), tandis que la pulsion mécanique est le processus de création par l'interactivité, l'envie de créer son empreinte. Tout l'intérêt du « moment du faire » est donc de jouer sur cette boucle enactive pour créer une performance riche et variée grâce au processus interactif symétrique donné à chaque participant. La recherche de la diversité de l'interprétation propre à chacun, pendant tout le temps de la performance, est donc le constat de la volonté d'enrichissement du processus interactif assimilé et répété. Ce n'est pas l'outil qui change, mais le moyen d'expression grâce à lui. Et chacune des étapes de cette boucle enactive entre les deux pulsions entraîne un enrichissement du plaisir esthétique. L'ensemble de l'expérience esthétique serait donc évolutive au fur-et-à-mesure de la performance et selon ces dernières pulsions.

Enfin, concernant l'émergence et l'évolution de l'acte de création, Vigouroux explique cela : « *Au cours de la phase d'incubation, l'artiste accumule des matériaux, des savoir-faire techniques, des expériences personnelles. Il élabore un projet avec plus ou moins de précision. Pour le réaliser, il procède par tâtonnements et essais ; il combine « dans son esprit » formes, volumes, couleurs, sons, structures, sélectionne ce qui convient, refuse ce qui n'entre pas dans le projet. Il produit des esquisses, des brouillons, des maquettes.* [...] *La deuxième phase du processus créateur reposerait sur une particularité du cerveau : l'intuition (ou l'illumination). L'intuition peut tout aussi bien surgir d'une réflexion très concentrée que par une voie extérieure, quand la pensée se libère de son objet. L'instant de révélation est souvent vécu comme un moment de ravissement, d'extase. Il est gratifié par une forte décharge émotionnelle, une grande jubilation.* [...] *L'œuvre s'élabore plutôt pas*

35. Couchot, *Automates, robots et humains virtuels dans les arts vivants*, *op. cit.*, p. 75.

à pas, par tâtonnements successifs dans une progression liée au travail du peintre, au faire et donc à la technique, sans que chaque pas soit gratifié automatiquement d'une sensation de plaisir. L'œuvre naît du dialogue entre les intentions de l'artiste et la matière qu'il travaille, sa résistance mais aussi ses potentialités. [...] *La troisième phase ferait intervenir les processus de fabrication. Ils doivent satisfaire à deux types de contraintes. Les unes exigent de l'œuvre une certaine cohérence, une hiérarchisation des tâches par rapport au projet initial (la composition, notamment), les autres dépendant d'un « corpus stylistique » préexistant et propre au genre de production.*[36] » Ainsi, le spectateur aurait, dans son processus pulsionnel de création, trois phases distinctes entre ses premiers gestes et le résultat final du paysage. Tout d'abord, la première phase correspondant à l'incubation, serait non pas l'esquisse de ses idées comme un artiste peintre par exemple, mais plutôt la découverte de son interactivité. Il s'agirait de ses premiers pas dans le monde virtuel interactif et donc la compréhension du rôle de son corps dans l'espace, le constat des éléments qui l'entourent et la mise en place d'une communication avec ce paysage génératif. La deuxième phase représentant l'intuition selon Vigouroux, est la boucle énactive entre pulsion mimétique et pulsion mécanique, la communication entre l'œuvre, le spectateur et les autres spectateurs. Toute cette étape très improvisée, propre à la création par l'action, avançant au rythme de chacun pendant l'expérience, est l'expérience collaborative, communicative, participative et cocréative. Chacun avance par tâtonnement et fait émerger un plaisir esthétique plus ou moins fort à jouer avec les limites de chacun et avec le compromis global. Pour Vigouroux, l'œuvre naît du dialogue entre les intentions de l'artiste et la matière qu'il travaille, pour nous, l'œuvre naît en plus du dialogue entre les spectateurs et leur interactivité respective. On est bien ici dans la représentation de l'intersubjectivité globale à l'œuvre numérique, de sa conception à sa performativité. Enfin, la troisième phase, est la finalisation du paysage et de la communication à la suite de la compréhension de tout le dispositif interactif. Cette étape est propre à chaque spectateur car elle peut comprendre plusieurs volontés : soit le spectateur finit de composer le paysage, soit il cherche l'harmonisation des gestes avec un autre spectateur, soit il contemple sa création. Ainsi, au-delà de trois formes de création liées à l'interactivité, que l'on déterminerait par « appréhension, compréhension, interprétation de l'outil interactif » (tout comme un musicien qui découvre son piano, qui apprend à jouer du piano et qui improvise grâce au piano), il existerait donc trois formes de communication liées à la création : communication avec soi (découverte du corps interactif), communication avec le paysage (création

36. Roger Vigouroux, *La fabrique du beau*, Odile Jacob, 1992.

par son corps), communication avec les autres (entre autres, harmonisation des corps).

Finalement, dans le cadre d'une œuvre participative collaborative, l'acte de création ne dépendrait pas seulement de son rapport à l'œuvre, mais aussi de son rapport aux autres et du rapport qu'ils ont eux-mêmes à l'œuvre. Il faut aussi prendre en compte que dans le cas de Creative Harmony, la globalité de ces formes interactives et communicatives existe par le geste performé, le geste communicatif, la trace de la subjectivité du spectateur. Il s'agira donc à présent de comprendre le rapport qu'a le spectateur avec son geste, et le rôle que cela peut avoir sur l'œuvre et/ou les autres spectateurs.

4.2 La danse interactive

4.2.1 Le geste dansé comme outil créateur par l'interactivité

Si l'on considère l'expérience d'une œuvre numérique interactive comme une performance, à l'instar de Creative Harmony, il faut donc considérer le geste interactif du spectateur comme objet performatif. Aussi, cette première section tend à décrire ce geste performatif comme outil de création face, ou bien avec, un paysage génératif. Qu'il soit singulier ou bien collaboratif, ce geste créateur a un impact considérable sur le paysage, puisqu'il en est son variateur, son modulateur de forme. Le paysage représente la trace du geste dans l'espace, une trace éphémère et singulière puisque chaque geste possède sa palette de couleurs et de textures.

Cependant, il serait intéressant de bien différencier le geste du mouvement. Selon Noé Soulier, le mouvement est une qualité motrice et expressive, [37] tandis que le geste est un mouvement porteur de sens. [38] Le mouvement est donc la capacité physique du corps à se mouvoir dans un espace, mais également à signifier grâce à sa trajectoire et son intensité. Le geste est le mouvement signifié, intentionnel, qui communique une volonté de son exécuteur à un environnement extérieur. Dans cette continuité, Sonya Khalfallah-Riahi décrit le geste, en reprenant Marcel Jousse, comme « [...] *tous les mouvements qui s'exécutent dans le composé humain. Visibles ou invisibles, macroscopiques ou microscopiques, poussés ou esquissés, conscients ou inconscients, volontaires ou involontaires, ces gestes n'en accusent pas moins la même nature essentiellement motrice.* » [39] Dans cette mesure et dans le cadre de notre étude sur le geste interactif dans une œuvre en réalité virtuelle, nous considérons chaque geste comme important et existant, qu'il soit conscient ou inconscient de la part du spectateur. En effet, dans Creative Harmony, le geste est capté en permanence et le plus fidèlement possible, à savoir sans début ni fin. Ainsi, il n'y a ni bon, ni mauvais geste, mais une réaction permanente de l'environnement par rapport aux mouvements, aux gestes, selon une règle des hauteurs imposée par l'auteur en amont. [40]

37. Noé Soulier, *Actions, mouvements et gestes*, Centre national de la danse, 2016, p. 92.
38. *Ibid.*, p. 107.
39. Riahi, « Performance dansée augmentée et installation interactive performative : possibilités et limites de la co-création.| Theses. fr », *op. cit.*, p. 24.
40. si le geste est trop bas, la montagne n'apparaît pas. La concordance entre la main et le paysage dépend de la hauteur du geste selon une limite réelle basée sur la distance entre le sol et la manette, qui est représentée en équivalence par le niveau de l'eau dans l'environnement virtuel. Si le geste est effectué sous un certain niveau réel, la montagne ne dépassera pas le niveau de l'eau dans le monde virtuel.

Mais un geste n'ayant pas d'impact sur le paysage n'est pas un mauvais geste. Il participe d'une part au processus de compréhension et d'appréhension du système interactif, d'autre part à une expressivité corporelle de la part du spectateur. Aussi, un geste sans résultat virtuel peut être fait délibérément par le spectateur. La continuité des gestes permet donc l'expression corporelle et la communication auprès des autres participants immergés dans l'œuvre. De même, un geste non interactif dans l'environnement peut quand même permettre une résonance kinesthésique chez un spectateur autrui [41]. Enfin, dans Creative Harmony, le geste a un objectif précis, celui d'exister et de prouver une expressivité de la part du spectateur, une intention, qu'elle soit visée sur le paysage, sur le spectateur, ou simplement pour lui-même. Nous nous permettons de citer Jean-François Jégo : « *On constate que dans les arts scéniques numériques, la gestuelle est intrinsèque à l'expressivité. Ici, c'est la diversité des mouvements et leur interaction avec l'environnement virtuel qui importent car les mouvements participent au processus de création. Un des besoins fondamentaux dans une activité de création est la liberté d'expression, la technologie venant en support aux intentions du performeur.* ». [42] L'importance de la transparence du matériel est donc primordiale pour la bonne expressivité, la possibilité de mouvement libre de la part du spectateur. Comme le précise l'auteur, la technologie utilisée comme moyen interactif est au service du geste créateur, et non l'inverse. C'est bien pour cela qu'on parle de geste augmenté, de performance augmentée, ou même d'art vivant augmenté.

Pour aller plus loin sur ce geste performé dans une œuvre numérique interactive, nous pouvons reprendre les propos de Birringer : « *Le mouvement, tel qu'il est utilisé dans les performances-installations interactives et en réseau, n'est pas un courant continu avec l'espace lui-même, mais passe continuellement entre l'espace réel, l'espace projectif (vidéo/animation) ou d'autres contextes virtuels (RV, sites à distance).* [43] » [44] Au-delà de sa capacité symbolique, communicative, le geste (appelé mouvement par Birringer) a un rôle de passage entre le monde réel et le monde virtuel. Il n'est donc pas une simple action mais un geste qui permet de la cohésion, voire qui créé de la cohésion entre le réel

41. Nous développerons cette notion de résonance kinesthésique dans la partie 4.3.2.

42. Jean-François Jego, « Interaction basée sur des gestes définis par l'utilisateur : Application à la réalité virtuelle », thèse de doct., Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2013, p. 11.

43. Traduit par l'auteur : Movement, as it is used in interactive and networked performance-installations, is not a continuous current with space itself, but continuously crosses between real space, projective space (video/animation), or other virtual contexts (VR, remote sites).

44. Johannes Birringer, « Dance and interactivity », in : *Dance Research Journal* 36.*1* (2004), p. 88-111.

et le virtuel, entre le moi interne et le moi externe, entre l'intention et l'exécution. Il est l'action de la pulsion mécanique, le déclencheur de la pulsion mimétique, le moyen de communication entre chaque participant, mais également le moyen de compréhension de l'intention extérieure et donc qui permet un bon équilibre de l'état du compromis. Il est au final le lien entre corps réel et paysage virtuel, mais aussi entre corps virtuel et corps virtuel.

En parallèle du corps du spectateur, il y a le paysage génératif. Ce paysage est à "l'écoute" de l'action qu'on va lui proposer, pour en faire une interprétation plus ou moins singulière selon la liberté de création que lui laisse l'auteur en amont. Pour que ce paysage soit le plus juste et réactif possible par rapport aux mouvements du spectateur, il est important de le développer de manière adaptative. Il doit pouvoir s'acclimater à n'importe quelle gestuelle, à n'importe quel comportement créatif du spectateur. Car ce système génératif doit s'acclimater en temps réel à plusieurs performances simultanées, et donc à plusieurs expressivités corporelles. Alors, une génération fluide et compréhensible permet une meilleure expérience singulière pour les spectateurs, et par conséquent, une meilleure expérience collaborative. Le rapport interactif spectateur-œuvre que chacun vit pendant la performance est tout aussi important que le rapport interactif spectateur-spectateur. Et plus encore, dans l'expérience de Creative Harmony, il nous semble que le spectateur se focalise d'abord sur son rapport interactif avec le paysage (rapport singulier), puis développe son rapport aux autres spectateurs immergés (rapport collaboratif). Il est donc plus que nécessaire que ce premier lien entre le paysage génératif et le public interactif soit le plus fluide et intuitif possible, pour éviter de créer un blocage dans la continuité de l'expérience.

Enfin, nous nous permettons une précision quant au terme de paysage génératif. Nous entendons par cela, un paysage numérique, non existant lors du commencement de la performance, et qui prend forme grâce aux gestes des spectateurs. Cependant, si nous reprenons la définition faite par Galanter en 2008 de l'art génératif : « *L'art génératif désigne toute pratique artistique dans laquelle l'artiste cède le contrôle à un système doté d'une autonomie fonctionnelle qui contribue ou mène à la réalisation d'une œuvre d'art achevée. Les systèmes peuvent inclure des instructions en langage naturel, des processus biologiques ou chimiques, des programmes informatiques, des machines, des matériaux auto-organisateurs, des opérations mathématiques et d'autres inventions procédu-*

rales.[45] »[46], nous comprenons bien que le fonctionnement autonome occupe une place importante dans la justification du médium. Or, dans notre cas, le paysage n'a aucune autonomie, il ne répond seulement qu'aux gestes et actions des spectateurs. Nous le nommons cependant génératif dans la mesure où il s'adapte à chaque gestuelle, n'a aucune forme prédéfinie (si ce n'est ses textures), n'existe pas avant son actualisation, et change de forme entre chaque performance. Il est construit, créé, généré par le spectateur (et non par l'artiste, ce qui rend ambiguë cette notion de contrôle cédé que l'on retrouve dans la définition de Galanter), mais n'a aucune liberté interprétative propre à lui (du moins propre au dispositif interactif).

45. Traduit de l'auteur : Generative art refers to any art practice in which the artist cedes control to a system with functional autonomy that contributes to, or results in, a completed work of art. Systems may include natural language instructions, biological or chemical processes, computer programs, machines, self-organizing materials, mathematical operations, and other procedural inventions.

46. Philip Galanter, « Generative art theory », in : *A companion to digital art* (2016), p. 146-180.

4.2.2 Improvisation dansée en collaboration : possibilités et contraintes

Au même titre que l'auteur est dans une phase d'improvisation dans le processus de création d'une œuvre numérique, le spectateur est dans un principe d'interactivité exploratoire improvisée. Son rapport à lui-même, aux autres et au paysage génératif est en constante évolution selon ses gestes et ses envies.

« *Les influences du moment font référence à des éléments qui provoquent des modifications immédiates dans la progression d'un danseur au cours d'une séance d'improvisation. Nous avons regroupé ces éléments en trois catégories : 1) soi, se référant aux influences provenant de l'expérience personnelle d'un danseur ; 2) partenaire, se référant aux influences de la collaboration interpersonnelle entre les danseurs ; et 3) environnement, se référant aux influences de l'atmosphère environnante.* [47] » [48] Comment la danse du spectateur, dans le processus d'improvisation, peut être influencée par les éléments composant la cocréation L'une des influences liées au soi est l'émotion, et il est intéressant de constater que l'on peut différer de façon de bouger par notre état d'esprit avant le début de l'expérience. Mais comme l'environnement a une incidence sur les émotions au moment du faire, cette variation est d'autant plus forte et vérifiée. Au final, une performance peut influer sur les émotions à travers deux temporalités : un état émotionnel avant l'expérience permet de présenter une manière de bouger, correspondant à l'émotion pré-expérientielle. Mais l'état émotionnel varie aussi pendant l'expérience de l'œuvre, ce qui serait la variation expérientielle d'émotion. Aussi, la concentration sur soi, qui fait partie de la catégorie d'influence sur soi, démontre que le danseur perd en concentration sur le duo, sur l'environnement, en étant "trop" focalisé sur lui-même. Cela revient un peu à l'interactivité pour soi, sur le paysage et sur les partenaires. Faire les trois en même temps serait extrêmement complexe, l'attention étant focalisée sur un élément. D'autant plus que souvent, le spectateur immergé n'est pas expert de l'œuvre ou du processus collaboratif. Peut être qu'une conscientisation de ces intentions pourrait être visible avec un spécialiste de l'œuvre et du processus interactif collaboratif, mais ce n'est pas le sujet recherché dans cette thèse. D'ailleurs, comme le précise Vera dans ses recherches, la capacité de concen-

47. Traduit de l'auteur : In-the-moment infuences refer to elements that precipitate immediate alterations in a dancer's progression throughout an improvisational session. We have grouped these elements into three categories : 1) self, referring to infuences originating from a dancer's personal experience ; 2) partner, referring to infuences from the interpersonal collaboration between dancers ; and 3) environment, referring to infuences from the surrounding atmosphere.

48. Milka Trajkova et al., « Exploring Collaborative Movement Improvisation Towards the Design of LuminAI—a Co-Creative AI Dance Partner », in : *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2024, p. 1-22.

tration sur les éléments et son importance dans de la cocréation par improvisation évolue selon l'expérience et le professionnalisme des danseurs [49].

Concernant l'influence sur les autres, une première différence peut être constatée lorsque les spectateurs immergés se connaissent. De même que les résultats obtenus par Trajkova dans ses recherches, lorsque deux personnes sont familières, leur connexion et leur capacité à se synchroniser peuvent être plus rapides et plus stables que pour deux personnes étrangères. Aussi, l'expérience d'une des personnes peut apporter plus de facilité ou d'investissement dans l'action de se connecter à l'autre. Par exemple, cette personne peut répéter plusieurs fois son geste en attendant que son interlocuteur le constate et le répète. La répétition de geste est d'ailleurs une pratique récurrente de la danse en improvisation. De même, une relation entre deux personnes dans un processus de danse par improvisation peut évoluer selon l'importance du contact visuel. C'est d'autant plus important dans un environnement virtuel où le spectateur est représenté par son avatar. La forme de ce dernier joue forcément sur la manière dont deux publics vont pouvoir se connecter, notamment avec la représentation du sens de la tête.

Enfin, la dernière influence sur l'improvisation est celle de l'environnement, du paysage. Dans notre cas précisément, c'est le paysage généré par la gestuelle. Pour reprendre les propos de Trajkova : « *Les danseurs tirent de l'inspiration des objets et des aspects de l'environnement, se déplaçant du monde extérieur vers le monde intérieur.* [...] *Les danseurs ont mentionné que l'utilisation de ces éléments dans le monde extérieur inspirait de nouvelles façons de penser à la sensation kinesthésique ou au monde intérieur du mouvement. La stimulation haptique et visuelle de l'environnement a créativement inspiré les danseurs. Par exemple, une danseuse a parlé de l'impact des textures dans la pièce qui influencent ses choix de mouvement : « Si les lignes sont dures, verticales ou horizontales, je vais m'en inspirer. Mais s'il y a quelque chose de plus fluide ou de tombant, comme une courbe plus naturelle devant moi, cela influencera aussi la façon dont*

49. Dusya Vera et Mary Crossan, « Improvisation and innovative performance in teams », in : *Organization science* 16.*3* (2005), p. 203-224.

je danse. » [50] » [51] Ce rapport entre monde extérieur et monde intérieur est intéressant dans notre cas. Dans une œuvre en réalité virtuelle comme Creative Harmony, le monde extérieur n'est pas le monde réel (bien qu'il pourrait l'être dans le cadre d'une œuvre en réalité mixte, où des éléments réels jouent sur l'expérience virtuelle du spectateur), mais bien le paysage virtuel qui évolue selon le corps du spectateur. Ainsi, dans un rapport interactif "action-perception-action", [52] le spectateur passe d'abord d'un rapport interne à un rapport externe (il fait un geste d'action interne à lui vers un paysage externe à lui), puis par la réponse du paysage, revient à un rapport interne. Cette influence de l'environnement sur la gestuelle, qu'elle soit concentrée sur soi ou sur un autre élément du trio composant la performance, est bien un va-et-vient basé sur une boucle enactive, entre interne et externe. Dans le cadre d'un échange entre deux spectateurs, ce rapport prend d'ailleurs une forme interactive interne -> externe -> externe -> interne (Spectateur A fait un geste vers un spectateur B. Spectateur B perçoit ce geste externe et propose en échange un geste interne vers le spectateur A).

Pour conclure, nous pouvons dire que les éléments composant la performance par improvisation, à savoir les spectateurs et le paysage génératif, sont en permanence dans une boucle enactive entre rapport interne et rapport externe. En effet, leurs actions internes provoquent des résultats externes, qu'ils perçoivent et interprètent dans un nouveau rapport interne.

Au final, l'entièreté du monde extérieur au spectateur entraîne une inspiration ou un enrichissement de son univers gestuel, et donc augmente la collaboration improvisée en permanence, pendant tout le temps de l'expérience. Cette danse improvisée évolue bien avec le principe permanent d'action-perception-action que connaît chaque personne immergée et interactive dans une œuvre en réalité virtuelle. Cette relation est d'autant

50. Traduit de l'auteur : Dancers draw inspiration from objects/aspects in the environment and move from the outer world to the inner world. [...] Dancers mentioned that the use of these elements in the outer world inspired new ways to think about the kinesthetic sensation or the inner world of the movement. The haptic and visual stimulation from the environment creatively inspired dancers. For example, one dancer discussed the impact of textures in the room that drives their movement choices, "So if there's harsh lines, vertical or horizontal, I will take inspiration that way. But say there's something more fuid or falling like a more natural curve in front of me, sometimes that will impact the way that I'm dancing as well."

51. Trajkova et al., « Exploring Collaborative Movement Improvisation Towards the Design of LuminAI—a Co-Creative AI Dance Partner », *op. cit.*

52. Riahi, « Performance dansée augmentée et installation interactive performative : possibilités et limites de la co-création.| Theses. fr », *op. cit.*, p. 117.

plus forte dans un environnement génératif et adaptatif comme nous l'avons décrit dans la sous-partie précédente, puisqu'elle demande une adaptabilité permanente du système perceptif, ou autrement dit, une réinterprétation permanente de la part du spectateur sur ce qu'il voit, perçoit, crée en temps réel.

Concernant les miroirs qu'expérimente Trajkova dans son travail sur l'improvisation par groupe, il y a bien un lien direct avec l'apparence du spectateur en avatar. « *Mirrors or refective objects also infuenced focus. They didn't just enhance self-awareness but also ignited inspiration. Dancers utilized mirrors to discern shapes in their and their partners' forms, ofering a fresh viewpoint.* [...] *By focusing on a body part in a mirror or window, dancers transition from individual to orientational sense-making, integrating observed ideas. The environment, in essence, becomes a partner, prompting dancers to experience evolving sense-making levels.*[53] »[54] Cette dynamique souligne l'importance de l'environnement dans le processus créatif et collaboratif de la danse. En permettant aux danseurs d'explorer les différentes dimensions de leur propre mouvement et de celui de leurs partenaires à travers des reflets, ils découvrent de nouvelles façons de se connecter et de s'inspirer mutuellement. Les changements dans le focus visuel ne sont pas seulement des ajustements perceptuels, mais constituent des catalyseurs pour l'expression artistique et la créativité, facilitant des interactions plus profondes et plus significatives entre les danseurs. Et il en va de même de leur apparence virtuelle dans une œuvre VR. Leur forme d'avatar est un moyen de créer de nouvelles gestualités, de créer de nouveaux rapports communicatifs dans un but d'interagir avec le paysage mais aussi avec les autres.

Cet ensemble d'arguments non exhaustif des capacités d'improvisation du spectateur dans une œuvre en VR collaborative comporte cependant des contraintes. En effet, nous parlons jusqu'à présent avec un point de vue idyllique de la performance collective, mais les différentes observations réalisées lors d'expositions ou de retours d'expériences peuvent nous présenter les complications liées à cette technique libre.

En parlant de liberté justement, nous avons pu constater dans un premier point, que plus le spectateur est libre d'agir, plus il peut se sentir perdu ou désarçonné. Effective-

53. Traduit de l'auteur : Les miroirs ou les objets réfléchissants influençaient également cette focalisation. Ils ne se limitaient pas à accroître la conscience de soi, mais suscitaient également l'inspiration. Les danseurs utilisaient les miroirs pour discerner les formes dans leur corps et celui de leurs partenaires, offrant ainsi un nouveau point de vue. [...] En se concentrant sur une partie du corps dans un miroir ou à travers une fenêtre, les danseurs passent d'une compréhension individuelle à une compréhension orientée, intégrant les idées observées. L'environnement, en essence, devient un partenaire, incitant les danseurs à expérimenter des niveaux de sensibilisation en évolution.

54. Trajkova et al., « Exploring Collaborative Movement Improvisation Towards the Design of LuminAI—a Co-Creative AI Dance Partner », *op. cit.*

ment, il arrive que certaines personnes ressentent le besoin d'être guidées dans une expérience en réalité virtuelle. Si l'utilisation d'un casque HMD n'est pas encore totalement démocratisée auprès du grand public, elle a aussi le défaut (ou l'avantage) de perturber le fonctionnement habituel cognitif d'un spectateur. Alors, lorsqu'une œuvre se retrouve trop évasive sur son fonctionnement, ou pas assez intuitive, il se peut que le spectateur immergé soit bloqué et ressente un malaise concernant sa présence [55] dans le monde virtuel. Une deuxième contrainte liée à l'improvisation est la concentration que l'on accorde à son interactivité ou à celle des autres. Une trop grande attention apportée à l'un des trois éléments constituant l'expérience (attention à soi, aux autres, à l'environnement), peut empêcher la connexion aux autres éléments. Par exemple, si une personne est trop focalisée sur son interactivité personnelle sur le paysage, elle peut complètement passer à côté de sa connexion à un autre spectateur. Il est donc important de pouvoir alterner entre chaque rapport interactif, qu'il soit humain ou virtuel, afin de vivre pleinement l'entièreté de l'expérience. Même si cela peut ne pas être perçu comme problématique par le spectateur en temps réel (et d'une certaine manière, heureusement car encore une fois, c'est une expérience libre où chacun peut vivre à sa façon la performance de l'œuvre), mais cela peut aussi entraîner de la frustration ou du regret, notamment dans la connexion aux autres et à la possibilité d'hybridation, de synchronisation des corps. Par exemple, un spectateur A qui n'a pas repéré les indices de volonté de synchronisation d'un spectateur B, va continuer à vivre son expérience personnelle à sa façon, mais va sûrement créer du regret chez le spectateur B qui voulait danser avec A. Et à la suite de l'expérience, lors des retours entre chaque participant, le spectateur B peut expliquer ce regret au spectateur A, qui pourrait lui-même se retrouver dans une frustration. Néanmoins, ce problème peut aussi être en partie dû à l'auteur en amont, car c'est à lui de faire en sorte que la concentration évolue pendant l'expérience, et donc change de cible. Il doit être en mesure de créer une œuvre qui propose une diversité des modes interactifs tout au long de la temporalité de la performance. Aussi, la manière dont il développe ses avatars joue grandement sur la capacité à comprendre le champ de vision des uns et des autres une fois immergés dans l'environnement.

Enfin, nous avons également constaté lors de nos différentes expositions de Creative Harmony, que la communication orale aide énormément à la connexion entre les spectateurs immergés, et donc à une synchronisation dans le processus de danse par improvi-

55. Le terme *présence* sera définit plus précisément dans notre Chapitre 6, notamment dans un contexte d'environnement collaboratif.

sation. Cependant, cette communication orale n'est pas forcément adéquate au lieu ou à la performance. Par exemple, dans une salle où tout le monde est présent réellement et virtuellement, de la musique extérieure (à destination du public externe à l'œuvre) peut bloquer la bonne compréhension des paroles des uns et des autres. Ou alors, dans le cas où les spectateurs sont connectés à distance, et donc séparés dans des espaces réels différents, la communication orale est impossible. Aussi, il est important de bien pouvoir s'identifier virtuellement pour créer une connexion possible uniquement par le geste. Encore une fois, c'est bien à l'auteur en amont de prévoir cela et de mettre en place des avatars compréhensibles, avec lesquels la communication sera fluide. Et c'est bien avec ce dernier point qu'une résonance kinesthésique peut avoir lieu, et donc que l'action d'un spectateur entraîne une action similaire chez un autre spectateur.

4.3 La résonance kinesthésique et la cocréation par la danse collective

La performance collaborative dans une œuvre VR entraîne de la communication chez les spectateurs, et une capacité à imiter, consciemment ou inconsciemment, les comportements de chacun. En effet, ce processus empathique permet en grande partie la richesse interactive cocréative, voire comanipulatrice que compose une œuvre collaborative interactive. Ainsi, on s'intéressera à la question de la résonance, qui est, pour reprendre les termes de Jean-François Jégo, « *En physique, le phénomène de résonance est défini comme la propriété d'un système ou d'un corps à vibrer avec des amplitudes croissantes ou décroissantes à certaines fréquences d'excitation, générant des harmoniques avec d'autres systèmes ou corps.*[56] »[57] Il est intéressant de comprendre les différentes formes de résonance qui peuvent exister dans Creative Harmony, d'étudier leur origine et leurs effets sur les spectateurs, et donc sur la génération du paysage virtuel. La première forme de résonance que nous présenterons ici est la résonance kinesthésique, à savoir la capacité à connecter les corps des spectateurs et les gestuelles. La deuxième forme de résonance qui sera développée est la résonance collective, et donc la cocréation qui est créée par le groupe de spectateurs.

56. Traduit de l'auteur : In physics, the resonance phenomenon is defined as the property of a system or a body to vibrate with increasing or decreasing amplitudes at certain frequencies of excitation, generating harmonics with other systems or bodies.

57. Jean-François Jégo et Margherita Bergamo Meneghini, « 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*, 2020, p. 1-8.

4.3.1 Perception de soi et des autres à travers la danse improvisée

La première hypothèse que nous poserons ici est : est-il possible de se sentir incarné dans son avatar par le fait de percevoir les autres spectateurs dans ce même avatar ? Ou autrement dit, nos avatars peuvent-ils entrer en résonance par le fait de leur similitude, et est-ce que cela améliore notre connexion ?

Avant de comprendre cette connexion, il faudrait d'abord rapidement décrire ce qu'est l'incarnation, de l'anglicisme *embodiement*, terme que l'on complétera en deuxième partie de thèse. Pour reprendre Benford : « *L'incarnation de l'utilisateur concerne la fourniture aux utilisateurs d'images corporelles appropriées afin de les représenter aux autres (et aussi à eux-mêmes) dans des situations collaboratives.* [58] » [59] Ici, l'incarnation est donc le sentiment d'appartenance à son corps virtuel, grâce à la concordance de son apparence, de ses gestes, de ses actions. Elle permet une meilleure présence dans l'environnement virtuel, et donc une meilleure implication du spectateur dans son rôle interactif. Ainsi, l'incarnation permet l'identification des personnes réelles dans un monde virtuel. Pour creuser cette idée, il est donc nécessaire qu'un spectateur comprenne rapidement qui il est dans l'espace, et qui sont les autres. Ainsi, même si des corps peuvent être identiques dans leur forme, il est important de leur donner une identité propre pour améliorer les connexions et les communications. Cette distinction peut passer par un changement de forme, de couleur, de mouvement, d'emplacement dans le monde, ... On pourrait ainsi dire qu'afin de s'identifier soi-même, il est primordial de pouvoir identifier les autres, les caractériser par leurs singularités. Benford explique d'ailleurs ceci : « *Permettre aux utilisateurs de personnaliser leurs images corporelles est également essentiel si les environnements virtuels collaboratifs doivent gagner une large acceptation. Cette personnalisation permettrait aux utilisateurs de créer des images corporelles reconnaissables et pourrait également les aider à s'identifier à leur propre image corporelle.* [60] » [61] On comprend donc bien ici

58. Traduit de l'auteur : User embodiment concerns the provision of users with appropriate body images so as to represent them to others (and also to themselves) in collaborative situations.

59. Steve Benford et al., « User embodiment in collaborative virtual environments », in : *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 1995, p. 242-249.

60. Traduit de l'auteur : Allowing users to personalise body images is also likely to be important if collaborative virtual environments are to gain widespread acceptance. Such personalisation allows people to create recognisable body images and may also help them to identify with their own body image in turn.

61. Benford et al., « User embodiment in collaborative virtual environments », *op. cit.*

que l'identification des autres grâce à leurs singularités permettrait d'améliorer sa propre identification. Bien entendu, d'autres éléments peuvent permettre d'aider à l'incarnation, comme l'identification des mouvements et actions (notamment des mains), la représentation du champ de vision, la représentation du champ d'action, ou pour certains encore, la véracité de la forme de l'avatar [62].

Également, il faudrait préciser une distinction entre deux termes que nous utiliserons : empathie kinesthésique et résonance kinesthésique. L'empathie kinesthésique est la capacité d'un spectateur à se projeter mentalement dans la danse d'un performeur, à ressentir ou comprendre les mouvements, les sensations corporelles et les émotions de la personne qu'il regarde, que ça soit par une expérience corporelle partagée (comme dans notre cas) ou bien simplement par observation (qui peut aussi se retrouver dans notre cas) [63]. Pour la définir autrement, Christine Leroy la décrit comme : « [...] *le phénomène au cours duquel le spectateur ressent dans son propre corps charnel le mouvement de l'interprète sur scène.* » [64] La résonance kinesthésique, quant à elle, est l'expérience de synchronisation ou d'harmonisation des sensations corporelles et des mouvements entre plusieurs personnes. Plus précisément, on la retrouve lorsqu'une personne perçoit et ressent physiquement le mouvement, la posture ou les sensations d'une autre personne, créant ainsi un écho, une résonance partagée. Dans notre cas d'étude, les deux formes kinesthésiques peuvent être retrouvées. Par exemple, un spectateur contemplant un autre spectateur dansant pour créer du paysage peut provoquer de l'empathie kinesthésique. Le premier peut donc ressentir corporellement et émotionnellement les mouvements du second. D'un autre côté, si les deux spectateurs synchronisent leurs mouvements pour communiquer ou jouer ensemble, on retrouve alors la résonance kinesthésique.

Si l'on suppose que voir l'action des autres spectateurs immergés permettrait de mieux comprendre nos actions personnelles, et pouvoir même se synchroniser mutuellement, alors nous pourrions faire un premier parallèle avec l'outil du miroir dans les salles de danse. En effet, les études de Ehrenberg [65] ont permis de comprendre l'importance, et en même temps

62. Dans notre cas, nous avons préféré jouer sur l'apparence semi-humanoïde des avatars, afin de créer une cohérence artistique avec l'environnement. Cependant, nous ne prenons pas de parti dans le débat sur l'importance du réalisme de l'avatar dans la capacité d'immersion de l'utilisateur.

63. Jocelyne Vaysse, « Chapitre 15. Résonances empathiques et mouvements dansés », in : *L'empathie*, Doin, 2015, p. 295-306.

64. Christine Leroy, « Empathie kinesthésique, danse-contact-improvisation et danse-théâtre », in : *Staps 4* (2013), p. 75-88.

65. Shantel Ehrenberg, « Reflections on reflections : mirror use in a university dance training environment », in : *Theatre, Dance and Performance Training* 1.*2* (2010), p. 172-184.

les limites, de la réflexion des danseurs en temps réel dans un processus d'apprentissage de la danse. Selon l'auteur, il y a un premier lien fort entre les sensations kinesthésiques et la perception visuelle dans l'expérience du danseur. La présence du reflet en temps réel permet facilement l'auto-correction des mouvements grâce à une vision à la troisième personne de soi-même, mais a l'important défaut d'accentuer le sentiment d'échec en cas d'erreur, ou encore d'accorder trop d'intérêt à l'auto-évaluation critique. Également, la vision de soi, mais également du groupe dans le miroir, accentuerait l'analyse des mouvements et la création de chacun. Ce qui nous intéresse dans cette comparaison, est la capacité de la personne à se relier à son reflet, corrélant ainsi directement ses gestes avec ce qu'il perçoit visuellement. Ainsi, dans notre cas où le spectateur ne se voit pas comme un reflet, mais dans une autre silhouette lui ressemblant, et représentant un autre spectateur immergé, une même relation pourrait exister. Cette relation créerait une volonté d'imiter, de ressembler, ou encore d'interagir comme l'autre le ferait. Une étude plus approfondie de l'utilisation du miroir augmenté avec la technologie de la réalité mixte a été faite par Zhou et al. [66] A travers des ateliers et entretiens, les expériences montrent que l'utilisation de la réalité mixte permet une plus forte connexion avec son image reflétée d'un point de vue créatif. L'ajout de visualisation des mouvements par tracés virtuels permettrait d'augmenter la créativité, la richesse et l'amplitude des mouvements dans la chorégraphie improvisée.

La conscientisation de l'autre, au-delà de sa forme avatar, passerait alors par sa vision dans un processus de danse. Afin d'appuyer cette idée, nous reprenons les propos de Vaysse : « *En danse, la conscientisation de l'autre, autant psychique que corporelle, s'appuie sur certains éléments fondateurs de l'empathie (mimétisme, imitation, individuation, représentation mentale partagée... ; empathie d'affect, d'action, de pensée) qui sont plus sélectivement stimulés lors de l'enseignement de la danse.* [...] *l'accent est mis sur la plasticité psychomotrice qui se charge en expressivité émotionnelle avec la danse moderne ; l'affinement perceptif kinésique et kinesthésique envers soi et envers autrui est utile à la danse contemporaine qui privilégie l'improvisation, l'énergie et la vélocité sur la forme, si bien que le recours à l'image reflétée dans le miroir devient aléatoire ou inutile.* » [67] On peut comprendre alors que le rapport de notre spectateur immergé reprend d'une part l'expressivité émotionnelle de la danse moderne, d'autre part l'affinement perceptif

66. Qiushi Zhou et al., « Here and now : Creating improvisational dance movements with a mixed reality mirror », in : *Proceedings of the 2023 CHI conference on human factors in computing systems*, 2023, p. 1-16.

67. Vaysse, « Chapitre 15. Résonances empathiques et mouvements dansés », *op. cit.*

kinésique et kinesthésique dans le processus d'improvisation. Cependant, il nous semble important de garder l'idée du miroir, non pas dans le processus d'apprentissage de la danse comme il est souligné ici, mais plutôt dans le rapport du reflet, ou de la conscience de la danse de l'autre avec l'apparence virtuelle, l'avatar. Danser avec un miroir, c'est se voir et voir les autres à la troisième personne, et donc se détacher de sa posture interne pour avoir un point de vue externe à soi-même. Il nous semble qu'il se passe la même chose dans un monde virtuel où nous voyons les autres sous une forme différente, virtuelle, par le biais d'écrans. Nous comprenons que ce sont des personnes réelles, mais nous percevons des avatars aux formes différentes.

Enfin, dans le but de comprendre cette capacité d'empathie kinesthésique, il faudrait présenter l'œuvre *Eve, dance is an unplaceable place* de la Compagnie Voix[68], créée en 2019. Nous avons eu l'occasion de performer cette œuvre en réalité virtuelle en 2019, lors du Festival Recto VRso, et donc de pouvoir échanger avec l'artiste afin de comprendre son intention.



FIGURE 4.1 – Photographie de la performance de *Eve, dance is an unplaceable place* réalisée dans le cadre du festival Recto VRso 2019.

Voici le déroulé de l'œuvre : le spectateur est invité à s'asseoir sur une chaise dans un

68. Margherita BERGAMO et al., « Performance "Eve, dance is an unplaceable place" », in : *IEEE GEM 2019*, 2019, p. 1-6.

espace scénique, devant un public extérieur. Un écran de projection se situe derrière le spectateur, montrant des images virtuelles au public extérieur (parfois des vidéos, parfois le retour-écran de ce qu'il se passe dans le casque). La chorégraphe, Margherita Bergamo, commence à performer autour du spectateur assis, avec une musique électronique. Au bout de quelques minutes, elle installe le casque de réalité virtuelle sur le spectateur assis, qui se retrouve alors dans le monde virtuel. Ce monde est un film en 360° vu à la première personne, c'est-à-dire que la caméra a été posée au niveau des yeux du cameraman lors du tournage, permettant au spectateur d'avoir une nouvelle vision virtuelle, un nouveau corps.



FIGURE 4.2 – Photographie de la performance de *Eve, dance is an unplaceable place* réalisée dans le cadre du festival Recto VRso 2019.

Une fois le spectateur immergé dans le monde virtuel, il se retrouve virtuellement (et réellement) assis, face à la Puerta de Alcalá à Madrid, accompagné de huit danseurs et danseuses. Une chorégraphie se déroule alors virtuellement devant lui. Ses mains virtuelles sont posées sur ses genoux. Un jeu de présence hybride entre réel et virtuel rend l'expérience d'autant plus forte, c'est-à-dire qu'à certains moments, un danseur virtuel vient toucher l'épaule du spectateur, et de manière synchronisée, Margherita Bergamo touche l'épaule réelle. Cependant, l'instant immersif qui nous intéresse pour notre étude est le moment où l'avatar du spectateur se met à bouger les mains dans l'espace. Presque instantanément, le spectateur se met à suivre son corps virtuel, afin de garder une co-

hérence dans l'incarnation. Au fur et à mesure, les mouvements deviennent de plus en plus chorégraphiés, et les danseurs virtuels invitent le spectateur à danser avec eux. Il doit imiter des gestes faits par la troupe, de plus en plus rapides et amples. Démarre alors une chorégraphie réelle et virtuelle, entre une danseuse réelle performant autour du spectateur immergé, pour le public extérieur, mais aussi entre le spectateur immergé et les danseurs virtuels. Alors, dans le casque, nous pouvons ressentir cette double présence grâce aux bruits de frottement des vêtements, grâce aux vibrations du sol et aux mouvements d'airs dans l'espace. Mais pour autant, nous restons entièrement immergés dans la réalité virtuelle, créant ainsi une présence hybride entre le réel et le virtuel, avec une frontière extrêmement mince.

Après cet ensemble dansé, l'artiste chorégraphe propose au spectateur d'enlever le casque, mais de garder les yeux fermés afin de continuer à danser, cette fois-ci avec une présence entièrement réelle. La danseuse et le spectateur créent un moment d'improvisation avec pour seul contact et repère les mains jointes de l'un et de l'autre, jusqu'à la fin de la musique.



FIGURE 4.3 – Photographie de la performance de *Eve, dance is an unplaceable place* réalisée dans le cadre du festival Recto VRso 2019.

Ce qui nous intéresse fortement à travers l'exemple de cette œuvre, c'est la capacité d'un spectateur, dans une œuvre numérique VR comme celle-ci, à vivre de l'empathie kinesthésique. L'artiste déclare d'ailleurs : « *Les objectifs de recherche de ce projet sont*

d'observer les rôles du corps et du mouvement ensemble dans un environnement virtuel afin de générer de l'empathie, en améliorant l'expression corporelle et les émotions à travers le mouvement. [...] *D'un côté, les utilisateurs sont entourés de danseurs virtuels très proches, faisant partie de leur environnement et générant un sentiment de présence, confirmant les effets de la proximité humaine également en environnement virtuel, suivant la théorie de la proxémie. De l'autre côté, les utilisateurs reconnaissent ce nouveau corps comme le leur et ont tendance à suivre spontanément les mouvements proposés.*[69] »[70] C'est bien par l'immersion totale, par l'occupation d'un nouveau corps virtuel, et la vision d'un agent virtuel extérieur nous incitant à danser, que nous pouvons nous mettre à chorégraphier un instant d'improvisation. Les corps dansants des autres occupants de l'espace virtuel nous entraînent dans une envie de bouger, de suivre le rythme, de nous joindre au groupe et de performer. Mais ce qui est d'autant plus fort avec l'œuvre *Eve, dance is an unplaceable place*, c'est aussi l'envie de se synchroniser avec l'ensemble. Que ça soit pendant l'expérience virtuelle où l'on suit les mouvements des autres (et notre propre corps par la même occasion puisque ce n'est pas nous qui le contrôlons, mais un film tourné en 360°), ou bien avec l'artiste après avoir enlevé le casque, une résonance kinesthésique s'opère et permet un lien cognitif, kinesthésique et émotionnel très fort entre les deux performeurs.

Enfin, concernant cette capacité qu'on aurait à s'incarner dans notre avatar grâce à la vision d'une personne tierce dans son avatar, on pourrait la décrire avec le terme d'incarnation social (en anglais *social embodiment*), qui est la capacité d'un individu, selon Barsalou et al., à se projeter dans une autre personne à travers ses mimiques, ses gestes ou ses expressions corporelles[71]. Mais pour aller plus loin, les stimuli sociaux que les autres personnes peuvent avoir, entraînent une réponse incarnée interne. L'auteur précise : « *Nous avons vu plus tôt que les stimuli sociaux produisent des réponses incarnées. Par exemple, entendre une note d'examen affecte la posture ; penser aux personnes âgées*

69. Traduit de l'auteur : The goals of the research related to this project are to observe the roles of body and movement together in a virtual environment, in order to generate empathy, enhancing body expression and emotions through movement. [...] On one hand, the users are surrounded by virtual dancers who are very close to them and a part of their environment, while generating a sense of presence, confirming the impacts of human proximity also in the virtual environment, following the proxemics theory. On the other hand, the users recognize the new body as their own and tend toward spontaneously following the proposed movements

70. Bergamo et al., « Performance "Eve, dance is an unplaceable place" », *op. cit.*

71. Lawrence W Barsalou et al., « Social embodiment », in : *Psychology of learning and motivation* 43 (2003), p. 43-92.

induit un mouvement lent ; être rappelé d'un proche aimé produit des expressions faciales positives ; penser à la grossièreté augmente la volonté d'interrompre ; et penser aux politiciens allonge la durée des discours. Tous ces effets peuvent être expliqués par l'achèvement des motifs à travers les composants spécifiques à chaque modalité d'une conceptualisation située. [...] *Dans tous les cas pour le premier effet d'incarnation, l'une de ces inférences est un état corporel.*[72] »[73] Ainsi, il y a une incidence directe à la vision d'une personne dansant, et une résonance dans notre corps qui est due à la capacité d'empathie kinesthésique, ou comme étudié ici, l'incarnation sociale.

Pour finir, une étude proposée par Fribourg et al. montre que la co-présence de deux individus immergés dans un même monde en réalité virtuelle peut améliorer leur tâche interactive, notamment parle principe de compétitivité[74]. Dans leurs expérimentations, l'équipe de recherche a démontré que les deux utilisateurs immergés et interactifs ont eu le même sentiment d'incarnation, qu'ils soient seuls ou à plusieurs dans ce monde virtuel, mais ont présenté des résultats différents sur leur capacité interactive. La présence d'une autre personne augmenterait donc la concentration et la rapidité dans le jeu de "Tape-taupe" qu'ils devaient effectuer virtuellement. Dans un axe plus artistique, il serait donc intéressant de se demander si la présence des autres spectateurs danseurs, dans une œuvre comme Creative Harmony, permettrait à chacun d'augmenter sa possibilité et son envie propre de danser. Ou dit autrement, est-ce que la présence d'autres spectateurs danseurs provoquerait de l'empathie kinesthésique et donc une plus forte envie de danser que dans une expérience mono-spectateur ? Et pour aller encore plus loin dans les questionnements qu'entraîne cette recherche, est-ce que l'empathie kinesthésique est plus forte face à des avatars de spectateurs réels et immergés en VR que face à des agents danseurs programmés ? La collaboration de plusieurs spectateurs immergés dans une œuvre en réalité virtuelle fait émerger ces hypothèses, et il serait pertinent, dans de futurs travaux, de pouvoir expérimenter différentes configurations interactive, plusieurs modalités d'immersion et d'interactivité pour enrichir les recherches sur l'empathie kinesthésique.

72. Traduit de l'auteur : Earlier we saw that social stimuli produce embodied responses. For example, hearing an examination grade affects posture ; thinking about the elderly induces slow movement ; being reminded of a liked significant other produces positive facial expressions ; thinking about rudeness increases the willingness to interrupt ; and thinking about politicians increases long windedness. [...] In all cases for the first embodiment effect, one of these inferences is a bodily state.

73. Barsalou et al., « Social embodiment », *op. cit.*

74. Rebecca Fribourg et al., « Studying the sense of embodiment in VR shared experiences », in : *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, IEEE, 2018, p. 273-280.

4.3.2 Résonances par la gestuelle

Après avoir étudié le comportement de l'empathie kinesthésique, un autre terme qui nous intéresse dans cette recherche est la résonance kinesthésique, ou autrement dit, la capacité de deux personnes à ressentir la danse de l'autre afin de se synchroniser. Ici, il s'agira donc de comprendre le comportement des spectateurs dans une œuvre en réalité virtuelle comme Creative Harmony, et d'étudier leur capacité à possiblement se synchroniser dans leur interactivité dansée improvisée.

Tout d'abord, il nous semble important de définir correctement les termes. Selon Ruella Frank : « *Nous sensibiliser à faire l'expérience de nos propres mouvements est, à mes yeux, une condition essentielle pour organiser un ajustement souple et créatif. À travers la kinesthésie, ou conscience immédiate du mouvement, nous faisons en direct l'expérience de la situation que nous sommes en train de vivre. Le mot kinesthésie vient du mot grec* 'kineo*', mettre en mouvement, et de* 'aesthesis*', sensation ou impression. La kinesthésie est la perception ou la sensation de nos propres mouvements.* »[75] Nous avons donc la conscience de notre corps en interaction avec les autres dans une expérience kinesthésique. Pour aller plus loin dans notre cas d'étude sur la collaboration, il faut ajouter la résonance de cette kinesthésie. Frank décrit alors : « *La résonance kinesthésique est le phénomène amené le plus fortement en avant-plan dans l'expérience du contacter : la sensation, l'éprouvé et le vécu. C'est en nous écoutant nous-mêmes avec les autres que nous percevons (puis savons) que nous sommes là. La résonance kinesthésique est la perception relationnelle de notre être en relation. Qu'il arrive un changement dans la situation, important ou léger, il y aura un changement dans la qualité ressentie du mouvement et un changement dans la tonalité musculaire globale du corps. Notre tonalité musculaire générale forme une attitude posturale ou une aptitude à répondre et à être en relation : à faire quelque chose en relation avec notre situation.* »[76] Autrement dit, la résonance kinesthésique est donc la faculté d'une personne à résonner, à répondre à une attitude kinesthésique extérieure avec sa propre attitude kinesthésique. Il y a dans cette optique une relation permanente entre notre corps et les corps extérieurs, entre les stimuli corporels externes vers nos mouvements corporels internes. Contrairement à l'empathie kinesthésique précédemment étudiée, nous ne sommes plus dans l'émergence d'une envie de danser grâce à l'observation d'un autre corps dansant, mais bien dans l'émergence d'un mouvement corporel propre à

75. Jean-Marie Robine, « Self », in : *A Polyphony of Contemporary Gestalt Therapists. St. Romain-La-Virvée : L'Exprimerie* (2016), p. 400.
76. *Ibid.*, p. 401.

soi, à la suite de l'observation d'un autre corps dansant. Cette résonance est donc toute la temporalité de communication par la gestuelle que l'on retrouve dans notre cas d'étude, à partir du moment où l'action du mouvement est à destination d'une autre personne. En effet, l'attitude que nous décrivons actuellement n'est valable que dans un rapport spectateur - spectateur (nous ne rentrons pas dans une résonance kinesthésique avec le paysage interactif, même si sa réaction à nos mouvements entraîne une plus grande envie de danser chez le spectateur), par le biais des avatars perçus.

Dans le domaine de la danse, la résonance kinesthésique peut être utilisée dans le processus d'apprentissage de la chorégraphie. En effet, les recherches de Harbonnier-Topin et Barbier [77] présentent l'idée d'un apprentissage de la danse avec le concept de résonance. Après plusieurs études effectuées avec des étudiants, ils décrivent le processus d'assimilation de la chorégraphie avec d'un côté les tâches des professeurs (Communication et Validation), et d'un autre côté celles des étudiants (Appropriation, Performation). C'est dans la partie Appropriation que l'on retrouve le concept de résonance, avec le terme utilisé d'*écho-résonance*. Les chercheurs décrivent cela : « *Écho-résonance : association du concept d'échoïsation proposé par Cosnier qui l'apparente à « une synchronie interactionnelle », et qu'il définit comme « la reproduction par un interactant d'une activité gestuelle (échopraxie), mimique (échomimie) ou sonore (échophonie ou écholalie) », avec le concept de résonance en provenance des recherches neuroscientifiques sur les neurones miroirs. Cette association est une proposition originale des auteurs de cet article.* » [78]

Enfin, une autre forme de résonance peut être explorée à travers les comportements sociaux, c'est la résonance sociale [79]. Dans ses recherches, Kopp définit les effets de cette forme relationnelle : « *Cela vise à souligner l'importance de la contingence mutuelle des comportements multimodaux des interactants, c'est-à-dire que les caractéristiques du comportement de "stimulus" sont identiques ou presque identiques aux siennes, ainsi que la dynamique en temps réel de cet échange. La résonance renvoie également au "renforcement" mutuel qui émerge lorsque les interactants deviennent de plus en plus coordonnés dans leurs caractéristiques interactionnelles. Lorsqu'ils sont en résonance sociale, les interlocuteurs peuvent se sentir en harmonie et avoir l'impression que leur interaction se déroule sans heurts. En ce sens, la résonance sociale est liée à un composant du rap-*

77. Nicole Harbonnier-Topin et Jean-Marie Barbier, « L'apprentissage par imitation en danse : une «résonance» constructive ? », in : *Staps 1* (2014), p. 53-68.

78. *Ibid.*

79. Susan Duncan et al., « Cognitive processing effects of 'social resonance'in interaction », in : *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, t. 26, 26, 2004.

port, défini par Tickle-Degnen et Rosenthal (1990) comme le sentiment d'une connexion harmonieuse ou empathique que les interlocuteurs ressentent lorsqu'ils expérimentent une attention mutuelle, de la positivité et de la coordination.[80] »[81] La résonance sociale, au-delà de synchroniser les comportements relationnels d'individus entre eux, apporte une forme de renforcement, une amélioration du système relationnel entre eux, permettant de nouveaux constats de comportements comme, d'après l'auteur, une connexion harmonieuse. Ainsi, l'enjeu n'est pas simplement de faire communiquer correctement deux individus par le biais de leur gestuelle, mais bien de créer une boucle vertueuse dans leur comportement, dans leur harmonisation ou synchronisation, grâce à une forte résonance kinesthésique. Comme le précise Kopp, le phénomène de résonance sociale englobe donc trois idées : **(1)** les individus sont interactivement liés (leur occurrence est directement liée à leur contexte d'interaction), **(2)** ils agissent de manière coordonnée, **(3)** leur occurrence est corrélée au succès communicatif (baisse des malentendus, amélioration de la réussite des objectifs, moins de difficultés à les atteindre, ...). Ce qui nous intéresse ici dans la résonance sociale, c'est bien la capacité que les spectateurs peuvent avoir à s'identifier par leur gestuelle, à se comprendre et à se synchroniser pour vivre une expérience esthétique et kinesthésique importante. L'œuvre apporte plus que la possibilité de cocréer un paysage virtuel, mais bien une invitation à se connecter les uns avec les autres pour former un groupe global, un ensemble harmonieux dans un processus d'improvisation. Bien entendu, cette forme de synchronisation est propre à chaque groupe, mais pas forcément atteinte à chaque expérience de l'œuvre. En effet, il faut pour cela avoir conscience mutuellement de cette recherche de la synchronisation, ce qui n'est pas le cas pour tout le monde, ou la volonté de chaque personne dans le processus de performance de l'œuvre. Aussi, les modalités de vécu de l'expérience dépendent énormément du contexte d'exposition, et notamment les éléments extérieurs qui peuvent empêcher la bonne immersion du spectateur. Enfin, le rapport au corps et à la gestuelle, comme nous l'avons expliqué précédemment, évolue fortement selon l'expérience du spectateur. Un danseur habitué à l'improvisation

80. Traduit de l'auteur : This is to under line the importance of mutual contingency of the interactants' multimodal behaviors, i.e., that the characteristics of the "stimulus" behavior are the same or nearly the same as one's own, as well as the real-time dynamics of this interplay. Resonance also alludes to the mutual "reinforcement" that can be seen to emerge as interactants become increasingly coordinated in their interactional characteristics. When being in social resonance, speakers may feel in line and experience their interaction to run smoothly. In this respect, social resonance relates to one component of rapport, defined by Tickle-Degnen and Rosenthal (1990) as the feeling of a harmonious or sympathetic connection that interlocutors have when they experience mutual attentiveness, positivity, and coordination.

81. Stefan Kopp, « Social resonance and embodied coordination in face-to-face conversation with artificial interlocutors », in : *Speech Communication* 52.*6* (2010), p. 587-597.

et à la recherche de synchronisation arrivera plus facilement à cette résonance kinesthésique, plutôt qu'une personne mal à l'aise avec sa gestuelle. Dans ces différents cas, il n'y a ni mauvaise, ni bonne expérience, puisque le vécu est propre à chacun.

Aussi, il serait donc intéressant de comprendre, au-delà de la synchronisation et l'harmonisation, ce que peuvent apporter les différentes formes de résonance que l'on retrouve dans Creative Harmony. Pour cela, nous reprendrons l'idée de multi-résonances développée par Jean-François Jégo et Margherita Bergamo [82]. En comparant deux de leurs œuvres, ils proposent un ensemble de résonances allant du spectateur à l'acteur virtuel, comprenant également le public extérieur :

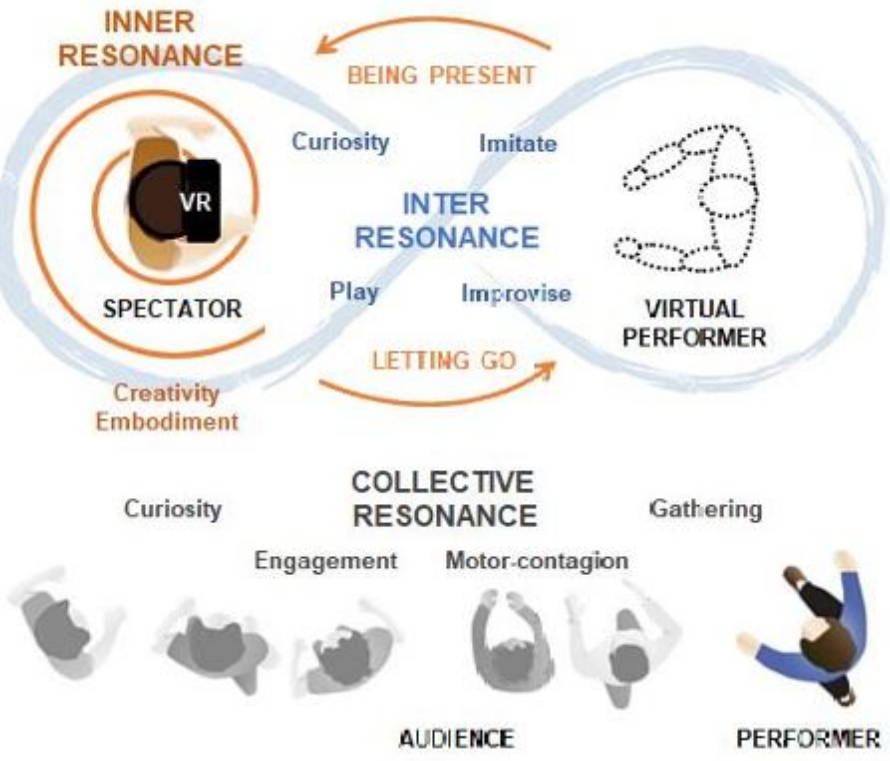


FIGURE 4.4 – Modèle des résonances inner, inter et collective, proposé par Jean-François Jego et Margherita Bergamo.

Premièrement, on comprend une "*inner resonance*" (résonance intérieure) entre le spectateur et lui-même, correspondant au sentiment de résonance émotionnelle créée pendant

82. JÉGO et MENEGHINI, « Let's Resonate : How to Elicit Improvisation and Letting Go in Interactive Digital Art », *op. cit.*

la performance de l'œuvre. C'est un sentiment interne à lui-même, dû à l'impact de l'œuvre sur sa kinesthésie et ses émotions. Cette résonance fait donc écho entre sa motivation interne et l'environnement externe. Selon le schéma proposé, la résonance intérieure entraîne le sentiment de présence, mais également la possibilité de lâcher-prise chez le spectateur immergé et interactif.

Ensuite, on constate une "*inter resonance*" (résonance interne) entre le spectateur et son environnement global, du paysage aux autres spectateurs représentés par leurs avatars. Il va répondre au monde virtuel qui l'entoure avec son corps, et dans ce cas précis, par la danse. Cette résonance entraîne plusieurs faits, à savoir la **curiosité** (qui permet l'implication et l'engagement), la **lucidité** (décrit comme un état positif afin d'aborder l'apprentissage par l'expérience), l'**imitation** (permet de déclencher la première improvisation et en même temps un processus d'apprentissage permettant de mieux comprendre l'autre), et enfin l'**improvisation** (inventer, développer, dépasser ses limites).

Enfin, les auteurs proposent une "*collective resonance*" (résonance collective) entre le public extérieur et le public immergé, créant ainsi de la *curiosité* (l'envie d'expérimenter l'œuvre en voyant les autres la performer), de la *contagion motrice* (la compréhension par la médiation ou l'observation des personnes immergées du processus interactif, de la narration, du déroulé de l'œuvre), de l'*engagement* (même chez un spectateur extérieur, la présence et l'observation sont un engagement en soi, sans être forcément immergé dans l'œuvre) et du *rassemblement* (la volonté d'appartenir au groupe, de réduire la frontière entre public interactif et public extérieur [83]).

Pour résumer ces trois niveaux, nous nous permettons de citer les auteurs : « *La Résonance Interne naît de l'interaction entre le spectateur et l'œuvre, générant des émotions, des souvenirs et des changements à divers niveaux, selon la sensibilité et le vécu, qui se développent en crescendo. Cela peut provoquer une augmentation de la présence (impression), du lâcher-prise (expression) et finalement, une Résonance Intérieure chez le spectateur. Les résonances intérieure et inter peuvent se refléter extérieurement et atteindre le public observateur comme des ondulations, créant un autre niveau : la Résonance Collective. Une connexion émerge entre tous les éléments de l'installation et un sentiment de*

83. Dans l'œuvre *Eve, dance is an unplaceable place*, l'artiste a plusieurs fois constaté que le public extérieur dansait en même temps que le spectateur immergé.

communauté en simultané.[84] »[85]

Avec ce que nous avons développé tout au long de ce chapitre sur la performance des spectateurs, nous nous retrouvons bien dans le développement précédemment cité, notamment sur la résonance collective. Cependant, cette résonance peut évoluer selon le nombre de personnes dans un même monde virtuel. Dans la continuité de notre thèse, nous nous intéresserons au cas de trois spectateurs immergés en temps réel dans le même environnement virtuel, soit entièrement par casque de réalité virtuelle type HMD, soit un spectateur dans un plateau de réalité virtuelle (Immersia à Rennes) et deux autres personnes par des casques VR. Durant nos expériences de Creative Harmony, nous avons bien constaté la présence d'une résonance intérieure, par le fait que le spectateur vive des émotions et de l'empathie par le monde l'entourant. De même, nous avons développé l'idée de la résonance interne, qui est le passage du processus d'interprétation intérieur au spectateur (émotions, sensations, présence, incarnation) au processus d'interprétation extérieur à lui (geste, danse, interactivité, communication). C'est également par ce processus-là qu'il peut se sentir davantage incarné dans son corps virtuel, comme nous l'avons comparé juste avant avec l'exercice du miroir dans l'apprentissage de la danse. C'est également dans ces deux formes de résonance que le compromis apparaît le plus, puisqu'il s'agit d'un rapport entre observation, constat, création, et donc d'un rapport interne à un rapport externe à soi que le compromis prend forme.

Enfin, concernant cette résonance collective, nous avons noté que lorsque deux personnes interagissent ensemble dans un rapport de résonance kinesthésique, une troisième personne peut observer cette interaction. Alors, cette dernière entre dans un état de résonance collective avec les deux autres. Pour reprendre les idées décrites dans le précédent article, cette personne va ressentir de la curiosité face à ces échanges extérieurs à lui, il voudra créer un engagement pour pouvoir y participer, il ressentira une contagion motrice en comprenant ce qui est en train de se passer devant lui, enfin il voudra ressentir l'idée d'appartenance à ce groupe interactif en reproduisant l'action à son tour avec l'un deux.

84. Traduit de l'auteur : The Inter Resonance is born within the interaction between the spectator and the artwork, generating feelings, memories and changes on different levels based on sensibility and background, developed in crescendo. This can provoke an increase of being present (impression), letting go (expression) and finally, an Inner Resonance in the spectator. The inner and Inter Resonance can be reflected externally and reach the observing audience as ripples creating another level : the Collective Resonance. A connection emerges among all the elements of the installation and a sense of community simultaneously.

85. Jégo et Meneghini, « Let's Resonate : How to Elicit Improvisation and Letting Go in Interactive Digital Art », *op. cit.*

Ainsi, la résonance collective, au même titre que la résonance sociale développée par Kopp, permet un enrichissement de la relation interactive des individus, tout en améliorant les capacités interactives, la compréhension, la communication non verbale. Dans notre cas, la résonance collective permet donc une plus grande interprétation de la part de chaque spectateur dans l'œuvre, passant d'un rapport interactif propre à soi et au paysage (résonance intérieure et interne) à un rapport interactif avec les autres, donc extérieur à soi (résonance collective). Au-delà de cette nouvelle forme d'interprétation, elle permet aussi un enrichissement de l'improvisation avec la découverte de nouvelles formes communicatives, l'envie de dépasser ses propres limites et donc de proposer des gestes de plus grande ampleur, et parallèlement un enrichissement du paysage virtuel, qui retrace visuellement l'état du compromis, de l'échange, de la communication entre les spectateurs.

Pour conclure sur les formes de résonance que l'on retrouve dans Creative Harmony, on a développé l'idée de la résonance kinesthésique, qui est la capacité d'une personne à réagir par sa kinesthésie, à la kinesthésie de quelqu'un d'autre. Cette première forme entraîne la capacité d'un spectateur à observer un autre danser dans le monde virtuel, et donc à lui-même danser et vouloir reproduire ses gestes. Pour aller plus loin, c'est par la résonance kinesthésique que deux spectateurs peuvent se synchroniser dans leur danse et donc vivre un moment de communication non verbale dans un monde virtuel interactif, même s'ils sont connectés à distance.

La résonance sociale développée par Kopp, part du postulat que deux individus peuvent se synchroniser par la gestuelle, mais que cette résonance apporte également un enrichissement dans la relation interactive. Quand deux personnes sont en résonance sociale, elles peuvent plus facilement se comprendre, faire émerger des idées, résoudre des problèmes ou encore anticiper les actions de l'autre. Dans notre cas, il s'agirait donc d'augmenter la capacité interactive et/ou émotionnelle et/ou communicative des spectateurs par la synchronisation des mouvements et des interactivités.

Enfin, selon Jégo et Bergamo, dans une œuvre en réalité virtuelle interactive basée sur la danse, la participation du spectateur et l'improvisation, nous retrouvons une résonance intérieure au spectateur (émotions, lâcher-prise), une résonance interne au spectateur et au processus d'interaction (curiosité, lucidité, imitation, improvisation) et une résonance collective entre les spectateurs extérieurs et la performance de l'œuvre (curiosité, engagement, contagion motrice, rassemblement. Nous avons apporté des précisions à cette résonance collective, que nous avons constatée à travers nos expériences de Creative

Harmony lorsque trois spectateurs sont immergés et interactifs en même temps dans un environnement virtuel.

4.3.3 La danse collaborative : performativité individuelle et collective

Au final, l'ensemble de la cocréation est un mélange entre performance individuelle et acte collectif. En effet, l'action collective est ponctuée de plusieurs événements se déroulant tout au long du processus d'interprétation de l'œuvre, rendant ainsi l'expérience collaborative polymorphe. Elle n'a jamais la même forme pendant tout le vécu de l'œuvre, et évolue à chaque nouvelle performance puisque ses éléments la composant évoluent à leur tour. Même si l'œuvre était jouée par le même groupe de spectateurs, son résultat visuel, performatif et émotionnel ne sera jamais le même. Chaque vécu de l'œuvre s'inscrit dans un espace-temps précis et relié à l'identité d'un groupe précis.

Ce groupe forme donc un ensemble de plusieurs rapports interactifs que nous avons précédemment présentés. Le rapport interne à soi avec sa capacité à vivre des émotions par sa gestuelle et le monde nous entourant, le rapport externe à soi avec l'interactivité relative au paysage génératif, et enfin le rapport externe à soi avec l'interaction que nous avons avec les autres spectateurs. Ainsi, le groupe s'auto-construit tout au long de la performance, par la découverte de son corps et de son rôle interactif, mais aussi par l'exploration et le jeu de communication que nous pouvons avoir. On pourrait dire que *l'identité du groupe*, sa composition et sa capacité à évoluer dans l'environnement, prend sa forme finale avec l'apparence finale du paysage. Comme un témoignage de l'ensemble des événements vécus lors de la performance, le paysage est le résultat de l'ensemble des gestes composés par la performance collective.

Avec cette capacité auto-créatrice, auto-émergente et évolutive face à son environnement, nous pourrions comparer cette idée de groupe avec le principe d'autopoïèse, développé par Francisco Varela et Humberto Maturana. En effet, pour reprendre les propos de Benoît Le Blanc : « *Cela se traduit par le principe d'énaction ou de faire-émerger par l'action, caractéristique des systèmes autopoïétiques. L'autopoïèse est une propriété qu'ont certains systèmes à se construire eux-mêmes, en permanence et du fait de leur interaction avec leur environnement.* » [86] On comprend donc que l'autopoïèse est ce processus d'auto-construction permettant l'émergence par l'action, que l'on retrouve beaucoup dans notre groupe de spectateurs, notamment par le compromis. Le groupe se construit et se forme par l'action, par la performance improvisée, mais surtout avec cette règle consciente ou

86. Benoit Le Blanc, « Francisco Varela : des systèmes et des boucles », in : *Hermès 1* (2014), p. 106-107.

inconsciente de l'équilibre de l'état du compromis. Pour reprendre la définition exacte de l'autopoïèse par Varela et Maturana : « *Une machine autopoïétique est organisée (définie comme une unité) en tant que réseau de processus de production (transformation et destruction) de composants qui produisent les composants qui : (1) par leurs interactions et transformations, régénèrent et réalisent en continu le réseau de processus (relations) qui les a produits ; et (2) lui confèrent une existence concrète dans l'espace où ces composants se trouvent, en déterminant le domaine topologique dans lequel ce réseau se réalise.* [87] » [88] Précisément, un système autopoïétique se caractérise par un principe de processus de production d'éléments, de composants, qui permettent de régénérer continuellement le système par l'interaction avec les éléments extérieurs au système. En d'autres termes et pour reprendre notre cas d'étude, le système autopoïétique est bien le groupe de spectateurs immergés, vivant en interactivité avec l'environnement les entourant, et par cette interactivité, se font évoluer et font évoluer le système Groupe global. Chaque composant du Groupe interagit avec un monde extérieur, et par ces actions, apporte une évolution de la structure de Groupe. Le système unitaire évolue donc continuellement, et ce pendant toute la durée de l'existence de ce Groupe, à savoir le temps de la performance de l'œuvre.

Ainsi, les actions individuelles permettent de créer la forme du groupe, et cette approche est au cœur de l'existence d'un projet collaboratif, d'autant plus quand il est interdisciplinaire. En effet, c'est bien les actions de chacun qui permettent le résultat final, que ce soit dans le processus de création du dispositif artistique, ou bien dans le processus de performance de l'œuvre. Le système global, l'unité qui englobe tous les éléments interactifs et évolutifs, c'est bien l'œuvre en elle-même, qu'elle ait la forme d'un dispositif interactif ou d'une performance collaborative. Car c'est la raison pour laquelle tous ces éléments coexistent et interagissent entre eux. Donc, dans notre cas, on peut dire que la coexistence de plusieurs éléments collaboratifs, interactifs entre eux et avec le monde extérieur (réel et/ou virtuel) est la composante principale de l'existence d'une œuvre collaborative, par ce principe autopoïétique d'émergence et d'évolution par l'action. Il y a cependant quelques éléments à souligner pour préciser notre comparaison à l'au-

87. Traduit de l'auteur : an autopoietic machine is organized (defined as a unity) as a network of processes of production (transformation and destruction) of components that produces the components which : (1) through their interactions and transformations continuously regenerate and realize the network of processes (relations) that produced them ; and (2) constitute it [the machine] as a concrete unity in the space in which they (the components) exist by specifying to the topological domain of its realization as such a network.

88. Humberto R Maturana et Francisco J Varela, *Autopoiesis and cognition : The realization of the living*, t. 42, Springer Science & Business Media, 1991, p. 78-79.

topoïèse. Tout d'abord, ce système œuvre existe grâce aux éléments le composant, mais également par la volonté d'une personne, l'auteur, étant lui-même composant du système œuvre. Ainsi, il n'y a pas une auto-émergence du système dans un espace-temps vide, mais plutôt la volonté de l'existence d'un système collaboratif qui prend forme par l'action mutuelle et interactive de tous les éléments le composant. Il n'est donc pas possible d'appliquer cette idée à l'ensemble des œuvres numériques, ou même des œuvres participatives existantes. Pour qu'un ensemble œuvre soit considéré comme autopoïétique, il faudrait qu'il soit conçu avec les notions que nous avons étudiées précédemment, c'est-à-dire un principe de création (en amont et en aval) par un groupe d'éléments développant par l'action, par l'improvisation, dans une structure établie et en perpétuelle évolution. L'état du compromis qui est intrinsèque au développement par l'action dans une forme collaborative, est la balance qui permet de maintenir une stabilité dans le système évolutif perpétuel. Un autre point à souligner dans la comparaison de Creative Harmony avec l'autopoïèse est la différence de complexité dans la définition de l'autopoïèse. En effet, l'œuvre créée n'a absolument pas la même valeur qu'une cellule permettant de créer la vie. Elle existe par un ensemble d'éléments interactifs, mais n'a d'autre ambition que d'apporter une expérience esthétique propre à chacun chez ces mêmes éléments, et ce sous la volonté d'un auteur et de ses ambitions artistiques. Enfin, et c'est peut-être le point le plus important, les éléments qui constituent le système œuvre doivent être inégaux et différents. Nous l'avons vu dans le Chapitre 3 sur la création en amont, le principe d'improvisation dans le processus interdisciplinaire fonctionne car chaque élément se découvre et doit se comprendre avec des langages, des univers différents. Et c'est la différence de chacun qui permet l'enrichissement de la globalité. Il en va de même que la critique faite par Kawamoto sur la question de l'organisme : « *Une protéine produite, dont la composition moléculaire aurait été modifiée dans sa partie périphérique, restera tout de même susceptible de devenir un élément constitutif pour un organisme vivant. S'il en est ainsi, l'aptitude d'un élément produit à devenir élément constitutif ne dépend pas du fait qu'il soit identique à lui-même, mais de sa capacité à déclencher une prochaine opération du système auquel il appartient. Un système produit des éléments par sa propre opération. Parmi tous les éléments produits, c'est seulement les éléments participant heureusement à l'avancement de l'opération du système qui deviendront éléments constitutifs de ce dernier.* »[89] La différence d'éléments composant un système n'est donc pas un défaut dans

89. Hideo Kawamoto, « L'autopoïèse et l'«individu» en train de se faire », in : *Revue philosophique 3* (2011), p. 347-363.

le principe d'auto-émergence, n'est pas non plus une condition pour son fonctionnement, mais bien une possibilité entraînant une nouvelle forme évolutive du système. Et le concept d'*éléments participant heureusement à l'avancement de l'opération du système* est ici très important dans notre cas. Comme nous l'avons précédemment énoncé, il n'y a ni mauvais geste interactif, ni mauvaise performance de l'œuvre, mais simplement des réactions vécues grâce à l'œuvre. Concernant le geste interactif, s'il n'y a pas de résultat lorsque le geste n'est pas compris par le système interactif, cela n'en fait pas un mauvais geste. Il est légitime d'exister par sa continuité dans le temps (entre un geste passé et un geste futur) et par la volonté du spectateur à le performer, qu'il soit reconnu ou non par l'œuvre.

Si nous concevons ces idées plus largement, nous pourrions inclure également le processus de création de l'œuvre dans cette même dynamique. En effet, c'est bien les actions de chacun, dans le développement du dispositif artistique, qui permettent de créer un résultat global, un système œuvre. Puis, il est nécessaire d'y inclure le système propre aux spectateurs pour la faire vivre entièrement. Ainsi, le système œuvre est composé d'un système de création en amont et d'un système de performance en aval. Egalement, ce système œuvre prend une toute nouvelle forme à chaque nouvelle activation du dispositif, puisque le système propre aux spectateurs évolue à chaque nouvelle activation. Finalement, participer heureusement à l'avancement de l'œuvre, c'est donc dans le processus de création le fait de concevoir activement l'œuvre, et dans le processus de participation, le fait de participer pleinement à la performance.

Conclusion de partie

Avant de nous intéresser à notre deuxième partie sur la participation et l'interactivité de spectateurs dans une œuvre en réalité virtuelle collaborative, résumons toute cette première partie théorique.

Nous avons tout d'abord expliqué le contexte de notre recherche, en nous intéressant à l'action de participer et au principe de performance, en développant notre concept d'intersubjectivité dans le processus collaboratif d'une œuvre en réalité virtuelle, puis en définissant la notion de compromis dans l'acte de création. Ensuite, nous avons donné plusieurs exemples d'œuvres collaboratives dans différents domaines artistiques, des arts plastiques aux arts vivants.

Dans un deuxième chapitre, nous avons défini les différents acteurs liés à l'acte collaboratif, à savoir l'auteur cocréateur, l'artisan cocréateur et le spectateur cocréateur. Nous avons ensuite présenté quatre formes de collaboration : Auteur-artisans, auteur-spectateur, spectateur-dispositif artistique, et enfin, spectateur-spectateur.

Dans notre troisième chapitre, nous avons plus précisément parlé du rôle de l'auteur, et notamment de son statut de chef d'orchestre. Nous entendons par là une figure de direction, au même titre que le chef d'un orchestre musical, mais qui laisse une grande part d'interprétation et d'improvisation chez les artisans. De même, ce chef d'orchestre maîtrise d'une part la création par improvisation, mais également la création par l'action et la direction diagonale. Ce dernier terme fait référence au statut d'œuvre interdisciplinaire, c'est-à-dire reliant plusieurs domaines, où chacun d'eux s'alimente de la collaboration. Egalement, nous avons étudié une autre technicité du chef d'orchestre, à savoir la coordination des langages dans un but d'harmonisation des créativités et des possibilités. Ainsi, chaque artisan peut intervenir et expliquer son idée, grâce à cette coordination. Cela passe, dans notre cas d'étude, par le biais de l'écriture et du dessin, grâce à un tableau blanc représentant un espace commun d'expression. La dernière forme méthodologique que nous avons développée est la création par itération, basée sur la méthode Design Based Research, à savoir l'inclusion du public cible (pour nous le spectateur) pendant le processus de création. Ainsi, sous forme de journées de tests, nous pouvions confirmer ou non les hypothèses liées à notre œuvre, pendant le processus de création, et donc arriver à une œuvre finale la plus adaptée possible au public large.

Enfin, dans notre dernier chapitre, nous nous sommes intéressés à l'expérience collaborative du public face à l'œuvre en réalité virtuelle. Nous avons tout d'abord défini

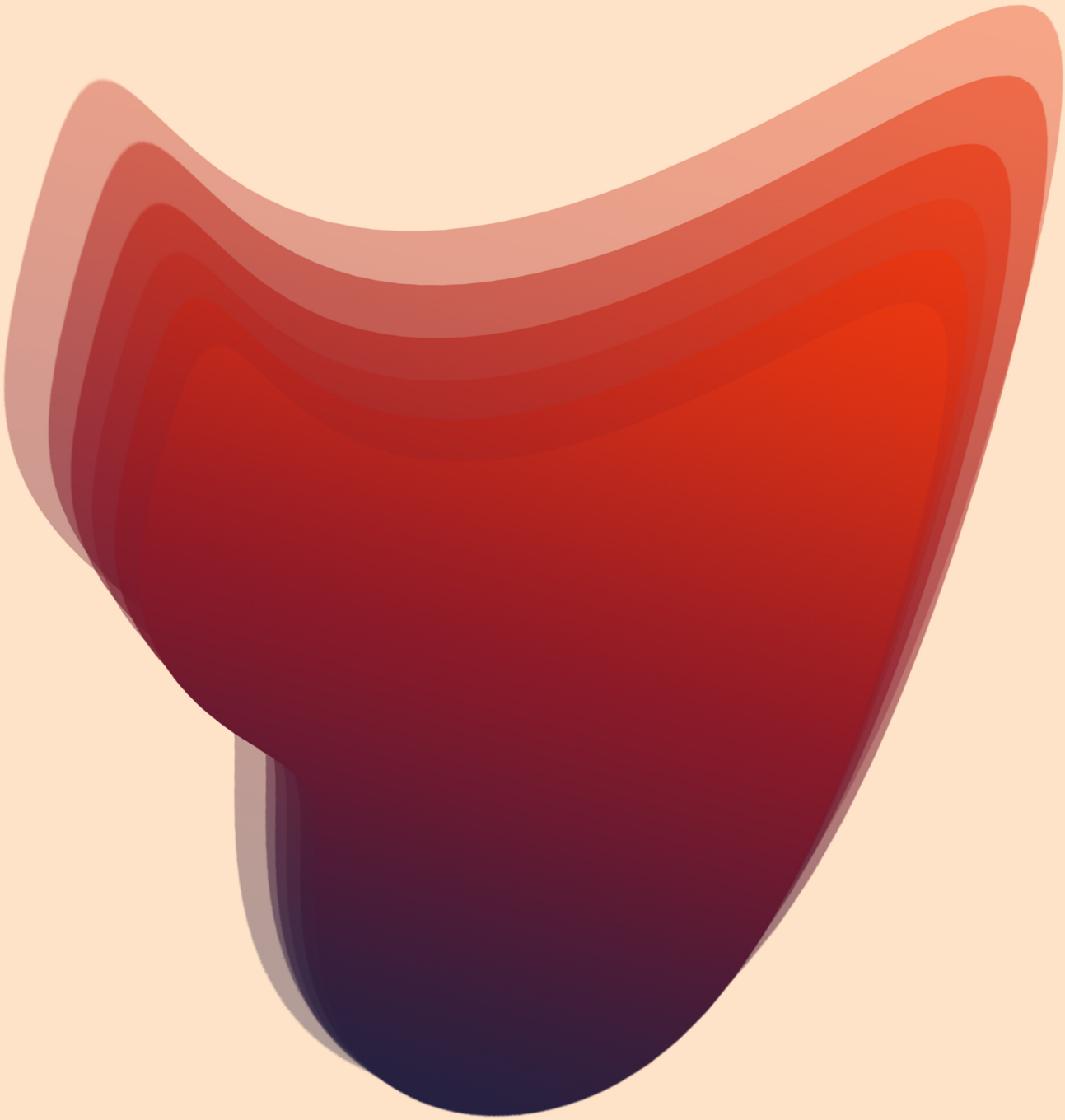
le concept d'expérience esthétique, tout en apportant notre point de vue sur cette dernière lorsqu'elle est collaborative. Ensuite, nous avons développé cette expérience par le biais de la danse interactive du spectateur, tout d'abord dans un principe de création par improvisation, puis par le biais des résonances kinesthésiques et collectives.

Par toute cette partie, nous avons tenté de comprendre ce que la collaboration apporte dans un processus de création, mais également de performance d'une œuvre. Cette étude, aussi théorique qu'applicative, passant des sciences neuronales et cognitives à l'esthétique et l'histoire de l'art, se veut principalement exploratoire de plusieurs concepts interprétés à notre situation collaborative. Nous avons conscience que certains points pourraient être davantage creusés, ce qui sera le cas dans la continuité de nos recherches post-doctorales. Le caractère interdisciplinaire de notre recherche-création touche à une multitude de concepts et de réflexions qu'il nous semble difficile d'explorer dans leur globalité dans une thèse.

Cette thèse basée sur la collaboration et l'interdisciplinarité, reliant les sciences de l'art numérique interactif et de la réalité virtuelle, nous permet de creuser notre notion principale d'un point de vue philosophique, mais également technique et technologique. Si notre première partie est dédiée à la philosophie de l'acte collaboratif, alors notre deuxième partie se réfère plutôt à l'étude des sciences de la réalité virtuelle.

Deuxième partie :

La participation et l'interactivité dans une CVEA



Deuxième partie

La participation et l'interactivité dans une CVEA

Notre deuxième partie de thèse se consacre aux spécificités immersives et interactives de la collaboration en réalité virtuelle. Il est d'ailleurs important de préciser que cette dernière est un domaine de recherche convoquant un grand nombre de spécificités, qu'elles soient liées aux technologies immersives et interactives, ou bien à l'étude des comportements des utilisateurs immergés et interactifs. Aussi, nous tâcherons de présenter ces différentes études avec un regard artistique, notamment grâce à l'analyse de notre œuvre Creative Harmony. Dans un premier chapitre, nous proposerons donc de définir les différents termes de cette partie, à savoir l'interaction, l'interactivité et la réalité virtuelle collaborative.

Puis, notre deuxième chapitre se focalisera plus précisément sur les caractéristiques de l'immersion, notamment avec l'étude de l'environnement virtuel collaboratif (CVE). Nous proposerons ainsi de définir un environnement virtuel collaboratif artistique (CVEA) afin de déterminer ses enjeux dans un contexte d'œuvre d'art interactive, puis nous présenterons différents modèles de CVE, dans des rapports symétriques ou asymétriques, pour finir sur une analyse des sentiments liés à l'immersion, comme la présence, l'incarnation et l'awareness.

Dans notre troisième chapitre, nous nous intéresserons davantage aux modalités interactives présentes dans une CVEA. Dans un premier temps, nous tâcherons de comprendre l'importance de la communication entre les différents spectateurs, en proposant un modèle de communication spécifique à notre œuvre et sa performance par trois personnes simultanément. Ensuite, nous présenterons trois moyens d'améliorer la compréhension de l'interactivité, à savoir la voix off, l'affordance et les feedbacks, pour arriver à maîtriser le système interactif en trois étapes : appréhension, compréhension, improvisation. Enfin, nous développerons nos trois systèmes de captation du corps utilisés dans Creative Harmony : la position dans l'espace, les gestes de mains, l'intensité du souffle.

Notre dernier chapitre permettra de comprendre les concepts théoriques liés à Creative Harmony. Nous analyserons alors dans un premier temps les inspirations et corpus de l'œuvre, notamment la peinture romantique allemande et la théorie du Sublime développée par Burke. Puis, nous détaillerons les concepts des trois scènes de l'œuvre, pour finir sur l'étude des concepts généraux.

Chapitre 5

Définitions et cadre de recherche

Afin de comprendre précisément nos recherches autour de la réalité virtuelle dans un cadre artistique, nous souhaitons commencer par définir les termes récurrents à cette thèse. En effet, dans un souci de coordination des langages, il nous a semblé pertinent d'analyser les concepts liés au dispositif interactif, notamment car nous avons constaté certaines confusions, lors de la conception et du développement de notre œuvre, ou bien même durant notre état de l'art entre philosophie de l'art numérique et recherches scientifiques sur la réalité virtuelle.

Ainsi, dans la première partie de notre chapitre, nous proposerons de définir l'*interaction* et l'*interactivité*, pour ensuite comprendre notre usage de ces termes dans notre contexte de recherche.

Puis, dans un second temps, nous nous pencherons davantage sur la définition de la réalité virtuelle. En effet, son domaine de recherche étant vaste, tout comme ses déclinaisons artistiques, nous avons voulu nous créer une base conceptuelle sur laquelle nous appuyer pour la suite de notre thèse. Ainsi, nous proposerons une première définition de la réalité virtuelle, d'un point de vue scientifique informatique, mais également comme médium artistique. Nous présenterons ensuite les intérêts de la réalité virtuelle collaborative et ses enjeux lorsque plusieurs utilisateurs sont immergés et interactifs dans un même environnement virtuel, pour finir sur une description de l'immersion.

5.1 Définitions d'interaction, d'interactivité, d'interactif

Quelle est la différence entre l'interaction et l'interactivité ? Qu'entend-on par système interactif ? Comment employer ces termes selon les domaines de recherche dans lesquels nous travaillons ?

Si un travail collaboratif interdisciplinaire demande une coordination des langages pour avancer correctement dans le processus de développement, c'est justement parce que, selon ces domaines, certains termes peuvent être employés différemment. C'est ce que nous avons constaté avec l'*interaction* et l'*interactivité*, qui s'emploient différemment dans les sciences de la réalité virtuelle et dans la philosophie des arts numériques. D'ailleurs, au sein même de cette dernière communauté, l'interactivité est souvent débattue entre les spécialistes.

Nous avons donc tenté un état de l'art de ces différents concepts afin de pouvoir les définir, et donc les différencier selon nos cas d'usage. Dans cette première partie de chapitre, nous proposerons donc d'analyser l'interaction et l'interactivité dans leurs domaines de recherche respectifs, pour en donner une définition précise, basée sur plusieurs théories. Nous nous attarderons également sur l'adjectif *interactif* souvent confondu par son lien direct entre les deux premiers mots étudiés. Enfin, nous éclaircirons notre utilisation de l'ensemble des termes définis dans une partie dédiée à leurs usages respectifs dans notre travail.

5.1.1 Interaction

Définition d'interaction

Selon le Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales, l'interaction c'est : « *1.Action réciproque de deux ou plusieurs objets, de deux ou plusieurs phénomènes. 2.Intervention de deux ou plusieurs gènes non allélomorphes dans la production d'un caractère, ou, en d'autres termes, interaction de deux ou plusieurs gènes. 3.Action réciproque qu'exercent entre eux des êtres, des personnes et des groupes.* » [1] Ainsi, on pourrait dire qu'on observe ici l'action de deux individus (ou plus) ou un individu et un objet (ou plus) effectuée l'un sur l'autre, de manière réciproque. Pour aller plus loin, Guéneau reprend la définition de 1876 : « *Interaction (1876) (de "inter" et "action") réciproque interdépendance. Influence réciproque de deux phénomènes, de deux personnes.* » [2] Il est intéressant dans un premier temps de constater le terme de réciprocité qui intervient dans toutes les définitions. En effet, dans un rapport d'interaction, chaque élément a un rapport à l'autre, et lorsque le premier agit, le deuxième répond de manière réciproque. Cette idée est assez évidente à imaginer dans le cadre d'une conversation classique par exemple, où une première personne pose une question, et la deuxième (ou le groupe) y répond.

Il faudrait citer alors Ahmed pour davantage compléter cette première définition : « *Dans les sciences sociales, l'interaction fait référence à la relation réciproque entre deux ou plusieurs personnes (Duncan 1989) qui, dans une situation donnée, adaptent mutuellement leur comportement et leurs actions les unes aux autres. Les partenaires impliqués dans une interaction sont situés à proximité physique immédiate et une forme d'interaction symbolique existe, conduisant à un échange et une négociation mutuels autour du sens dans ce contexte social (Jensen 1998).* [3] » [4] Cette précision du domaine des sciences sociales est importante dans notre cas d'étude, puisque c'est la raison pour laquelle nous définissons interaction et interactivité.

1. `https://www.cnrtl.fr/definition/interaction`. Consulté le 19/12/2024.
2. Catherine Guéneau, « L'interactivité : une définition introuvable », in : *Communication & langages* 145.*1* (2005), p. 117-129.
3. Traduit de l'auteur : In social science, interaction refers to the reciprocal relationship between two or more people (Duncan 1989) who, in a given situation, mutually adapt their behavior and actions to each other. Partners involved in interaction are located in close physical proximity and some form of symbolic interaction exists which leads to a mutual exchange and negotiation regarding meaning in that social context (Jensen 1998).
4. Ahmed, « Interaction and interactivity : in the context of digital interactive art installation », *op. cit.*

Pour continuer, Trognon présente différentes utilisations de l'interaction selon son champ d'application : « *On la retrouvera donc : 1/ en mathématiques et plus précisément en statistiques où existe un test d'interaction (l'analyse de la variance) ; 2/ dans les sciences de la nature : en biologie, "interaction" désigne l'ensemble des relations qui s'établissent entre deux ou plusieurs organismes coexistant dans un biotope ; la physique ordonne l'ensemble des phénomènes physiques actuellement connus sous quatre types d'interaction, faible, forte ou nucléaire, électromagnétique, et gravitationnelle ; 3/ enfin dans les sciences humaines et sociales et dans la philosophie.* » [5] Et concernant le dernier point, il ajoute : « *C'est autour des années 1930 (Kerbrat-Orecchioni, 1990 : 55-73 ; Trognon, 1991a) qu'apparaissent les premières élaboration substantielles de la notion d'interaction : en philosophie, avec Gardiner ; en sociologie, avec Schütz ; en linguistique, avec Bakhtine ; en psychologie avec G. H. Mead, Vygotsky et le "jeune" Piaget (Perret-Clermont et Brossard, 1988 ; Doise, 1985, 1988 ; Mugny, 1985). La notion prendra ensuite une tournure plus technique dans les années 1950 en psychologie sociale expérimentale des groupes restreints (Bales, Homans) et peu après en psychologie clinique (Ecole de Palo Alto). Elle s'affinera encore davantage, sous la double influence des évolutions technologiques et théoriques (Trognon, 1991a) : sociologie (courant ethnométhodologique et "analyse conversationnelle"), pragmatique et épistémologie (Jacques, 1985) y prenant la plus grande part.* » [6] Cette idée d'interaction a donc été théorisée dans tous les domaines étudiant les relations entre l'homme et son environnement, et particulièrement en philosophie à travers plusieurs courants de pensée comme la subjectivité et l'intersubjectivité.

Au final, il est important de préciser les caractères intrinsèques à l'interaction, au-delà de son idée de relation que nous venons de présenter. Comme le résume Trognon, l'interaction c'est tout d'abord une action accomplie au moyen de l'émission d'un message, et une séquence d'actions. [7] Il faut donc voir ici l'interaction comme une action exercée individuellement vers un objet ciblé, compris dans la relation créée par cette même action. Ainsi, nous pourrions dire que l'interaction émerge de l'action exercée sur l'autre, créant ainsi un cadre interactif pouvant évoluer dans le temps (avec l'arrivée d'une nouvelle personne ou en ciblant une action vers un nouvel objet, qui répondra réciproquement par une action).

5. Alain Trognon, « L'interaction en général : sujets, groupes, cognitions, représentations sociales », in : *Connexions* 57.*1* (1991), p. 9-26.
6. *Ibid.*
7. *Ibid.*

Néanmoins, l'interaction est également utilisée dans le domaine de la communication et des médias pour parler du lien entre le message médiatique et son récepteur, ou encore dans les sciences informatiques comme nous l'étudions ici. Et concernant son usage dans les technologies de l'information, Ahmed décrit : « *Le concept d'interaction dans les technologies de l'information fait référence à la relation entre les humains et les machines, connue sous le nom d'interaction homme-machine ou interaction utilisateur-machine.* [...] *Ainsi, l'interaction dans le contexte des technologies de l'information ou de l'informatique désigne le processus qui se produit lorsqu'un utilisateur humain interagit avec une machine dans le but d'influencer son traitement. Bien que la nature réciproque de l'interaction soit reprise du sens des sciences sociales, en informatique, elle ne fait pas référence à une interaction entre deux personnes, mais plutôt à une interaction entre une machine et un utilisateur.* [8] » [9] Le domaine des sciences de l'informatique ont donc établi une étude spécifique de cette interaction entre l'homme et la machine, appelée soit Human-Computer Interaction (HCI) ou Interaction Humain-Machine (IHM). Et c'est bien cette vision de la relation que nous allons étudier ici, dans notre contexte de recherche. Pour préciser cela, nous pouvons reprendre les propos de Julia quant à Nigay et Coutaz : « *Les motivations de l'IHM verseront pourtant au caractère opératoire des recherches, quand Laurence Nigay et Joëlle Coutaz mentionneront plus tard que « l'interaction [...] est le fruit du couplage étroit entre action et réaction, entre entrée et sortie [d'informations] »* » [10] Ainsi, l'interaction dans l'informatique, c'est bien la relation, le couplage, entre un individu et une machine, où les deux s'échangent des données en entrée et en sortie, sous forme d'action et de réaction.

Maintenant que nous avons tenté de présenter une définition globale de l'interaction, nous souhaiterions nous intéresser à son utilisation dans le domaine de l'IHM. Même si les sciences de la réalité virtuelle utilisent leur propre point de vue sur l'interaction, il nous semble intéressant de comprendre l'évolution du terme dans l'histoire des sciences

8. Traduit de l'auteur : The concept of interaction in information technology refers to the relationship between people and machines, which is known as human computer interaction or man-machine interaction. *[...]* Thus, 'interaction' in the context of information technology or computer science refers to the process that takes place when a human user interacts with the machine with a goal to influence its processing. Though the reciprocity nature of interaction is taken from the social science sense, but in informatics it does not refer to the interaction between two persons, rather it refers to the interaction between a machine and a user.

9. Ahmed, « Interaction and interactivity : in the context of digital interactive art installation », *op. cit.*

10. Jean-Thierry Julia, « Interactivité, modes d'emploi : Réflexions préliminaires à la notion de document interactif », in : *Documentaliste-Sciences de l'information* 40.*3* (2003), p. 204-212.

de l'informatique.

Interaction Homme-Machine (IHM)

L'Interaction Homme-Machine (IHM) est un domaine de recherche et d'expérimentation qui débute dès le début des années 1980, tout d'abord en se penchant sur les sciences informatiques, avec les sciences cognitives et l'étude des comportements humains. Carroll, qui reprend l'évolution de cette étude avec un point de vue large, explique ceci : « *Bien que le domaine académique initial de l'IHM fût l'informatique, et que son objectif principal fût les applications de productivité personnelle, principalement l'édition de texte et les tableurs, ce domaine s'est constamment diversifié et a dépassé toutes les frontières. Il s'est rapidement étendu pour englober la visualisation, les systèmes d'information, les systèmes collaboratifs, le processus de développement de systèmes, et de nombreux domaines du design.* [11] » [12] C'est d'ailleurs cette évolution qui permet aujourd'hui de parler d'IHM dans une thèse de sciences humaines comme la nôtre aujourd'hui. L'étude du comportement relationnel entre l'individu et l'ordinateur a évolué avec la société qui utilise de plus en plus d'interfaces interactives. De même, nous retrouvons des croisements entre des études IHM et celles en arts numériques.

Pour comprendre précisément le fonctionnement d'un rapport IHM, nous pouvons reprendre le concept de Proctor : « *L'interaction humain-ordinateur (IHM) est fondamentalement une tâche de traitement de l'information. Lorsqu'il interagit avec un ordinateur, l'utilisateur a en tête des objectifs spécifiques et des sous-objectifs. L'utilisateur initie l'interaction en donnant à l'ordinateur des commandes visant à atteindre ces objectifs. Ces commandes peuvent activer des programmes logiciels conçus pour permettre l'exécution de types de tâches spécifiques, telles que le traitement de texte ou l'analyse statistique. La sortie de l'ordinateur, généralement affichée sur un écran, doit fournir des informations adéquates pour que l'utilisateur puisse compléter l'étape suivante, ou l'utilisateur*

11. Traduit de l'auteur : Although the original academic home for HCI was computer science, and its original focus was on personal productivity applications, mainly text editing and spreadsheets, the field has constantly diversified and outgrown all boundaries. It quickly expanded to encompass visualization, information systems, collaborative systems, the system development process, and many areas of design.

12. John M Carroll, « Human computer interaction (HCI) », in : *Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Aarhus : The Interaction Design Foundation* (2009).

doit saisir une autre commande pour obtenir la sortie souhaitée de l'ordinateur.[13] »[14] Dans le rapport relationnel, il y a donc d'un côté un utilisateur, ou dans notre cas un spectateur, qui propose une action en entrée, donnant à l'ordinateur des tâches à exécuter (un mouvement, une action sur une interface comme cliquer sur le bouton d'une souris), et de l'autre côté, l'ordinateur qui fournit des informations en sortie, relatives à l'action demandée (activer l'ouverture d'un fichier par exemple, à la suite d'un clique sur une souris). Le principe interactif dans ce cas est donc la continuité des actions envoyées en entrées par l'utilisateur et celles envoyées en sorties par l'ordinateur. L'IHM est donc l'étude de cette interaction dans le quotidien de l'utilisateur, soit de manière empirique en évaluant les exigences de traitement de l'information dans les tâches de l'utilisateur, soit avec des modèles computationnels qui sont développés pour caractériser le traitement de l'information humaine lors de l'interaction avec des ordinateurs.

Pour comprendre ce principe de boucle entre une entrée et une sortie, Bachmann propose un schéma présentant d'un côté les moyens liés à l'utilisateur pour créer une action d'entrée (cerveau, sens, membres actionneurs), et ceux liés à l'ordinateur pour recevoir cette action et y répondre (capteurs, ordinateur, interfaces visuelles et sonores) (voir Figure 5.1).

Pour expliquer cette idée, nous le citons : « *Le niveau humain couvre la définition de la tâche et l'exécution de la tâche via le système moteur ou vocal humain en tant qu'entrée pour le niveau de calcul. La sortie du niveau de calcul est reçue par les sens. Au niveau du calcul, l'entrée est reçue par certains capteurs d'entrée. L'entrée est traitée par un système informatique affectant son état actuel et une réponse est générée en utilisant, par exemple, des moniteurs, un affichage tête haute (HMD) ou une sortie audio.*[15] »[16]

13. Traduit de l'auteur : Human-computer interaction (HCI) is fundamentally an information-processing task. In interacting with a computer, a user has specific goals and subgoals in mind. The user initiates the interaction by giving the computer commands that are directed toward accomplishing those goals. The commands may activate software programs designed to allow specific types of tasks, such as word processing or statistical analysis to be performed. The resulting computer output, typically displayed on a screen, must provide adequate information for the user to complete the next step, or the user must enter another command to obtain the desired output from the computer.

14. Robert W Proctor et Kim-Phuong L Vu, « Human information processing : an overview for human-computer interaction », in : *The human-computer interaction handbook* (2007), p. 69-88.

15. Traduit de l'auteur : The human-layer covers task definition and task performance through the human motor or vocal system as input to the computation layer. Output from the computation layer is received through the senses. On the computation layer input is received through certain input sensors. Input is processed by a computer system affecting its current state and a response is created using e.g., monitors, Head-Mounted Display (HMD) or audio output.

16. Daniel Bachmann, Frank Weichert et Gerhard Rinkenauer, « Review of three-dimensional

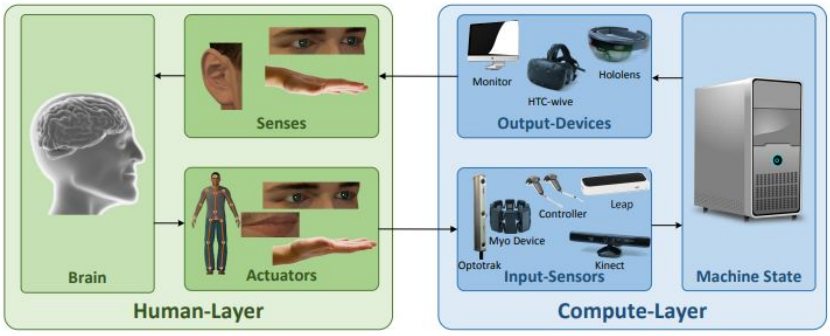


FIGURE 5.1 – Schéma de la boucle interactive de Bachmann

Ainsi, pour illustrer, prenons l'exemple d'un spectateur devant bouger sa main pour créer une ligne sur un écran vidéo projeté. Tout d'abord, le cerveau va concevoir le geste, qui sera traduit par la main. Cette main est captée dans l'espace par un capteur, comme la Kinect ou une manette. Ensuite, ces données captées sont envoyées par l'ordinateur qui va les traduire en résultat visuel. Ce résultat est envoyé au vidéo projecteur, permettant au spectateur de constater par ses yeux la réaction de l'ordinateur. Son cerveau va interpréter le résulter et créer une nouvelle action d'entrée. Et ainsi de suite pendant tout le temps de l'interaction.

Ainsi, dans l'interaction entre l'homme et la machine, et par la boucle d'actions et de réactions développée juste avant, il y a une communication qui s'opère entre les deux partis. Peu importe la tâche ou l'activité dans laquelle résulte l'interaction, il s'agira toujours d'une succession d'actions apportées par l'un sur l'autre, à la suite d'une première action faite. Cette étude de la communication est importante grâce à la notion d'*indépendance de l'interaction*. Marsh présente cela : « *Le concept clé permettant d'étudier la communication entre l'humain et l'ordinateur est appelé indépendance de l'interaction.* [...] *Chaque interaction comporte deux parties : le dialogue et l'interface. Selon un auteur (Hartson et Hix), un dialogue est "l'échange observable bidirectionnel de symboles et d'actions entre l'humain et l'ordinateur", tandis qu'une interface est "le logiciel de support et le matériel par lesquels cet échange se produit." En d'autres termes, un dialogue est un échange de*

human-computer interaction with focus on the leap motion controller », in : *Sensors* 18.7 (2018), p. 2194.

symboles, et une interface est un médium.[17] »[18] Ainsi, dans l'interaction, il faut prendre en compte deux éléments, à savoir l'échange en lui-même, comportant des actions entre l'humain et la machine, et la manière dont cet échange est possible (par le matériel informatique, l'interface, le système interactif). Par cela, ces deux visions permettent de comprendre l'étude de l'IHM dans sa globalité, avec d'une part les recherches sur les modèles de dialogue entre l'humain et la machine, et d'autre part les techniques d'interfaces entre l'humain et la machine.

Pour conclure sur la présentation de l'Interaction Homme-Machine, nous pourrions reprendre la définition synthétique de Sinha : « *L'INTERACTION HOMME-MACHINE (IHM) est une discipline qui concerne la conception, l'évaluation et la mise en œuvre de systèmes informatiques interactifs pour l'utilisation humaine, ainsi que l'étude des principaux phénomènes qui les entourent.*[19] ».[20] Par le constat de cette interaction, son application par l'œuvre et son étude, nous tenterons donc de comprendre comment un spectateur interagit avec un environnement virtuel collaboratif. C'est pour cela que nous présenterons les spécificités de l'interaction dans la réalité virtuelle dans notre prochaine sous-partie.

17. Traduit de l'auteur : The key concept that allows one to study the communication between human and computer is termed interaction independence. *[...]* Each interaction has two parts : dialog and interface. According to one author (Hartson and Hix), a dialog is "the observable two-way exchange of symbols and actions between human and computer," while an interface is "the supporting software and the hardware through which this exchange occurs." In other words, a dialog is an exchange of symbols, and an interface is a medium.

18. Shaun Marsh, « Human computer interaction : an operational definition », in : *ACM SIGCHI Bulletin* 22.*1* (1990), p. 16-22.

19. Traduit de l'auteur : HUMAN COMPUTER INTERACTION is a discipline concerned with the design, evaluation and implementation of interactive computing systems for human use and with the study of major phenomena surrounding them.

20. Gaurav Sinha, Rahul Shahi et Mani Shankar, « Human computer interaction », in : *2010 3rd International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology*, IEEE, 2010, p. 1-4.

Interactions en réalité virtuelle

La réalité virtuelle, que nous définirons plus précisément en 5.2.1, provoque intrinsèquement des interactions entre l'utilisateur et l'ordinateur. Des sciences de l'informatique aux sciences cognitives, en passant par les arts numériques, toute utilisation de la réalité virtuelle amène forcément à l'étude des interactions entre l'utilisateur et le dispositif interactif.

Comme le définit le programme SIGCHI de l'ACM pour l'Interaction Homme-Ordinateur : « *l'IHM est une discipline qui concerne la conception, l'évaluation et la mise en œuvre de systèmes informatiques interactifs pour l'utilisation humaine et l'étude des phénomènes majeurs qui les entourent.* [21] » [22] Dans le cadre de la réalité virtuelle, cette pluralité des formes de l'IHM est concrètement concevable par la mise en place d'un dispositif VR, par la mise en place d'un principe interactif composé de capteurs et de règles d'équivalences entre actions de l'utilisateur et réactions de l'ordinateur, et enfin par l'étude et l'analyse des résultats de l'interaction. Ces résultats permettront ensuite de définir des systèmes fonctionnels permettant des schémas d'interactions concluantes entre l'homme et la machine.

Il est tout de même important de préciser qu'aujourd'hui, l'étude de la réalité virtuelle (VR) et l'étude de l'Interaction Homme-Machine (IHM) sont deux domaines de recherche distincts. La réalité virtuelle étudie les rapports entre utilisateur et dispositif interactif, mais sous l'angle précis des dispositifs d'immersion et d'interaction. Aussi, si précédemment nous développions l'interaction sous l'angle de l'IHM, puisque cela a été sa base d'étude, nous parlerons désormais d'interaction sous le biais de la réalité virtuelle.

Pour être plus précis sur les formes d'interaction qui existent en réalité virtuelle, nous pouvons citer Valérie Gouranton qui se base sur les théories de Bowman : « *L'interaction est une modalité essentielle en* [réalités étendues] [23]*. Les principales classes d'interaction définies selon Bowman sont la navigation, l'interaction avec l'environnement virtuel et l'interaction avec l'application. 1.Navigation : cette interaction, en lien avec le point de vue de l'utilisateur, est fondamentale car elle est la principale et, malheureusement, parfois la seule interaction avec l'univers virtuel. Dans ce cas, l'utilisateur interagit avec la caméra*

21. Traduit de l'auteur : HCI is a discipline concerned with the design, evaluation and implementation of interactive computing systems for human use and with the study of major phenomena surrounding them

22. Thomas T Hewett et al., *ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction*, ACM, 1992.

23. Terme utilisé pour désigner l'ensemble des réalités mixtes, augmentées et virtuelles

liée à son point de vue. 2.Interaction avec l'environnement virtuel : cette famille d'interactions est liée à la modification des caractéristiques de certains objets qui appartiennent à la simulation de l'environnement virtuel (sélection ou manipulation). 3.Interaction avec l'application : cette famille d'interactions est liée à la modification des propriétés de l'application RX à travers des objets de dialogue qui ne sont pas liés à la simulation. »[24] Ainsi, en reprenant le principe de boucle proposé précédemment par Bachmann, l'utilisateur possède plusieurs moyens pour interagir avec le dispositif RX (réalité étendue). Tout d'abord, il peut se déplacer dans l'espace virtuel et interagir avec la caméra pour voir un monde en 360°. Ainsi, l'ensemble de son corps est convoqué par cette première forme d'interaction. Deuxièmement, il peut manipuler, modifier les éléments composant le monde virtuel, par l'utilisation de ses mains par exemple. Troisièmement, il peut interagir avec l'application même, exécuter des commandes, ouvrir des menus, changer des options qui ne sont pas de l'ordre de l'environnement virtuel[25]. Encore une fois, tout cela passe par le triple facteur relationnel entre le corps, sa représentation virtuelle et la manière dont il est capté.

Pour schématiser tout cela, nous pouvons reprendre la figure de Gouranton quant à l'interaction entre un individu et un dispositif interactif en réalité virtuelle (voir Figure 5.2).

D'un côté, une personne propose une action en entrée d'interaction, qui sera analysée par tout un système interactif basé sur un scénario. Ce scénario, préconçu par l'équipe de développement en amont, est le cadre des possibles réactions que l'ordinateur a pour répondre aux actions de l'individu. Selon les entrées, il pourra déterminer des feedbacks, des retours visuels et/ou sonores en sortie. L'utilisateur pourra donc les percevoir, les analyser, prendre une décision en fonction, et proposer de nouvelles actions. Bien entendu, ce schéma peut être répété pour chaque nombre de participants immergés dans l'environnement virtuel interactif.

Egalement, concernant les interfaces utilisées pour capter les actions des utilisateurs, Philippe Fuchs en présente trois types : « *Les interfaces sensorielles informent l'utilisateur par ses sens de l'évolution du monde virtuel. Les interfaces motrices informent l'ordinateur*

24. Valérie Gouranton, « Modèles et Outils pour la Production d'Applications de RX, Focus sur le Patrimoine Culturel (HdR) », thèse de doct., Université Rennes 1, 2022, p. 2.

25. Joseph J LaViola Jr et al., *3D user interfaces : theory and practice*, Addison-Wesley Professional, 2017.

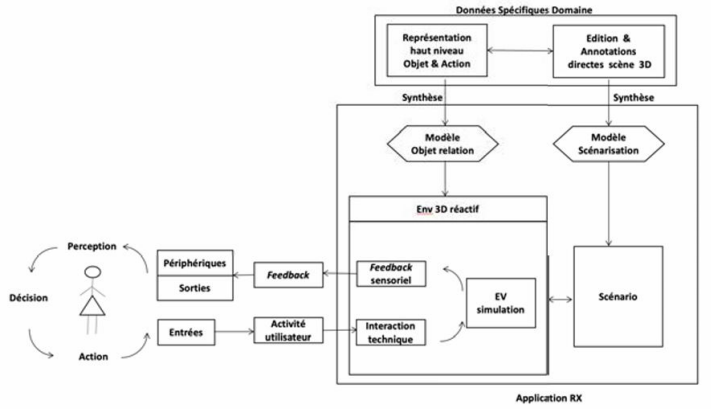


FIG. 3 – *Schéma général de notre cadre d'étude*

FIGURE 5.2 – Schéma d'étude de l'interaction entre un utilisateur et un dispositif de réalité virtuelle.

des actions motrices de l'homme sur le monde virtuel. Les interfaces sensori-motrices informent dans les deux sens. »[26] Un schéma du même auteur permet de résumer ces différentes interfaces humaines (Voir Figure 5.3)

Ainsi, selon les situations liées à l'environnement virtuel, l'utilisateur pourra utiliser soit des interfaces sensorielles liées à la vue ou à l'ouïe, soit des interfaces motrices intervenant sur le système musculaire, soit encore des interfaces sensorimotrices faisant intervenir les deux catégories de perception (c'est le cas par exemple pour les interfaces à retour d'effort).

Enfin, à travers les trois types d'interactions que présentait Bowman, Fuchs présente l'idée des Primitives Comportementales Virtuelles (PCV), à savoir des comportements de base liés à l'immersion et l'interaction du spectateur dans l'environnement virtuel.[28] Celles-ci se regroupent en quatre catégories : 1.Observer le monde virtuel ; 2.Se déplacer dans le monde virtuel ; 3.Agir sur le monde virtuel ; 4.Communiquer avec autrui ou avec l'application pour son contrôle. Ces différentes PCV font intervenir différents types d'interaction chez l'utilisateur, et en même temps différentes interfaces, comme nous l'avons précédemment dit. Cependant, il nous semble intéressant ici de s'arrêter sur l'idée de communication avec autrui. En effet, cette possibilité d'interaction (cette fois-ci entre un humain vers un humain, par le biais de l'ordinateur) amène à un nouveau niveau de

26. Philippe FUCHS, Guillaume MOREAU et Jean-Marie BURKHARDT, *Le traité de la réalité virtuelle Volume 2-L'interfaçage : l'immersion et l'interaction en environnement virtuel*, 2006, p. 8.
28. *Ibid.*, p. 13.

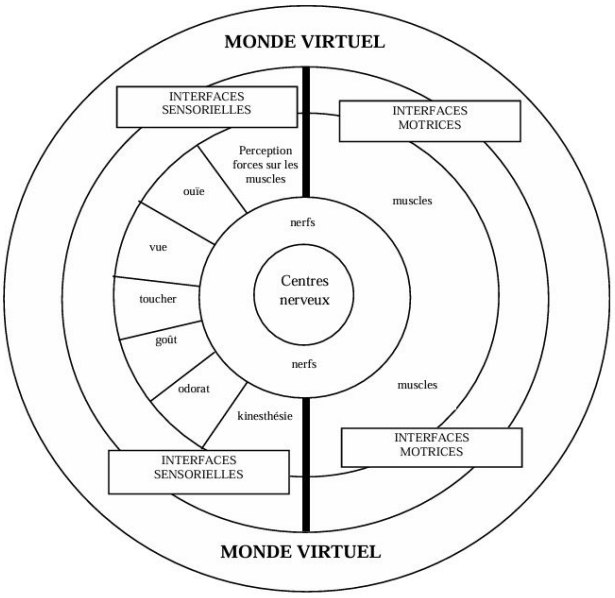


FIGURE 5.3 – Philippe Fuchs, schéma anthropocentrique de la perception du monde virtuel par l'homme [27]

complexité dans le rapport interactif entre les différents intervenants. Si plusieurs personnes sont immergées et interagissent avec le monde virtuel, il faut imaginer plusieurs formes d'interaction dans un même schéma interactif global. En effet, chaque utilisateur est lui-même en interaction avec l'environnement, mais également, en interaction avec d'autres utilisateurs. Et par ces différentes interactions, les interfaces sensori-motrices seront utilisées différemment, selon les volontés de chaque utilisateur durant la performance. Autrement dit, dans notre cas, si un spectateur interagit avec l'environnement pour créer des montagnes par ses mouvements de mains, captés par des manettes, il n'agira pas de la même manière que s'il veut interagir avec un autre spectateur, toujours par ses mouvements de mains pour représenter ses gestes dans l'espace, toujours par la captation des manettes, mais cette fois-ci avec une intention différentes, probablement des gestes différents, avec des significations différentes.

Au final, nous pourrions dire qu'il y a autant de formes d'interactions possibles entre l'individu et la machine qu'il y a de formes de captations possibles des actions proposées en entrée, et donc autant de systèmes de réactions créés par les développeurs pour l'ordinateur en sortie.

Maintenant que nous avons présenté l'idée d'interaction, d'un point de vue large, et

du point de vue spécifique des sciences de la réalité virtuelle, il nous est intéressant de comprendre le terme d'interactivité. La définition de ces deux termes nous permettrait de comprendre ainsi le lien qu'ils entretiennent ensemble, du moins dans notre cas d'œuvre en réalité virtuelle collaborative, et ainsi éviter de potentielles confusions dans leur emploi.

5.1.2 Interactivité

« *L'interactivité est alors une manière de matériau à mettre en forme, à travailler dans sa transparence ou son opacité, dans sa fluidité ou sa rigidité. La puissance dramatique du virtuel réside dans cet appel à être actualisé, dans le désir d'accès, de déclenchement, d'exploration et de découverte.* » [29] Si cette citation de Boissier permet de concevoir l'interactivité comme un matériau, c'est bien parce que l'interactivité est fondamentale à l'art numérique interactif, et qu'elle en dégage toute une puissance narrative qu'il est important de comprendre ici.

Il ne s'agit pas de donner une nouvelle définition de l'interactivité, puisque le terme a largement été exploré dans la littérature scientifique française et internationale, provoquant des accords et des désaccords sur ce qu'elle engage. Nous souhaitons plutôt croiser certaines de ces définitions afin de se placer quant à la différence d'usage des termes "interaction" et "interactivité".

Concernant le terme d'interactivité, Ahmed propose une vision d'ensemble quant à son utilisation selon les domaines d'activité : « *Comme nous l'avons noté dans l'article, le concept d'interactivité dans l'art numérique interactif est influencé par les concepts d'interactivité de plusieurs domaines tels que : les artefacts médiatiques, les nouveaux médias, l'art numérique et l'art interactif. Nous avons remarqué que l'approche et la profondeur de l'interactivité varient d'un domaine à l'autre. Dans le contexte des artefacts médiatiques, l'interaction fait référence à un certain contrôle de l'utilisateur sur l'artefact médiatique, tandis que dans les artefacts de nouveaux médias hautement interactifs, l'interactivité fait référence à la capacité de l'utilisateur à créer et distribuer du contenu. Dans l'art numérique, elle fait référence au contrôle de l'utilisateur sur le traitement ou la sortie du système, tandis que dans l'art interactif pur, elle fait référence à la participation de l'utilisateur et à son rôle en tant que partie intégrante de l'œuvre. Ces variations sont liées aux diverses significations de l'interaction que nous avons trouvées dans différentes disciplines, par exemple : le contrôle d'un processus, la réciprocité, la communication via*

29. Jean-Louis Boissier, *La relation comme forme. L'interactivité en art*, Presses du réel et Mamco, 2009, p. 145.

un média et l'interprétation de certaines communications.[30] »[31] Ce point de vue général mais non exhaustif montre la complication à généraliser un terme, tant son utilisation et son sens se différencient selon son domaine d'application.

Aussi, nous allons tenter ici de donner un cadre de l'interactivité dans notre recherche-création. Pour bien comprendre notre définition, et en quoi ce terme se différencie de l'interaction, nous ferons une analyse en plusieurs étapes. Tout d'abord, nous tenterons de présenter une définition propre à notre étude, grâce à plusieurs exemples de chercheurs. Ensuite, nous donnerons les caractéristiques liées à ce terme d'interactivité, ses concepts théoriques, notamment avec un regard sur l'art numérique interactif. Puis, justement, il s'agira de comprendre ce que signifie l'adjectif interactif, souvent confondu dans l'interaction et l'interactivité. Enfin, nous proposerons une analyse comparative de l'interaction et de l'interactivité dans notre travail de recherche-création.

30. Traduit de l'auteur : As we have noticed in the article, the concept of interactivity in digital interactive art gets the influence of interactivity concepts from several fields like : media artefacts, new media, digital art and interactive art. We have noticed that the approach and depth of interactivity changes from field to field. In the context of media artefacts, interaction refers to some sort of user control over the media artefact, whereas in highly interactive new media artefacts interactivity refers to user's ability to the creation and distribution of contents. In digital art, it refers to user's control over the processing or the output of the system, whereas in pure interactive art it refers to user's participation and being a part of the artwork. These variations are linked to the various meanings of interaction that we have found in different disciplines for example, control over a process, reciprocity, communication via a media, and interpretation of some communication.

31. Ahmed, « Interaction and interactivity : in the context of digital interactive art installation », *op. cit.*

Définition de l'interactivité

Tentons ici de comprendre une définition de l'interactivité correspondant à notre cadre d'étude.

Si l'on reprend tout d'abord la définition du Petit Robert analysée par Guéneau : « *Définition : "Interactivité n.f. (1982 : de l'interactif) : activité de dialogue entre un individu et une information fournie par une machine". (Petit Robert, 1992) L'adjectif interactif y est défini comme un terme strictement informatique : "Qui permet d'utiliser le mode conversationnel". Interactivité (*interactivity *en anglais) apparaîtrait initialement dans le registre de la langue française pour désigner une caractéristique technique propre à l'informatique dérivée d'un mode de programme spécifique appelé conversationnel.*[32] » Nous pouvons déduire que l'interactivité est un état relationnel entre une personne et une information donnée par l'ordinateur, et que cette relation devient conversationnel par définition.

Le dictionnaire Larousse définit l'interactivité comme ceci : « *1.Qualité d'un logiciel dont l'exécution prend constamment en compte les informations fournies par l'utilisateur. 2.Caractère d'un média interactif.* »[33] Ici, la définition n'est plus centrée sur la relation entre l'individu et le programme, mais plutôt sur la caractéristique du logiciel à répondre en permanence aux actions de l'utilisateur, tout en étant un adjectif qualifiant la fonction d'un objet interactif.

Ces deux définitions sont différentes mais semblent correspondre à ce que l'on recherche à travers cette thèse. Nous parlons d'interactivité lorsqu'il y a un mode conversationnel entre un individu et un programme, lorsque ce programme évolue avec les actions de l'utilisateur, et également pour qualifier le programme lui-même.

Le dictionnaire Merriam-Webster, cité par Ahmed, définit le terme comme :« *(i) « Mutuellement ou réciproquement actif » ; (ii) Impliquant les actions ou les entrées d'un utilisateur ; en particulier : « relatif à un système de communication électronique bidirectionnel qui implique des ordres ou des réponses de l'utilisateur ». Le dictionnaire Oxford English Dictionary le définit comme : « (se dit de deux personnes ou choses) influençant l'un l'autre ». Il inclut également une définition du point de vue de l'informatique : « Permettant un flux bidirectionnel d'informations entre un ordinateur et un utilisateur ;*

32. Guéneau, « L'interactivité : une définition introuvable », *op. cit.*
33. Dictionnaire en ligne Larousse : `https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/interactivit%C3%A9/43598`. Consulté le 18/12/2024.

répondant aux entrées d'un utilisateur.[34] » »[35] Il est important ici de préciser que l'interactivité se précise par son point de vue informatique, lié à l'informatique. Nous excluons donc le rapport entre deux personnes dans un modèle interactif (basé sur l'interactivité).

Pour aller plus loin, si Vidalenc et Bouzidi voient l'interactivité comme une « *action mutuelle entre l'utilisateur et l'ordinateur* »[36], et le système interactif comme : « *à partir duquel l'utilisateur peut percevoir des données multimédias et agir sur le système* », Smuts dit ceci de l'interactif : « *Je soutiens que pour qu'une chose soit interactive, elle doit être réactive d'une manière ni totalement contrôlable, ni totalement aléatoire.*[37] »[38] Ici, il nous semble intéressant de pointer l'équilibre de l'interactivité dans un rapport ni de contrôle, ni d'aléatoire. Cela engage l'idée que le spectre relationnel entre l'individu et l'ordinateur est large, probablement propre à chacun, et qu'il fonctionne grâce à un équilibre important entre le contrôle et l'aléatoire. Autrement dit, il n'y aurait pas de rapport conversationnel interactif si l'un des deux acteurs de l'équation avait le contrôle, ou répondrait sans aucune logique aux actions du premier.

A travers ces quelques exemples, nous pourrions tenter de synthétiser en disant que l'interactivité est le rapport relationnel entre un individu et un programme informatique, engageant, par leurs actions mutuelles de l'un envers l'autre, un état conversationnel. Ce rapport dialogique n'existe que dans la citation engageant une personne d'un côté, et un ordinateur/logiciel/programme de l'autre, car tous deux doivent avoir la capacité de recevoir des informations et d'y répondre. De plus, la relation conversationnelle engagée ici doit être équilibrée dans l'équation contrôle-aléatoire, sans jamais arriver dans l'un des extrêmes. Dans le cas contraire, l'interactivité ne fonctionne pas (non pas d'un point

34. Traduit de l'auteur : The concept of interactivity extends from the concept of 'interaction'. Interactivity refers to the extent to which something is interactive. The Merriam Webster dictionary defines interactive as (i) "mutually or reciprocally active", or (ii) involving the actions or input of a user ; especially : of, relating to, or being a two-way electronic communication system that involves a user's orders or responses. Oxford English dictionary defines it as, "(of two people or things) influencing each other". It also includes a definition from the viewpoint of computing as below : "Allowing a two-way flow of information between a computer and a computer user ; responding to a user's input".

35. Ahmed, « Interaction and interactivity : in the context of digital interactive art installation », *op. cit.*

36. Isabelle Vidalenc et Laid Bouzidi, « Nouvelle approche de conception de systèmes d'information multimédias centrée sur la distinction entre les données conceptuelles et les données sensibles », in : *Collection UL 3* (1999), p. 265-274.

37. Traduit de l'auteur : I argue that to be interactive, something must be responsive in a way that is neither completely controllable nor completely random.

38. Aaron Smuts, « What is interactivity ? », in : *The Journal of Aesthetic Education* 43.*4* (2009), p. 53-73.

de vue technique, mais dans le concept de relation et d'échange). Enfin, nous pouvons également dire qu'interactif, venant de l'interactivité, est un adjectif qualifiant un objet, conçu comme tel par son créateur. C'est-à-dire que la personne qui conçoit le programme le veut interactif, et donc programme un rapport d'interactivité avec son futur utilisateur.

Il est important ici de comprendre le double statut que confère l'interactivité. C'est dans un premier temps un rapport relationnel, donc basé sur le temps d'utilisation de l'utilisateur, mais également une définition liée à l'objet en lui-même. Ainsi, dans notre cas, nous pourrions dire que l'œuvre Creative Harmony se base sur l'interactivité, elle est interactive puisqu'elle a été conçue comme telle, avec des objectifs liés à l'interactivité. Mais c'est également un rapport relationnel, conversationnel, dialogique avec les différents spectateurs. D'un côté, l'interactivité touche le concept de l'œuvre, de l'autre, elle touche son rapport avec le spectateur dans la performance.

Pour aller plus loin, nous pouvons reprendre les recherches de Château qui évoque deux interactivités : l'interactivité transitive et l'interactivité intransitive : « *la première* [agit] *comme rétroaction, action effective du téléspectateur en retour sur le programme ; la seconde permettant « de déployer une activité sensorielle, affective et intellectuelle, au service de l'interprétation du message.* »[39] Ici, il est important de comprendre la double action de l'interactivité. Tout d'abord, elle est le mode conversationnel que nous décrivons depuis le début. Ensuite, elle est le moyen d'interprétation de l'individu sur le programme, le rapport intellectuel qui permet une activité sensorielle. A travers cela, il nous semble qu'il y a un enjeu majeur de l'interactivité dans notre cas d'étude artistique. Au-delà de la relation collaborative entre le spectateur et le programme (puisque le deux participent à l'expérience globale de l'œuvre), il y a, dans le spectre interactif, le propos artistique qui fait découler une interprétation chez le spectateur. Autrement dit, à une première échelle, le spectateur interagit avec le programme pour créer l'œuvre (interactivité transitive), et à une deuxième échelle, beaucoup plus large, le spectateur accède au propos artistique par cet échange sensoriel (interactivité intransitive). Il y a donc ici un point déterminant de l'art numérique, qui est la capacité d'un artiste à émettre des messages, des émotions, son point de vue, à travers l'interactivité qu'il a programmée. Aussi, nous pouvons avancer que l'interactivité n'est pas que le mode dialogique, mais également le concept de l'œuvre, le propos, le cadre théorique, le champ des possibles pour le spectateur.

Enfin, Weissberg propose de revenir sur la notion d'interactivité développée pendant les années 80, en y apportant quelques précisions et critiques. Il envisage le terme d'inter-

39. Dominique Chateau, « L'effet zapping », in : *Communications* 51.*1* (1990), p. 45-55.

activité sous trois angles différents. Tout d'abord, l'interactivité est le rapport d'échange de langage contre du langage. Weissberg y voit une « *catégorie de la communication, c'est-à-dire un mode singulier de commerce entre des subjectivités et des supports obéissant à des contraintes particulières, dont leur "programmicité", au sens informatique du terme, est certainement le principal.* [...] *L'interactivité est alors considérée à la fois comme auto-communication et comme méta-communication : Auto-communication : message, histoire, récit, parcours qu'on adresse à soi-même où le programme fonctionne comme un stimulateur de composition de rôle. Méta-communication : on actualise les programmes conçus par d'autres pour se fabriquer ses propres programmes d'écriture, de mise en scènes d'espaces, de circulation dans les récits, de consultation de banques d'informations, etc.* » [40] Ainsi, l'interactivité par le langage ne représente pas simplement le rapport écrit, codé, entre une entrée et une sortie, mais bien l'ensemble communicatif qui s'entoure de ces actions interactives. C'est également "l'héritage", le partage, la transmission des informations pour l'élaboration hybride de nouvelles créations interactives. La deuxième facette de l'interactivité proposée par Weissberg est la simulation corporelle, ou comme il l'appelle l'interactivité de commande, à savoir la situation où l'activité corporelle est directement l'objet de l'interaction. Ici, l'auteur présente le corps entier comme objet interactif permettant de se déplacer dans un environnement virtuel, comme dans les jeux vidéo, les visites virtuelles de villes ou de musées. Le corps est limité à ses données captées, dépendantes des technologies utilisées pour créer l'interactivité, mais en même temps ouvre de nouvelles possibilités interactives. Weissberg précise d'ailleurs : « *On pourrait évoquer les fameux "schèmes moteurs" situés à la frontière du corporel et du mental, que Bergson invoque pour établir sa théorie de la perception. Ce serait ces "sensations musculaires naissantes" qui régleraient notre présence dans ces univers, à la différence qu'il ne s'agit plus là seulement de perception mais aussi d'action.* ». [41] Enfin, le troisième axe de l'interactivité proposé se concentre sur les programmes génétiques qui « *s'ajustent à nos comportements et s'auto-définissent dans un rapport adaptatif.* ». [42] Ici, nous pouvons citer en exemple le récit interactif qui s'adapte en fonction des actions choisies par le *lectacteur*, le lecteur qui décide de la narration par ses actions.

Ces trois facettes de l'interactivité selon Weissberg sont pertinentes dans leur conception relationnelle entre un utilisateur dont le corps est capté et un programme interagissant

40. Jean-Louis Weissberg, *Présences à distance : déplacement virtuel et réseaux numériques : pourquoi nous ne croyons plus la télévision*, L'Harmattan Paris, 1999, p. 175.
41. *Ibid.*, p. 177.
42. *Ibid.*, p. 183.

avec ces entrées. Il faut y voir une relation plus vaste que le simple fait d'agir et de réagir par des entrées et des sorties. L'interactivité convoque le langage, mais également le corps dans sa totalité, physique et cognitif. C'est en cela que nous pensons que l'intention artistique fait partie prenante du rapport interactif. Enfin, l'auteur met en avant une dernière notion importante à la compréhension du terme que nous définissons ici, c'est le rapport évolutif, caractéristique que nous tenterons de définir dans notre prochaine partie.

Caractéristiques de l'interactivité

Nous le disions, l'interactivité est un rapport dialogique entre un utilisateur et un programme. Reprenons les termes de Guéneau qui explique plus précisément les origines de ce concept : « *Le terme "dialogue" en conférant une "humanité" virtuelle à la machine s'inscrit dans le lignage direct de la cybernétique, de même que le passage du technique au social s'effectue par le biais de la notion centrale de communication. A travers le double héritage de la cybernétique et de la micro-informatique, l'interactivité se présente comme le symbole d'un nouveau type de communication à l'interface "machinique".* » [43] Le terme d'interactivité est concrètement théorisé dans les années 80, notamment par la publication *Interactivité(s)*, parue en 1985, numéro du *Bulletin de l'IDATE*. Il tient, comme le dit Guéneau, ses origines dans la continuité de la cybernétique et de la micro-informatique. Cependant, depuis son objet d'étude, de nombreuses formes d'interactivité ont été proposées, sans pour autant créer une unanimité. Encore une fois, il s'agit pour nous de trouver un ensemble d'avis et de concepts qui englobent notre recherche liée à ce terme.

Dans une continuité de définition, et pour mieux comprendre le fonctionnement de l'interactivité, Paquelin présente ceci : « *La traduction française du terme anglais interactivity définit l'interactivité comme un type de relation entre deux systèmes qui fait que le comportement d'un système modifie le comportement de l'autre (Notaise et al., 1995 : pp 479-481). Ainsi dans le sens homme/machine, le comportement de l'utilisateur par ses choix modifie le comportement du logiciel, et dans le sens machine/homme, le comportement de ce dernier modifie le comportement de l'homme. Par modification du système, nous pouvons comprendre modification de l'état initial du système qui traduit une certaine capacité de ce dernier à se modifier. La notion de dynamique semble alors liée à la notion d'interactivité.* » [44] Ainsi, la relation entre l'individu et le programme est évolutive grâce à leur double capacité d'envoyer des informations, et d'y répondre par de nouvelles informations. Dans ce rapport d'évolution, l'utilisateur modifie tout au long de l'expérience ses propositions, et donc son comportement, et dans l'autre sens, le programme intercepte ces données et y répond avec de nouvelles informations adaptées. Si l'on se réfère au cas de Creative Harmony, où le spectateur danse pour créer des montagnes, d'un côté, il va

43. Guéneau, « L'interactivité : une définition introuvable », *op. cit.*

44. Didier Paquelin, « Analyse d'applications multimédias pour un usage pédagogique. À la recherche de l'intentionnalité partagée », in : *Alsic. Apprentissage des Langues et Systèmes d'Information et de Communication* 5.*1* (2002), p. 3-32.

créer un premier geste, qui sera interprété par le programme sous la forme d'une montagne équivalente à la forme du geste, puis suite à cette réponse visuelle, le spectateur va créer un nouveau geste en fonction de ce qu'il a constaté lors du premier échange. Le programme va continuer à interpréter ces nouveaux gestes sans pour autant répéter la même forme de montagne, elle va adapter la nouvelle proposition avec ce qui existe déjà sur le terrain (en collant les montagnes, en arrondissant les bords de chaque montagne, en élevant la première montagne, ...). Ici, tout comme le décrit l'auteur, il y a une dynamique, que l'on considère sous plusieurs angles. Tout d'abord une dynamique sur l'évolution du rapport dans le temps - on considère l'évolution des comportements liés à la relation entre le spectateur et l'œuvre -, puis une dynamique dans l'impact physique que l'action de l'un a sur l'autre, enfin une dynamique directement liée aux mouvements du spectateur dans le rapport évolutif.

Pour aller plus loin, Guéneau propose de comprendre ce qu'englobe le concept d'interactivité : « *1.Modèle de réactivité (contenu fermé) : l'ordinateur émet une réaction qui prend la forme d'un message visuel et/ou sonore. Le programme effectue des calculs en fonction des données qu'il reçoit et réagit à des stimuli extérieurs mais il n'y a pas d'action réciproque. 2.Modèle d'inter-réactivité : les machines sont reliées entre elles, et réagissent en fonction des informations émises et reçues. Ex : internet. 3.Modèle d'interaction (contenu ouvert) : il s'agit d'une situation de communication et d'interaction entre les hommes, une "interaction instrumentée" par l'intermédiaire de systèmes informatisés / automatisés. Ex : Web avec chat, messagerie tel, téléphone, fax, télégraphe. Ces trois formes n'entretiennent pas de rapports exclusifs entre elles et peuvent se combiner. L'utilisation de la messagerie électronique sur le Web par exemple correspond au modèle d'interaction mais comprend également les deux autres modèles : réactivité avec l'utilisation d'un logiciel de messagerie et inter-réactivité pour l'envoi des messages par l'intermédiaire d'un réseau informatique. Tout se passe comme si le terme interactivité s'était substitué à ces différents modèles pour les englober en un seul. Le mot désigne alternativement ou même parfois simultanément réactivité, inter-réactivité et interaction.* » [45] L'interactivité comprendrait donc trois éléments relatifs à la dynamique relationnelle entre un individu et une machine : le modèle de réactivité (le programme répond aux gestes des spectateurs par sa capacité réactive), le modèle d'inter-réactivité (dans notre cas, les différents spectateurs sont reliés au même environnement virtuel interactif et le programme s'adapte à

45. Guéneau, « L'interactivité : une définition introuvable », *op. cit.*

chaque spectateur), le modèle d'interaction (les spectateurs peuvent communiquer entre eux par le biais d'avatars et de simulation de leurs gestes). Et, comme le précise l'auteur, ces trois modèles peuvent être alternatifs ou bien simultanés selon le rapport relationnel, et nous pouvons même avancer, selon le modèle interactif que l'auteur développe en amont pour le spectateur en aval. Cependant, nous ne pensons pas que ces trois modèles soient omniprésents dans toutes les œuvres numériques interactives. En effet, le modèle d'interaction, qui a un contenu ouvert, n'est possible que si l'œuvre est collaborative dans sa performance, que si elle est pluri-utilisateurs, comme c'est le cas avec le Web ou avec notre œuvre Creative Harmony. Ou bien alors, il faudrait comprendre dans ce mode d'interaction, la communication indirecte entre l'auteur et le spectateur, par le biais du message artistique, véhiculé par l'interactivité comme nous l'avons vu précédemment. Néanmoins, sur ce dernier point, la temporalité indirecte entre l'auteur et le spectateur casse avec le concept de réactivité en temps réel propre à l'interactivité. Ici encore, nous observons cette définition sous le spectre de notre œuvre, où le troisième modèle fonctionne, nous laissons donc le débat ouvert au lecteur. Là où nous rejoignons totalement les propos de Guéneau, c'est sur l'idée que l'interactivité comprend beaucoup plus qu'un rapport relationnel. Nous l'avons dit juste avant, le message de l'artiste, le propos de l'œuvre, la volonté artistique sont transportés jusqu'au spectateur par l'interactivité, par ce qui fait l'œuvre dans son concept.

Concernant ce dernier point, Barchechath propose de différencier l'interactivité fonctionnelle de l'interactivité intentionnelle : « *L'interactivité fonctionnelle : elle concerne la partie du logiciel qui établit et gère le protocole de communication entre l'utilisateur et le hardware. Il s'agit des protocoles de communication liés à la recherche, à la restitution et à la capture d'information, c'est-à-dire à la logique et à l'ergonomie des échanges d'information : vitesse et facilité d'usage, "user- friendliness", périphériques de saisie, couleur, définition des écrans, (...) L'interactivité intentionnelle : elle concerne la partie du logiciel qui établit et gère le protocole de communication entre l'utilisateur et l'auteur du logiciel. L'auteur n'est pas présent sur le lieu de l'échange, mais à travers le logiciel, il participe à la communication. L'interactivité intentionnelle renvoie donc aux protocoles de communication.* » [46] Ici, nous retrouvons l'idée de Château concernant la dissociation de deux fonctions ou caractéristiques de l'interactivité. D'un côté fonctionnel, il y a l'in-

46. É Barchechath et S Pouts-Lajus, « Les attentes des utilisateurs », in : *Colloque Synapse, Montpellier*, 1991.

teractivité plus précise, liée au fonctionnement de l'œuvre, à la captation du spectateur et à la réaction de l'œuvre. Le spectateur est en interactivité avec le paysage, il doit danser pour créer des montagnes. Et dans tout ça, il y a les capteurs et systèmes programmés pour arriver à ces moyens de communication. Ces interactivités sont décidées et conçues par l'auteur en amont pour créer l'expérience interactive. De l'autre côté intentionnel, il y a le propos artistique, la volonté de l'artiste à travers le dispositif interactif, ce qu'il veut que le spectateur vive par le corps et l'échange interactif (l'interactivité avec l'œuvre dans sa globalité). L'œuvre est interactive car elle se base sur un principe de participation mutuelle du spectateur et de l'œuvre. L'un répond à l'autre. Il s'agit aussi, dans notre cas, des choix artistiques pour arriver à faire évoluer et interagir le spectateur. Ainsi, faire interagir un spectateur, c'est d'un côté lui faire émerger l'envie d'interagir, en passant par des dispositifs artistiques (danser grâce à la musique et à l'imitation), mais également pouvoir capter son interactivité grâce à des capteurs et des processus codés. Et le rôle de l'auteur en amont est bien de réfléchir son interactivité sous ces deux aspects. D'abord d'un point de vue artistique par sa volonté, ce qu'il veut apporter au spectateur lors de la performance, à travers son travail, mais également d'un point de vue technique, technologique, en utilisant des moyens de captation et d'interactivité dépendant du propos artistique.

Enfin, pour comprendre le processus d'interactivité relationnelle entre un utilisateur et un programme, nous pouvons reprendre les idées de Paquelin : « *L'interactivité est alors un élément de la communication entre deux systèmes dont les statuts évoluent et se succèdent : le système agi et le système agissant. Cet échange se fait selon un processus action-traitement-réaction. L'action de l'un génère un traitement chez l'autre qui réagit selon des règles fixées par le concepteur pour l'un, et qui, pour l'autre, réagit selon ses connaissances, et ses motivations dans un processus d'interprétation de la résultante de son action et d'intégration aux actions antérieures.* »[47] Il nous semble intéressant par ces propos de replacer le rôle de l'auteur dans cette relation entre le spectateur et l'œuvre. Effectivement, ce sont bien les actions de ces deux derniers qui permettent l'évaluation de leur comportement respectif dans le processus interactif. Cependant, si le programme génère des actions qui répondent aux données captées du spectateur, c'est bien l'auteur en amont qui programme les règles de ces actions générées. C'est lui qui programme un

47. Paquelin, « Analyse d'applications multimédias pour un usage pédagogique. À la recherche de l'intentionnalité partagée », *op. cit.*

champ des possibles, des règles d'équivalence entre le geste et le résultat virtuel. C'est également l'auteur qui fournit un cadre d'action chez le spectateur, même si ce dernier est libre de se créer un tout nouveau cadre non anticipé au préalable. Du côté du spectateur justement, il a la capacité de répondre aux actions du programme grâce à ses connaissances personnelles, son univers, ses émotions, ses envies. Alors, son rôle est de mettre en place un grand ensemble de règles pour le programme, pouvant s'adapter à un large spectre d'actions proposées par les spectateurs. Plus les règles englobent de possibilités, plus les spectateurs se sentiront libres d'explorer et d'interpréter la relation interactive avec le programme.

Pour conclure sur cette idée de relation, Paquelin propose un schéma relationnel entre l'utilisateur et le programme [48] (voir 5.4).

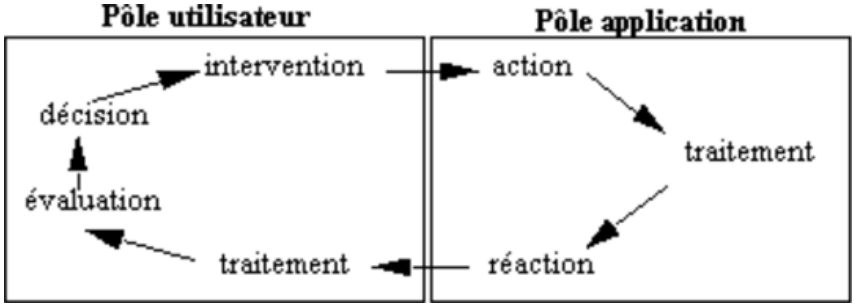


FIGURE 5.4 – Schéma du cycle de l'interactivité proposé par Paquelin.

D'un côté, un utilisateur intervient sur le programme par un geste, une action. Le programme réceptionne cette action grâce à une série de capteurs et de dispositifs, il traite cette action, et provoque une réaction visuelle et/ou sonore. L'utilisateur va réceptionner, percevoir cette réaction, il va l'évaluer, l'analyser, l'interpréter, lui provoquant une décision de nouvelle intervention. Toute cette relation tourne en boucle énactive et comprend à chaque cycle une adaptation de chaque acteur, créant ainsi la relation évolutive qu'on a présentée, le tout en temps réel. Dans le cadre d'une œuvre collaborative dans son expérience, il faut multiplier cette boucle par le nombre de spectateurs, avec en point central toujours le même programme. Ce qui va changer ici, c'est la perception des actions des autres sur l'œuvre qui peut jouer dans l'étape d'évaluation et de décision du spectateur. Pour illustrer ceci, imaginons un spectateur A et un spectateur B qui interagissent avec le paysage génératif P. Si le spectateur A propose une action, le paysage P va proposer une

48. *Ibid.*

réaction. Le spectateur B, qui lui-même provoque une action et en reçoit une réaction, peut également percevoir la réaction de P pour l'action de A. Ainsi, dans sa décision, il aura évalué d'un côté la perception de la réaction de sa propre action sur P, mais également la perception de la réaction de P quant à l'action de A. Sa nouvelle intervention aura donc évolué grâce à la perception des deux réactions faites par le programme.

Si nous résumons les caractéristiques de l'interactivité que nous venons de voir, nous pouvons dire qu'elle est un processus relationnel évolutif et dynamique entre l'utilisateur et le programme. Ce dynamisme est à entendre sous plusieurs angles, que ce soit dans la vision large de l'évolution de la relation, mais également dans le principe physique d'action et de réaction par le mouvement. Aussi, l'interactivité, dans notre cas d'étude, comprend plusieurs modèles relationnels : le modèle de réactivité, le modèle d'inter-réactivité et le modèle d'inter-action. Enfin, l'interactivité est composée de deux formes principales : la première comprend le principe de captation et d'interprétation des actions de l'utilisateur par le programme, tout comme la capacité de réaction. La deuxième forme est plus large, il s'agit de la communication entre l'auteur et l'utilisateur par l'interactivité, c'est-à-dire la transmission du propos artistique, de la volonté de l'auteur à travers le rapport interactif, vers le spectateur. Si le premier point est pragmatiquement compréhensible et concevable puisqu'il se base sur des éléments tangibles et concrets, il faut concevoir le deuxième point comme quelque chose de théorique, d'intrinsèque à l'interactivité et à la volonté de l'auteur.

C'est justement cette vision théorique de l'interactivité, ce qu'elle engage dans l'art numérique auprès du spectateur, qui nous intéresse ici. L'interactivité a été un moyen de réfléchir à la place de l'image dans l'œuvre numérique, et donc au rôle du spectateur face à l'œuvre. Comme le précise Marie-Hélène Tramus : « *L'interactivité apportait à l'image une dimension nouvelle : la capacité de dialoguer avec elle, de converser au cours même de sa réalisation (on parlait également de "mode conversationnel"), ce qui permettait au créateur d'exercer sur elle une action immédiate. Mais ce qui offrait aussi la possibilité d'interagir avec elle plus tard. Présente dès la fabrication de l'image, modifiant considérablement sa réception, l'interactivité est une caractéristique fondamentale de l'image numérique. L'augmentation notable de la puissance des ordinateurs, a permis ensuite à cette image, si longue à calculer au début, de s'afficher et d'interagir en temps réel.* » [49] Dans un rapport à l'œuvre, il y a avec l'émergence de l'interactivité, la possibilité absolument novatrice de

49. Marie-Hélène Tramus, « Les artistes et la réalité, des parcours croisés », in : *Intellectica* 45.*1* (2007), p. 129-142.

laisser au spectateur la possibilité d'intervenir sur l'image, de la modifier, mais également de la faire émerger. Si Guéneau présente l'activité du spectateur comme ceci : « *Toute activité "spectatorielle" participe à la re-scénarisation des images projetées, à une re-création imaginaire du flux audiovisuel, qu'elle corresponde ou non à l'intentionnalité de l'auteur. Un processus qui vaut non seulement pour l'image mais pour tout mode de lecture, qu'il soit littéraire, poétique, ou plus largement artistique* »[50], c'est bien pour préciser ce qu'est le caractère interprétatif du spectateur. Cependant, ici, et comme nous l'avons largement développé en première partie de thèse, le spectateur n'est plus séparé de l'acte de création de l'œuvre, il est compris dans ce processus grâce à l'interactivité, à son interprétation. Ce n'est donc plus une "re-création imaginaire du flux audiovisuel", mais bien une intervention décisionnelle dans le processus de flux audiovisuel, grâce à l'interactivité.

Nous avons donc défini notre vision de l'interactivité, dans son concept et ses caractéristiques. Cependant, il existe une confusion encore très présente dans les recherches que nous avons explorées, liée au terme d'interactif. Nous souhaiterions donc étudier davantage ce concept pour tenter de comprendre son sens dans notre travail.

50. Guéneau, « L'interactivité : une définition introuvable », *op. cit.*

Dispositif interactif

La confusion que l'on peut faire quant à l'interprétation du terme interactif vient du fait qu'une interaction est interactive, mais qu'une interactivité est également interactive. Ainsi, lorsque nous parlons d'un objet interactif, nous pouvons aisément confondre dans son interprétation. Cela a d'ailleurs été récurrent dans l'état de l'art de l'interactivité qui a été fait ici, d'autant plus lorsque le texte est anglophone.

Tout d'abord, il nous semble important de rappeler le cadre de l'interactivité, qui est spécifique à la relation entre un individu et une machine. Comme le précise Julia dans ses recherches sur l'interactivité : « *Nous proposerons d'entendre pour les termes « interactif » et « interactivité », les interprétations suivantes, notamment conformes aux contributions jusque-là mentionnées : un dispositif sera dit « interactif » quand il sera susceptible d'être le siège d'une interaction avec l'homme ; l'« interactivité » mentionnera la qualité d'un tel dispositif. Ainsi, à ce point de notre développement et pour deuxième contribution à la notion, nous proposerons qu'un dispositif puisse être qualifié d'« interactif » quand il est susceptible de simuler une interaction réelle ; l'interactivité marquera cette disposition technique à simuler une telle interaction.* » [51] Un dispositif est donc interactif lorsqu'il met en relation, comme nous l'avons étudié précédemment, une personne et un programme informatique, créant ainsi l'interactivité. Ce dispositif interactif doit également avoir la capacité à évoluer, au même titre que l'individu, dans ce rapport relationnel, pour répondre à l'un des critères principaux que nous avons développé précédemment.

Egalement, Pochon et Grossen qualifient un dispositif interactif lorsque « [...] *ni l'homme, ni la machine ne sont passifs à leurs actions réciproques et* [que] *leur activité respective crée un espace interactif original.* » [52] Encore une fois, nous retrouvons ici cette condition du dynamisme et de l'évolution de la relation par l'action entre le spectateur et l'œuvre interactive. Il est intéressant ici de s'arrêter sur le terme *original*. En effet, nous pouvons dire que chaque interactivité liée à chaque spectateur est unique dans l'espace-temps que compose l'expérience de l'œuvre. La performance d'une œuvre, ou l'interactivité entre un spectateur et le dispositif artistique, ou encore "l'espace interactif" comme appelé ici, est singulière à chaque existence, originale à chaque actualisation, unique à chaque performance. Et cela même dans un principe de groupe. Chaque spectateur vit son propre

51. Julia, « Interactivité, modes d'emploi : Réflexions préliminaires à la notion de document interactif », *op. cit.*

52. Luc-Olivier Pochon et Michèle Grossen Peretti, « Définition d'un espace interactif pour aborder l'étude de l'utilisation de l'ordinateur », in : *Cahiers de Psychologie et éducation 31* (1994), p. 27-47.

rapport interactif avec l'œuvre, même s'il fait partie d'un même groupe vivant la même expérience de l'œuvre dans un instant précis. Également, chaque interactivité de groupe (comme nous avons donné l'exemple précédemment avec un spectateur B qui interprète la réaction de P sur son geste mais également sur celui de A), est propre à chaque performance de l'œuvre, et ne peut être répétée avec un autre groupe.

C'est justement dans cette capacité d'adaptation, d'unicité, d'originalité que le dispositif interactif est considéré comme un système ouvert, « *par opposition aux systèmes fermés* [...]*, entièrement décrit[s] par des algorithmes* » [53] Les actions et réactions du dispositif ne sont pas programmées en avance et de manière précise par l'auteur, mais plutôt régies par un champ de possibilité de réactions selon le type d'actions proposées par le spectateur. C'est en cela que l'on peut considérer le dispositif interactif comme ouvert, car il s'adapte à chaque spectateur, chaque utilisateur, chaque action. Et Paquelin complète cette idée : « *Une application est dite interactive quand l'utilisateur peut agir sur son déroulement en choisissant un cheminement qui lui est propre. Cette interactivité est plus ou moins importante et peut donc être graduée. Elle ne peut être définie hors de la technique qui lui donne sa véritable consistance, en ce sens où l'application demeure un système prédéterminé par les concepteurs.* [...] *En résumé, une application est dite interactive lorsqu'elle donne la possibilité à l'utilisateur d'agir sur son déroulement et de devenir co-auteur. Nous distinguons alors l'application source, résultat de la conception, du choix qui peut être fait par l'utilisateur.* » [54]. Le choix de l'utilisateur dans les actions est une condition importante pour cette ouverture du dispositif. C'est parce qu'il se sent libre d'explorer à sa manière la relation avec le dispositif que ce dernier est interactif, à comprendre dans une relation d'interactivité. Et c'est également en cela qu'on l'appelle co-auteur, ou pour reprendre Couchot, auteur-aval.

53. Julia, « Interactivité, modes d'emploi : Réflexions préliminaires à la notion de document interactif », *op. cit.*

54. Paquelin, « Analyse d'applications multimédias pour un usage pédagogique. À la recherche de l'intentionnalité partagée », *op. cit.*

5.1.3 Usages des termes

Ainsi, nous avons défini que l'interaction et l'interactivité sont tous deux des systèmes relationnels entre un individu et un ordinateur. Cependant, si l'interactivité se définit par la particularité d'être évolutive dans son échange, cela n'exclut pas l'idée que l'interaction le soit également.

Un premier point qui pourrait donc nous aider à comprendre leur particularité respective et donc éviter de les confondre, c'est les conditions de l'interactivité. Nous pouvons reprendre l'idée de Smuts par laquelle l'interactivité se caractérise par une relation comprise dans un rapport contrôle - manipulation : « *La réactivité fait partie de l'interactivité, mais ce n'est pas l'intégralité du concept. Il existe deux dimensions de la réactivité selon lesquelles l'interactivité peut être mesurée : son degré et son type. Dans un sens du terme, « réactivité » indique la quantité de sortie par entrée, mesurée en vitesse et en intensité. Dire qu'une voiture est très réactive signifie qu'elle répond rapidement à notre entrée ou qu'elle a la puissance d'accélérer sur demande. Cependant, en définissant l'interactivité, le type de réactivité est plus important que le degré. Comme le montrent les exemples de conversations pathologiques, on ne peut pas interagir avec quelque chose qui est complètement contrôlable, ni avec quelque chose qui répond de manière aléatoire, totalement imprévisible. Le type de réponse qu'un objet interactif fournit se situe quelque part entre contrôlable et purement aléatoire.*[55] »[56] Ainsi, l'une des caractéristiques premières qui dépend de l'interactivité, c'est bien cette idée que ni l'utilisateur, ni le programme ne peuvent avoir un contrôle sur l'autre, et par la même, doivent répondre à chacun d'eux d'une manière suffisamment logique pour être perçue, comprise et interprétée.

Un autre point qui peut aider à différencier interaction et interactivité dans leur usage, c'est tout simplement leur terminologie. En effet, si l'interaction dépend de l'action et de la réaction, l'interactivité dépend elle de l'activité et de la réactivité. De ce point de vue,

55. Traduit de l'auteur : Responsiveness is part of interactivity, but it is not the entire story. There are two dimensions of responsiveness along which interactivity can be measured : its degree and its type. In one sense of the term, "responsiveness" indicates the amount of output per input, gauged in speed and intensity. To say that a car is very responsive means that it responds quickly to our input or has the power to accelerate on demand. In defining interactivity, however, the type of responsiveness is more important than the degree. As the examples of pathological conversations show, one cannot interact with something that is completely controllable, nor can one interact with something that responds in random, completely unpredictable ways. The kind of response an interactive thing gives is somewhere between controllable and just random.

56. Smuts, « What is interactivity ? », *op. cit.*

il nous semble plus aisé de comprendre une différence entre action et activité. Le premier est un ensemble sensible, proprioceptif, basé sur une décision, ayant pour but d'agir sur un environnement, tandis que le deuxième est un ensemble d'actions, un champ d'action inscrit dans un domaine, un espace-temps précis. Ainsi, nous pourrions dire que l'activité est le contexte d'action d'une personne par rapport à un environnement, à un contexte précis.

Concernant la réactivité, Guéneau écrit ceci : « *La notion de réactivité appartient au domaine techno-scientifique, elle s'entend au sens d'une aptitude à réagir, d'une capacité à répondre à des stimulation externes. Elle se différencie fondamentalement de l'activité puisque son existence dépend d'une stimulation extérieure. La notion de réactivité exclut l'initiative, elle fonctionne toujours sur le mode stimulus-réponse.* »[57] Encore une fois, nous retrouvons bien dans la réactivité cette idée de capacité, de possibilité, il s'agit d'un concept plus théorique, là où la réaction est l'action faite en fonction d'un événement.

Smuts vient enrichir cette idée, en parlant de non-détermination de la réponse en avance : « *Une bonne explication de la différence est que l'interactivité est un type de réactivité où la réponse n'est pas entièrement déterminable. En ce sens, la plupart des instruments de musique peuvent être considérés comme interactifs : seul un virtuose peut faire en sorte qu'un instrument fasse exactement ce qu'elle veut, parfois. À l'inverse, les lecteurs de disques, les lecteurs DVD, Internet, les égaliseurs stéréo et les téléviseurs ne sont pas interactifs, car leurs réponses sont complètement déterminables, à l'exception des dysfonctionnements matériels ou logiciels.*[58] »[59] S'il est important de préciser que pour nous, généraliser un instrument de musique comme interactif (au sens d'interactivité) est un non-sens par l'absence d'informatique dans la plupart des instruments (informatique qui est fondamentale à l'interactivité), il y a dans cette explication de Smuts un point central qui différencie l'interactivité de l'interaction, c'est toujours ce champ des possibles de la réponse, dépendant de l'action de l'un sur l'autre. Il y a de l'indéterminisme dans l'interactivité puisque les deux partis ont la faculté d'interpréter librement (dans un champ des possibles prévu presque entièrement par l'auteur en amont), et c'est justement cette évolution qui permet l'enrichissement permanent dans la boucle action-perception-action.

57. Guéneau, « L'interactivité : une définition introuvable », *op. cit.*

58. Traduit de l'auteur : A good account of the difference is that interactivity is a type of responsiveness where the response is not completely determinable. In this sense, most musical instruments are plausibly thought to be interactive : only a virtuoso can get an instrument to do exactly what she wants some of the time. Conversely, record players, DVD players, the Internet, stereo equalizers, and TVs are not interactive since their responses are completely determinable, absent of hardware or software malfunctions.

59. Smuts, « What is interactivity ? », *op. cit.*

Et Guéneau va plus loin en disant : « *Toute lecture audiovisuelle engage une participation émotive, sensorielle et intellectuelle chez le spectateur.* [...] *L'activité "spectatorielle" se mesure en terme de scénarisation active (ouverte) plus qu'en terme de réception-consommation de documents audiovisuels clos.* »[60] Il y a donc, dans le contexte des arts numériques interactifs, cette différence majeure entre l'interaction et l'interactivité, puisque c'est par cette dernière que le spectateur accède au message de l'artiste et donc à l'interprétation intellectuelle. C'est par l'interactivité qu'il accède au concept scénaristique, dans un processus actif ouvert (la réponse n'est pas définie à l'avance).

Ainsi, suite à toutes nos définitions et présentations de concepts, nous pourrions avancer cette idée : dans notre contexte de recherche-création, nous parlons d'interactivité lorsqu'il y a un rapport relationnel ouvert entre un spectateur et une œuvre virtuelle interactive. C'est par la communication évolutive entre ces deux partis que le discours artistique est véhiculé de l'auteur au spectateur. L'interactivité est donc le concept de l'œuvre, la manière dont elle est pensée et créée par l'auteur, en fonctionne des futurs spectateurs. L'interaction, c'est la manière dont l'interactivité est pragmatiquement développée. C'est le lien informatique, technologique, technique qui relie le spectateur à l'œuvre. Par exemple, un spectateur est en interactivité avec le paysage dans la mesure où il danse pour créer des montagnes. Pour cela, il est en interaction entre sa main, la manette qui capte ses gestes, et le programme qui interprète ses actions d'entrée pour créer des montagnes en sortie.

Là où l'interactivité correspond à la nature de l'échange relationnel, l'interaction est ici le moyen d'y parvenir. Pour créer une boucle relationnelle interactive et évolutive entre le spectateur et le paysage, il y a les interactions mises en place : couplage main réelle / main virtuelle / interface interactive (manette). Pour éviter une confusion avec ce que nous disions avant sur l'interactivité fonctionnelle qui comprend le système interactif en lui-même, ici, les éléments liés à l'interaction sont purement techniques pour arriver à des fins artistiques. Cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas d'intention artistique à travers le travail de développement des interactions. Le choix des couleurs, des captations, des capteurs, tout cela est évidemment du travail de réflexion lié à l'auteur-amont. Cependant, tout comme en peinture traditionnelle, il y a des choix artistiques qui sont pratiques (prendre un jaune différent qu'un autre pour améliorer la sensation de lumière par exemple), et donc qui relèveraient métaphoriquement de l'interaction, et des choix purement artistiques

60. Guéneau, « L'interactivité : une définition introuvable », *op. cit.*

théoriques comme le message figuré à travers la représentation.

Enfin, il nous semble vraiment important de préciser ceci : entre l'interaction et l'interactivité dans une œuvre numérique interactive, il n'y a pas de rapport dominant. L'interactivité (et donc le propos de l'auteur) a besoin de l'interaction pour exister, et l'interaction est l'application pragmatique de l'interactivité. Les deux éléments sont nécessaires à l'existence de l'œuvre, et participent tous les deux à l'expérience esthétique du spectateur. Nous pensons même que c'est justement par cette double nécessité qu'ils sont souvent confondus.

5.2 Réalité virtuelle collaborative

Nous le disions, les recherches sur la réalité virtuelle sont vastes par sa multitude de composantes. Elle l'est d'autant plus lorsqu'elle est utilisée pour créer des œuvres immersives et interactives. Ainsi, nous tenterons de comprendre, dans cette partie de chapitre, ce qui se caractéristique de la réalité virtuelle lorsqu'elle est collaborative, c'est-à-dire lorsque plusieurs personnes doivent interagir ensemble dans un même environnement virtuel.

Dans un premier temps, nous proposerons donc de définir la réalité virtuelle d'un point de vue général, puis apporterons une définition artistique, invitant à réfléchir sur l'idée de médium d'expression pour les artistes. Puis nous nous intéresserons plus précisément à l'enjeu collaboratif de la réalité virtuelle, en tentant de comprendre les évolutions des environnements pour y accueillir plusieurs personnes simultanément. Enfin, nous proposerons une étude de la question de l'immersion comme enjeu technique pour faire vivre une expérience de réalité virtuelle.

5.2.1 Définition de la réalité virtuelle dans un domaine artistique

La réalité virtuelle (VR, de l'anglais *Virtual Reality*), est basée sur différents éléments liés à l'utilisateur, à l'immersion et à l'interaction. Philippe Fuchs en propose une définition qui résume cela : « *La finalité de la réalité virtuelle est de permettre à une personne (ou à plusieurs) une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel.* » [61] Tout d'abord, l'auteur parle de la réception, de l'utilisation du dispositif informatique par le, ou dans notre cas, les utilisateurs. Ensuite, il définit cette interaction comme une activité sensori-motrice et cognitive, donc en présentant l'impact du dispositif sur l'utilisateur, et leur relation interactive que nous avons précédemment étudiée. Enfin, Fuchs présente la modalité de représentation, de simulation de l'environnement virtuel, et donc ses potentielles utilisations. La VR, selon Fuchs, c'est donc d'abord un dispositif interactif en relation avec un utilisateur, lui faisant avoir des interactions par son activité sensori-motrice et cognitive, mais c'est également un environnement numérique immersif, entièrement créé numériquement, pouvant avoir autant de formes que d'utilisations spécifiques.

Pour préciser l'aspect scientifique de la VR, Fuchs propose également cette définition : « *La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'informatique (1) et des interfaces comportementales (2) en vue de simuler dans un monde virtuel (3) le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel (4) entre elles et avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle (5) par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs.* » [62] Ici, nous avons une vision davantage basée sur la vision informatique, présentant les aspects comportementaux du dispositif, mais également la présentation des modalités de la VR, qui sont l'immersion et l'interaction. Dans notre cas, et selon ces définitions, nous retiendrons principalement l'idée que la réalité virtuelle convoque l'immersion et l'interaction, mais également l'activité sensori-motrice dans l'acte interactif, et le monde numérique imaginaire.

Ainsi, la réalité virtuelle se base sur l'étude de trois points majeurs : l'utilisateur (point de vue anthropocentrique), les périphériques d'interaction (point de vue technocentrique), l'ordinateur (point de vue ordinateurcentrique). Par ces trois sections, nous retrouvons la

61. Fuchs, Moreau et Burkhardt, *Le traité de la réalité virtuelle Volume 2-L'interfaçage : l'immersion et l'interaction en environnement virtuel*, *op. cit.*

62. *Ibid.*

boucle interactive précédemment développée, avec l'utilisateur qui entre une action par le périphérique d'interaction, qui va être analysée par l'ordinateur, qui renverra une réponse en sortie par le périphérique interactif, et qui sera perçue par l'utilisateur. Et donc, dans la recherche en réalité virtuelle, les scientifiques se spécialisent généralement dans l'une, ou bien parfois dans plusieurs de ces trois sections.

Dans l'utilisation de la réalité virtuelle en arts numériques, ces trois domaines de recherche sont également des préoccupations pour les artistes. Une œuvre en réalité virtuelle convoque forcément le point de vue utilisateur (spectateur), des périphériques d'interaction (interactivité) et de l'ordinateur (support du dispositif artistique interactif). Cependant, les degrés d'implication, de volonté et de recherche peuvent varier. Par exemple, dans notre cas avec Creative Harmony, l'étude a été principalement menée sur l'expérience du spectateur, et donc anthropocentrée, mais une grande part de développement s'est centrée sur les modalités interactives, avec l'utilisation du corps entier comme moyen interactif, et donc de création pour le spectateur immergé. En contrepartie, les questionnements liés à l'ordinateur comme les modèles de calculs étaient minoritaires face à l'ensemble des réflexions de l'œuvre. Cette balance ou volonté d'intérêt dans ces trois sections évolue forcément selon les artistes, leurs idées et volontés. Les questionnements et recherches sont propres à chacun et présentent justement tout l'intérêt de l'utilisation de la réalité virtuelle dans un domaine artistique. La pluralité des points de vue permet de présenter l'important champ des possibles des systèmes immersifs et interactifs en arts numériques.

Afin de tenter de donner une définition qui nous est propre, par rapport à notre domaine des arts numériques, il nous faut prendre en compte de nouveaux points de vue sur la réalité virtuelle. Par exemple, Bryson propose ceci : « *Je propose la définition suivante de la réalité virtuelle (VR), basée sur les effets marquants d'un bon système de VR : « La réalité virtuelle est l'utilisation de la technologie informatique pour créer l'effet d'un monde tridimensionnel interactif dans lequel les objets donnent une impression de présence spatiale.*[63] »[64] Si le point de vue est très centré sur la technologie, il est intéressant d'y reconnaître une présentation de l'impression suscitée par la VR, le concept de présence, mais également d'illusion de l'environnement virtuel. Cette question d'illusion

63. Traduit de l'auteur : I propose the following definition of VR, based on the striking effects of a good VR system : "Virtual Reality is the use of computer technology to create the effect of an interactive three-dimensional world in which the objects have a sense of spatial presence.

64. Steve Bryson, « Virtual reality : A definition history-a personal essay », in : *arXiv preprint arXiv :1312.4322* (2013).

a d'ailleurs été étudiée par Judith Guez dans sa thèse [65].

Egalement, nous pourrions reprendre une autre définition de la réalité virtuelle, proposée par Burdea et al. en 1993 et citée par Domingues : « *Dans la communauté française de la RV, nous pouvons citer la définition proposée par Burdea et associés en 1993 ([Burdea and Coiffet, 1993]). Ils ont introduit trois composantes à prendre en compte pour permettre à un utilisateur d'interagir en temps réel dans l'environnement virtuel. Ces composantes sont l'Immersion, l'Interaction et l'Imagination.* » [66]

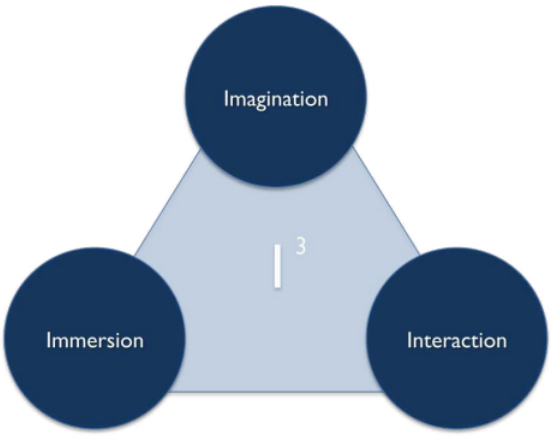


FIGURE 5.5 – Modèle des trois I de la réalité virtuelle : Immersion, Interaction, Imagination.

La figure 5.5 [67] présente cette conception de Burdea et Coiffet avec les trois I : Immersion, Interaction, Imagination. C'est justement cette inclusion de l'imagination qui nous intéresse ici, même si elle n'est pas forcément utilisée comme les auteurs l'entendaient. Mais dans une œuvre en réalité virtuelle, la question de l'imagination est véritablement importante, et dans les deux temporalités qui engagent le dispositif. Tout d'abord, du point de vue de l'auteur, l'imagination est la naissance de l'œuvre, c'est la raison de son existence, mais également de tout le moment du faire, de toute la temporalité du développement. Également, l'imagination existe dans l'acte de performance, dans le principe d'interactivité liée à l'improvisation du spectateur dans l'œuvre. Ainsi, dans l'acte interactif, il doit utiliser son imagination pour proposer de nouvelles actions, qui seront

65. Judith GUEZ, « Illusions entre le réel et le virtuel (IRV) comme nouvelles formes artistiques : présence et émerveillement », in : *Université Paris VIII* (2015).

66. Christophe DOMINGUES, « Interaction 3D collaborative en réalité virtuelle », thèse de doct., Université d'Evry-Val d'Essonne, 2010, p. 9.

67. GC BURDEA, *Virtual reality technology*, John Wiley & Sons, 2003.

interprétées par la machine, qui proposera de nouvelles réactions, qui seront interprétées par le spectateur. L'imagination est au cœur de la boucle enactive qui relie le performeur et l'œuvre, mais également au cœur de l'œuvre en réalité virtuelle. Elle en est, entre autres, son origine, son développement et son interprétation.

Ainsi, avant de donner notre définition de la réalité virtuelle en art, il faudrait tenter de définir la question du médium artistique. D'un point de vue de "domaine de création artistique", nous pourrions citer Greenberg : « *Il apparut rapidement que le domaine de compétences unique, propre à chaque art, coïncidait avec tout ce qui était unique dans la nature de son médium. La tâche de l'auto-critique consistait alors à éliminer, des effets spécifiques de chaque art, le moindre effet qui aurait éventuellement pu être emprunté à un autre médium, ou importé au travers du médium d'un autre art. Ainsi, chaque art serait rendu « pur » et trouverait dans sa « pureté » la garantie de son excellence ainsi que de son indépendance.* »[68] Ce qui fait qu'une œuvre dépend d'un médium, c'est par le fait que ses caractéristiques propres à son utilisation ne peuvent être transposées à un autre médium. L'auteur cite alors l'exemple de la peinture, qui a pour caractéristique fondamentale (du moins à l'époque de l'écriture du texte original), la création sur une toile plane bidimensionnelle, et cette caractéristique ne peut être transposée à la sculpture. Et c'est cette catégorisation des techniques qui permettrait à l'auto-critique d'être concrète et qualitative.

Cependant, nous constatons dans notre processus de création que la réalité virtuelle emprunte des techniques que l'on pourrait retrouver dans d'autres arts (peinture numérique, musique, danse, arts de la scène, performance, ...). Ainsi, il faudrait plutôt concevoir l'enjeu du mot médium. Rancière explique alors ceci : « *Dans le mot « médium », on entend d'abord « ce qui se tient entre » : entre une idée et sa réalisation, entre une chose et sa reproduction. Le médium apparaît ainsi comme une intermédiaire, comme le moyen d'une fin ou l'agent d'une opération.* [...] *Ce médium à la spécificité duquel il faut être fidèle n'est plus simplement l'instrument de l'art. Il devient la matérialité propre qui définit son essence.* »[69] Au-delà des caractéristiques liées à sa forme, il faut donc comprendre le médium sous un autre aspect, à savoir une représentation de l'idée, une forme concrète de l'objet venant de l'imagination, une matérialité du concept.

Le médium est donc ce qui catégorise le domaine d'action de l'artiste, de l'auteur dans

68. Clement Greenberg, « La peinture moderniste », in : *Appareil 17* (2016).
69. Jacques Rancière, « Ce que «medium» peut vouloir dire : l'exemple de la photographie », in : *Appareil 1* (2008).

notre cas, mais c'est aussi ce qui relie l'idée initiale de l'objet artistique. Pour compléter ces idées, McLuhan avance que « *tout prolongement technico-technologique de nous-même est un médium.* » [70] C'est donc bien par la technicité du spécialiste, auquel cas l'auteur, que le médium prend forme, comme le proposait précédemment Rancière. Cependant, il est important de préciser que toute création dépendant de technique et de technologie n'est pas forcément un médium, entendu par Greeberg comme un domaine de compétence. Ici, l'idée qui nous intéresse est bien que le terme de "médium" entend une technicité et une technologie particulière liée à ce médium. Par exemple, la peinture traditionnelle demande une technicité et une technologie liée à la peinture (pigment, pinceau, toile, ...).

McLuhan propose également de séparer le médium du message de l'artiste, en proposant d'un côté les moyens par lesquels l'artiste construit l'objet venant de son imaginaire, et d'un autre côté, les décisions personnelles qu'il prend et qu'il présente, par le biais du médium, afin de créer une œuvre véhiculant un message. Ainsi, le médium est le moyen, l'outil, qui permet à l'auteur de délivrer un point de vue, un message, une intention auprès du spectateur.

Et Krajewski conclut en proposant une vision de l'art basée sur le médium : « *L'art en son médium ne vise plus seulement à représenter, du mieux qu'il le peut et en fonction de la sensibilité de son époque, un contenu nouveau ou repris – il est aussi capable d'un « progrès », définissable soit comme l'exploration de toutes les potentialités artistiques de son médium, soit comme la découverte de son destin plastique.* » [71] Il y a donc dans le médium une reconnaissance globalisante de l'utilisation d'un domaine artistique, afin de présenter des visions innovantes, singulières, une marque dans le cours de l'histoire de l'art, grâce à la vision hétérogène de l'exploitation de ce médium. C'est la globalité des artistes utilisant une technologie, une technique, un outil spécifique qui permet de définir le médium dans sa totalité, faisant donc évoluer sa définition en permanence.

Pour résumer la définition du médium, nous pouvons donc dire que c'est un domaine d'activité lié à l'art, dépendant de caractéristiques propres à lui-même. Chaque médium possède donc son domaine d'action, ses caractéristiques, mais aussi ses techniques et ses technologies. Le médium, c'est également le lien entre l'idée et le résultat, et donc la manière dont un artiste crée une œuvre. C'est également par lui que l'artiste arrive à faire passer un message au spectateur, c'est sa manière de présenter sa vision de la société dans laquelle il vit. Enfin, le médium est en permanente évolution puisqu'il englobe la totalité

70. Pascal Krajewski, « Qu'appelle-t-on un médium ? », in : *Appareil* (2015).
71. *Ibid.*

des artistes utilisant ses caractéristiques.

Si l'on applique toutes ces idées avec la réalité virtuelle, nous pourrions donc avancer ceci : la réalité virtuelle est un médium artistique puisqu'elle se base sur des théories et techniques spécifiques, avec des caractéristiques qui lui sont propres, utilisées par l'auteur pour créer une œuvre d'art. C'est le moyen tangible de construire l'idée de l'auteur, de présenter une forme concrète du concept tiré de l'imaginaire. Enfin, c'est au travers de la réalité virtuelle que l'auteur fait passer un message au spectateur.

Nous nous permettons donc d'avancer une définition de la réalité virtuelle artistique : *la réalité virtuelle est utilisée comme un médium artistique lorsqu'elle se base sur des principes issus des sciences de la réalité virtuelle comme l'immersion et l'interaction pour proposer un environnement artistique. L'artiste utilise les technicités liées au domaine de recherche et aux interfaces interactifs (casques, plateaux, écrans, capteurs, ...) pour créer un monde immersif et interactif (de l'interactivité), dans lequel les spectateurs vivent une expérience esthétique par leur performance corporelle et sensible.*

Ainsi, une œuvre en réalité virtuelle engage des spécificités comme l'immersion et l'interaction, inclut un lien étroit entre l'auteur et le spectateur grâce à l'interactivité avec le dispositif artistique. Enfin, nous proposons l'idée qu'une œuvre en réalité virtuelle inclut forcément, dans sa temporalité globale, une collaboration comme nous l'avons défini en première partie de thèse. C'est foncièrement un outil intersubjectif comme nous l'entendons, dans un principe de successions de subjectivités dans la même œuvre globale. Que l'œuvre soit mono-utilisateur ou multi-utilisateurs, par l'interactivité et la cocréation de l'auteur et du spectateur, c'est une collaboration pour la création d'une œuvre totale. Cependant, on ne peut pas dire que toute œuvre en réalité virtuelle soit conçue pour être collaborative, du point de vue de l'auteur qui l'a créé. Ici, nous affirmons que dans toute œuvre de réalité virtuelle, il y a forcément une forme collaborative, même si cette œuvre n'est pas déterminée comme telle par son auteur. Enfin, travailler avec la VR, c'est demander au spectateur de s'inclure de lui-même dans l'acte intersubjectif, sans le forcer, ni lui indiquer une démarche précise à suivre. Il suit sa propre expérience de l'œuvre dans un processus guidé, proposé, mais peut tout à fait vivre sa propre expérience non prévue en amont par l'auteur. Son expérience esthétique lui est propre. Et c'est bien en cela que l'œuvre en réalité virtuelle est intéressante et poétique, c'est dans sa faculté à proposer une expérience guidée, où chaque personne est libre d'action et d'interprétation face au dispositif. L'interactivité proposée ici n'a qu'un cadre imaginé, un champ des possibles,

mais pas de frontière proprement définie.

5.2.2 Réalité virtuelle collaborative

La réalité virtuelle collaborative permet à plusieurs utilisateurs de se connecter dans un même environnement virtuel, appelé Environnement Virtuel Collaboratif (Collaborative Virtual Environment en anglais (CVE)).

La constitution d'un monde social, où chaque personne est représentée par un avatar individuel, avec des tâches similaires ou différentes, entraîne forcément des changements de comportements de la part de l'ensemble des utilisateurs. Daphne et al. présente d'ailleurs l'idée que « *ces environnements virtuels (EV) sont des espaces simulés partagés qui permettent aux utilisateurs répartis de communiquer entre eux, ainsi que de participer à des activités conjointes, ce qui en fait un outil efficace pour la collaboration à distance.* [72] » [73] Nous comprenons bien que l'utilisation de la réalité virtuelle est un enjeu important dans la simulation de tâches collaboratives, dans l'exploration du travail de groupe grâce aux capacités communicatives et interactives liées à l'environnement virtuel.

De plus, la fonction même de ces environnements virtuels est différente à chaque dispositif. Les interactions créées tout comme leur représentation virtuelle évoluent selon le nombre d'utilisateurs simultanés. Comme le précise Churchill dans ses recherches : « *Plus précisément, afin de soutenir les activités collaboratives et coopératives, il est important que les environnements virtuels offrent une représentation de l'information adaptée aux tâches, des outils de communication adéquats, ainsi que des paysages conçus de manière appropriée pour permettre la réalisation des activités.* [74] » [75] Ainsi, l'enjeu d'une réalité virtuelle collaborative est avant tout d'être comprise et explicite dans son contenu, afin que ses utilisateurs puissent réaliser la tâche convenue. La communication est un point central de la collaboration en réalité virtuelle, puisque l'environnement social en est l'épicentre. Si l'on veut réaliser de la collaboration dans les tâches à réaliser, voire de la comanipulation, il est nécessaire que les utilisateurs puissent se synchroniser, s'adapter, échanger de quelconque manière. Nous reviendrons plus tard sur les enjeux des CVE, notamment

72. Traduit de l'auteur : These virtual environments (VEs) are shared, simulated spaces that allow distributed users to communicate with each other, as well as to participate in joint activities, making them an effective tool for remote collaboration.

73. Economou Daphne et al., « CVE technology development based an real world application and user needs », in : *Proceedings IEEE 9th International Workshops on Enabling Technologies : Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE 2000)*, IEEE, 2000, p. 12-20.

74. Traduit de l'auteur : Specifically, in order to support collaborative and cooperative activities, it is important that virtual environments provide task appropriate information representation and communication tools, and appropriately designed landscapes in which activities can occur.

75. Elizabeth F Churchill et Dave Snowdon, « Collaborative virtual environments : an introductory review of issues and systems », in : *virtual reality* 3 (1998), p. 3-15.

dans le contexte d'une œuvre en réalité virtuelle (voir Chapitre 6).

Une autre donnée importante des réalités virtuelles collaboratives est leur mode interactif pour chaque utilisateur, à savoir synchrone et asynchrone, ou encore sur site et à distance. Dans ses recherches, Pidel présente quatre catégories de mode de travail en collaboration :

« ***Synchrone et sur site*** *: Les collaborateurs travaillent ensemble en temps réel dans le même espace physique. Exemples : événements sociaux, cours universitaires, et réunions en personne.*

Synchrone et à distance *: Les collaborateurs travaillent ensemble en temps réel, mais pas depuis le même lieu physique. Exemples : visioconférences, conférences téléphoniques, édition simultanée de documents (comme avec Google Docs) et discussions en direct.*

Asynchrone et à distance *: Cela couvre de nombreux outils de communication actuels, tels que la messagerie et les courriels. Les collaborateurs peuvent travailler au moment et à l'endroit qui leur conviennent le mieux.*

Asynchrone et sur site *: Un type de collaboration moins courant où l'emplacement est important, mais où les collaborateurs n'ont pas besoin d'être présents en même temps. Des projets nécessitant une approche physique, comme un chantier de construction avec des travailleurs sur différents quarts de travail, correspondent à cette définition.*[76] »[77]

Dans notre étude, nous pouvons également retrouver certaines de ces conditions, comme la collaboration synchrone à distance ou sur site, qu'on déterminerait comme la plus répendue. Plusieurs utilisateurs sont ainsi immergés et interactifs dans un même environnement virtuel interactif, et peuvent cocréer, comanipuler, coparticiper à la tâche demandée, qu'ils soient dans la même pièce ou bien distancés. Mais également, nous pou-

76. Traduit de l'auteur : 1.Synchronous and On-Site : Collaborators are working together in realtime in the same physical space. Examples include social events, university lectures, and inperson meetings. 2.Synchronous and Remote : Collaborators work together in real time, but not from the same physical location. Examples include video and phone conferencing, simultaneous document editing (such as with Google Docs), and live chat. 3.Asynchronous and Remote : This covers many of today's go-to communication tools, such as messaging and email. Collaborators can work when and where is most convenient for them. 4.Asynchronous and On-Site : A less common type of collaboration where the location itself is important, but collaborators do not need to be present at the same time. More physically focused projects, such as a construction site with workers on different shifts, fit this definition.

77. Catlin Pidel et Philipp Ackermann, « Collaboration in virtual and augmented reality : a systematic overview », in : *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics : 7th International Conference, AVR 2020, Lecce, Italy, September 7–10, 2020, Proceedings, Part I 7*, Springer, 2020, p. 141-156.

vons tout à fait imaginer un environnement virtuel collaboratif dans lequel les utilisateurs, distancés ou sur site, coparticipent sur plusieurs temporalités différentes, de manière asynchrone, à la réalisation de la tâche demandée. Par exemple, l'œuvre en réalité virtuelle *HanaHana*[78] de Mélodie Mousset, invite les spectateurs à générer des sculptures de mains dans un paysage surréaliste (voir Figure 5.6). Chaque spectateur à la suite de l'autre peut ajouter son contenu personnel, l'expérience sauvegardant chaque performance successivement. Au final, le monde virtuel se retrouve saturé de mains de différentes tailles, formant des colonnes de différentes formes, et c'est bien l'accumulation de chaque participation qui permet la création d'un monde collaboratif, créé de manière asynchrone.



FIGURE 5.6 – Capture d'écran de l'œuvre HanaHana de Mélodie Mousset. Crédit photo : Fabbula.

Enfin, les différentes formes de collaborations présentées par Pidel ne sont pas sans rappeler celles que nous avons proposées en première partie de cette thèse. En effet, la collaboration entre l'auteur et les artisans pourrait tout à fait être décrite comme synchrone sur site ou à distance, ou bien asynchrone à distance, avec une longue temporalité d'exécution, selon le cadre créé par l'auteur. De même, la collaboration des spectateurs est synchrone sur site ou à distance selon le dispositif créé. Et la relation entre l'auteur-amont et les auteurs-aval est totalement asynchrone à distance, puisque le cadre de création de l'auteur diffère de celui des spectateurs.

Maintenant que nous avons proposé une définition de la réalité virtuelle, en expliquant brièvement ses caractéristiques lorsqu'elle est collaborative, nous allons préciser davantage la notion d'immersion dans un dispositif virtuel.

78. `https://fabbula.com/lang/fr/hanahana-by-melodie-mousset/`

5.2.3 Immersion en réalité virtuelle

L'immersion est un principe fondamental de la réalité virtuelle. Le terme représente le principe de projeter l'utilisateur dans un espace virtuel par le biais d'interfaces écrans. C'est donc une donnée quantifiable provoquant des processus interprétatifs et perceptifs chez le spectateur, comme la présence. Pour préciser, Slater dit : « *Réservons le terme « immersion » pour désigner simplement ce que la technologie offre d'un point de vue objectif. Plus un système fournit des affichages (dans toutes les modalités sensorielles) et un suivi qui préserve la fidélité par rapport à leurs modalités sensorielles équivalentes dans le monde réel, plus il est « immersif ». Il s'agit de quelque chose qui peut être évalué objectivement et qui se rapporte à des questions différentes de la manière dont cela est perçu par les humains.* [79] » [80] L'immersion est donc un positionnement objectif, centré sur la machine et ses dispositifs capables de plonger l'utilisateur dans un état de présence dans un monde virtuel. Mais l'état immersif est bien un processus propre à l'utilisateur, provoqué par les données informatiques. Nous pouvons ainsi citer cette définition de Pimentel et Texeira : « *État perceptif, mental ou émotionnel d'un sujet lorsque l'un ou plusieurs de ses sens sont isolés du réel et sont uniquement sollicités par des signaux générés par ordinateur.* [81] » [82] Si le taux d'immersion est calculable par ses interfaces et capacités interactives, son enjeu réside, dans notre cas, principalement dans cette idée d'état perceptif, mental et émotionnel de la personne plongée dans le dispositif en réalité virtuelle. Pour résumer cela, nous reprenons le schéma proposé par Bowman [83] (voir Figure 5.7) :

Pour bien comprendre la différence entre immersion et présence, il faut comprendre le point de vue pris en compte. L'immersion est une capacité technique, donc objective, tandis que la présence est le sentiment interne propre à l'utilisateur, difficilement généralisable, puisque chacun est présent à son degré d'intensité. Ainsi, en reprenant les idées

79. Traduit de l'auteur : Let's reserve the term 'immersion' to stand simply for what the technology delivers from an objective point of view. The more that a system delivers displays (in all sensory modalities) and tracking that preserves fidelity in relation to their equivalent real-world sensory modalities, the more that it is 'immersive'. This is something that can be objectively assessed, and relates to different issues than how it is perceived by humans.

80. Mel Slater, « A note on presence terminology », in : *Presence connect* 3.*3* (2003), p. 1-5.

81. Traduit de l'auteur : perceptive, mental or emotional state of a subject when one or more of his senses are isolated from the real and are only solicited by computer generated signals.

82. Ken Pimentel et Kevin Teixeira, *Virtual reality : Through the new looking glass*, McGraw-Hill, Inc., 1993.

83. Doug A Bowman et Ryan P McMahan, « Virtual reality : how much immersion is enough ? », in : *Computer* 40.*7* (2007), p. 36-43.

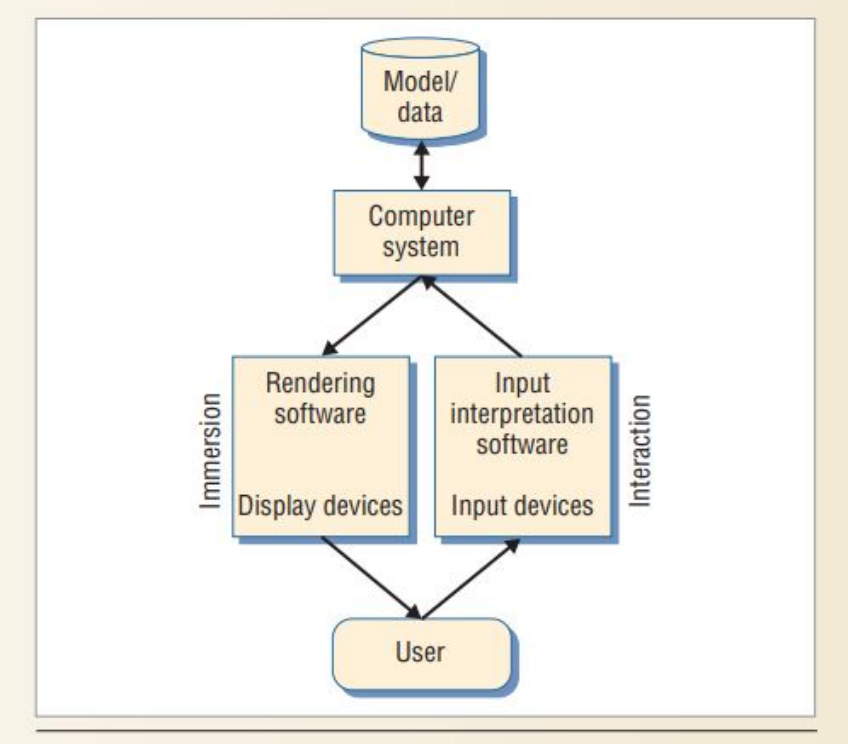


FIGURE 5.7 – Schéma représentant les principes d'immersion et d'interaction VR

de Slater, Bowman résume le fait que « *L'immersion se réfère au niveau objectif de fidélité sensorielle qu'un système de réalité virtuelle (VR) fournit. La présence se réfère à la réponse psychologique subjective d'un utilisateur à un système de VR. Le niveau d'immersion d'un système VR dépend uniquement du logiciel de rendu du système et de la technologie d'affichage (y compris tous les types d'affichages sensoriels). L'immersion est objective et mesurable : un système peut avoir un niveau d'immersion plus élevé qu'un autre. La présence, en revanche, est une réponse individuelle et contextuelle de l'utilisateur, liée à l'expérience de « se sentir là ». Différents utilisateurs peuvent ressentir des niveaux de présence différents avec le même système de VR, et un même utilisateur peut ressentir des niveaux de présence différents avec le même système à différents moments,*

en fonction de son état d'esprit, de son vécu récent et d'autres facteurs.[84] »[85] Nous comprenons bien que l'immersion et la présence sont deux termes proches dans le principe de réalité virtuelle, puisque le premier provoque le deuxième, mais nous ne pouvons pas dire la même chose inversement. La présence ne nécessite pas de l'immersion pour être vécue dans le quotidien d'une personne. On peut être dans une pièce physiquement et présent mentalement dans un souvenir par exemple.

Si les deux peuvent être constatés chez une même personne lors d'une expérience de réalité virtuelle, on ne peut quantifier que précisément l'immersion. Bowman propose d'ailleurs une liste d'éléments jouant sur cette échelle de mesure : champ de vision, champ de regard, taille de l'affichage, stéréoscopie, rendu basé sur la tête, réalisme de l'éclairage, taux d'images par seconde, taux de rafraîchissement.[86]

Pour conclure sur l'immersion, nous pouvons se référer aux propos de Gouranton reprenant la définition de Pimentel et al. : « *L'immersion est l'état (perceptif, mental, émotionnel) d'un sujet lorsqu'un ou plusieurs sens sont isolés du monde extérieur et sont alimentés uniquement par les informations issues de l'ordinateur. Pour les applications de réalité mixte, l'immersion peut être un facteur important, car elle permet à l'utilisateur de se concentrer davantage sur le contenu artificiel affiché et sur la tâche à réaliser*[87] ». Ici, nous comprenons bien ce double concept de l'immersion. Tout d'abord, c'est un principe basé sur l'ordinateur, par des interfaces écrans et sonores, permettant d'inclure l'utilisateur de manière sensori-motrice dans un monde virtuel. Ensuite, c'est l'état perceptif de cet utilisateur dans l'environnement en réalité virtuelle. Il est *en immersion* dans le monde grâce à la technologie qu'il perçoit. Et précisons aussi que cette immersion est couplée à l'interaction, à la capacité du système à répondre visuellement et auditivement aux actions de l'utilisateur, pour accentuer cette immersion. Cependant, pour encore une fois différencier de la présence, il faudrait reprendre cette définition de Slater : « *L'illu-*

84. Traduit de l'auteur : • Immersion refers to the objective level of sensory fidelity a VR system provides. • Presence refers to a user's subjective psychological response to a VR system. A VR system's level of immersion depends only on the system's rendering software and display technology (including all types of sensory displays). Immersion is objective and measurable—one system can have a higher level of immersion than another. Presence, on the other hand, is an individual and context-dependent user response, related to the experience of "being there." Different users can experience different levels of presence with the same VR system, and a single user might experience different levels of presence with the same system at different times, depending on state of mind, recent history, and other factors.

85. Bowman et McMahan, « Virtual reality : how much immersion is enough ? », *op. cit.*

86. *Ibid.*

87. Gouranton, « Modèles et Outils pour la Production d'Applications de RX, Focus sur le Patrimoine Culturel (HdR) », *op. cit.*, p. 1.

sion perceptuelle de non-médiation, produite par la disparition du médium de l'attention consciente du sujet. [88] » [89]

Ainsi, par l'immersion et l'interaction (I^2) que nous venons de définir et qui sont les deux principales composantes de la réalité virtuelle, l'utilisateur est en état de présence dans un monde virtuel. Cet état, nous le développerons plus tard lorsque nous aborderons la coprésence dans un environnement virtuel collaboratif. C'est donc par les capacités sensori-motrices que l'utilisateur, le spectateur, peut performer dans le dispositif artistique. Et nous pensons fortement que l'interaction joue également sur la capacité de présence, dans la mesure où l'on interagit consciemment avec l'environnement qui nous entoure, et cette interaction enrichit la présence par la capacité d'adaptation des différents acteurs dans la boucle relationnelle. Autrement dit, nous proposons l'idée que l'immersion entraîne la présence, et plus nous interagissons avec l'environnement virtuel, plus nous y sommes présents. Pour aller encore plus loin, c'est cette capacité d'immersion, d'interaction et de présence qui provoque en grande partie les émotions vécues dans une œuvre en réalité virtuelle. Ces émotions nous semblent être un enjeu majeur d'une œuvre numérique immersive et interactive, puisqu'elles sont directement liées à l'expérience esthétique. Nous tenterons donc de comprendre ce processus, l'émergence des émotions chez les spectateurs et l'impact que cela peut avoir durant la performance.

88. the perceptual illusion of non mediation, produced by means of the disappearance of the medium from the conscious attention of the subject.

89. Mel Slater et al., « Measuring presence : A response to the Witmer and Singer presence questionnaire », in : *Presence : teleoperators and virtual environments* 8.5 (1999), p. 560-565.

Chapitre 6

Environnements virtuels collaboratifs artistiques

6.1 Collaborative Virtual Environment Artwork

Un avantage considérable dans les œuvres en réalité virtuelle est la possibilité de les rendre collaboratives pour les spectateurs, c'est-à-dire donner la possibilité à plusieurs personnes d'être ensemble dans un même monde virtuel, en temps réel. Ces dispositifs en réalité virtuelle sont définis comme des Collaborative Virtual Environments (CVE). Théorisés principalement dans un domaine de recherche scientifique, il sera intéressant de le comparer au milieu de l'art, avec notamment l'ajout du terme *Artwork* au CVE. Ainsi, nous recherchons l'intérêt de développer la théorie d'un environnement artistique virtuel collaboratif (CVEA), à savoir une œuvre qui reprend une majeure partie des concepts de l'environnement virtuel collaboratif, mais pour autant évolue dans l'usage.

6.1.1 Définition de Collaborative Virtual Environment (CVE)

Avant de commencer à définir l'environnement virtuel collaboratif, il est important de préciser qu'une grande partie des notions employées dans cette partie seront développées plus précisément tout au long de ce chapitre 6. Aussi, nous renvoyons le lecteur à chaque partie dédiée pour plus de précisions quant aux termes spécifiques.

Un CVE est un Environnement Virtuel Collaboratif (Collaborative Virtual Environment). Comme son nom l'indique, le CVE est un environnement en réalité virtuelle interactif par plusieurs utilisateurs en même temps. Selon EF. Churchill et D. Snowdon, [1] les CVE sont développés pour servir une fonction. Pour que celle-ci soit possible, il est important de créer un système avec des tâches explicites pour les utilisateurs. De même, le Collaborative Virtual Environment s'appuie sur trois points importants : un travail collaboratif entre des utilisateurs séparés ou bien dans un même espace réel, une différence de représentation de corps et de niveaux d'interaction pour les utilisateurs [2], la mise en place de tâches explicites à effectuer et de caractéristiques sociales et cognitives pour les utilisateurs.

Ainsi, le CVE, qui est un environnement collaboratif en réalité virtuelle, demande à plusieurs personnes connectées en même temps, de réaliser une ou plusieurs tâches distinctes, avec des fonctions différenciées et un moyen pour chaque utilisateur de pouvoir s'identifier. Dans ce processus interactif collaboratif, il est important de préciser que les actions que mène chaque utilisateur sont soit individuelles, soit collaboratives. En effet, selon la tâche demandée ou les systèmes interactifs développés, l'utilisateur peut manipuler seul l'environnement, tout comme communiquer avec les autres participants pour agir collectivement. C'est d'ailleurs par la représentation des données que ces actions individuelles ou collectives peuvent être perçues. Nous pouvons aussi constater, avec les recherches de Lyytinen and al., [3] que dans un processus interactif en collaboration, les utilisateurs évoluent grandement sur le concept de négociation, et les différentes équipes varient considérablement dans leur stratégie de négociation tout comme dans leur processus d'accomplissement de tâche.

Dans un souci de compréhension du dispositif et des attentes, il est important que

1. Churchill et Snowdon, « Collaborative virtual environments : an introductory review of issues and systems », *op. cit.*

2. Nous développerons davantage ces questions dans la prochaine partie dédiée au spectateur immergé et interactif.

3. Kalle Lyytinen, Petri Maaranen et Juha Knuuttila, « Groups are not always the same : An analysis of group behaviors in electronic meeting systems », in : *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 2 (1993), p. 261-284.

chacun puisse identifier les objectifs, décomposer les tâches et les sous-tâches pour arriver à une finalité recherchée. Ainsi, il est nécessaire que chacun puisse comprendre ce qui est en train d'être fait, ce qui est fait et ce qu'il reste à faire. C'est pourquoi la représentation des données est importante. Il faut pouvoir comprendre lorsqu'un objet est manipulé et lorsqu'il a été modifié par une action.

Un autre point important d'un CVE est la communication entre les participants. Que celle-ci soit visuelle et/ou auditive, elle permet justement la bonne compréhension des tâches et l'acte de négociation dont nous parlions précédemment. De même que la compréhension des outils interactifs, la communication doit être signifiée virtuellement par ses moyens de communiquer. L'avatar des personnes immergées doit évoluer en cette fonction, de même que les différents supports de communication (métaphores, feedbacks, ...). Ainsi, tous ces éléments permettent un bon fonctionnement du CVE et donc la capacité aux utilisateurs de répondre au but demandé. Cependant, que se passe-t-il lorsqu'il n'y a pas de but précis dans le Collaborative Virtual Environment ? Comment rendre ce concept artistique, ou du moins lui apporter une forme expérientielle où sa performativité est sa principale fonction ?

6.1.2 Ajout du terme Artwork (CVEA)

Une notion intéressante, proposée par Churchill et al., est celle de paysage (traduit de l'anglais *landscape)*[4], qu'il nous semble pertinente d'utiliser ici pour parler de l'environnement virtuel. En effet, il y a un parallèle à faire entre ce terme présenté et notre oeuvre d'étude Creative Harmony, puisque les spectateurs interagissent avec le paysage virtuel, dans le but de créer des montagnes. C'est donc pour cela que nous parlerons soit d'environnement virtuel, soit de paysage virtuel pour parler du monde interactif dans lequel les spectateurs sont immergés, et avec lequel ils peuvent interagir.

Une majeure partie des fonctions présentées à travers les CVE peuvent être retrouvées dans l'art participatif ou dans des œuvres collaboratives. En effet, la question de la conscience de la présence de l'autre, de ses possibilités d'action sur l'environnement, ou encore le concept de négociation pour la réalisation d'un résultat final cohérent, sont des notions communes avec ce que nous avons étudié en première partie de cette thèse. D'ailleurs, ce qui est appelé *négociation* dans les recherches de E.F. Churchill et al.[5] peut être traduit dans notre thèse par *compromis*. Nous faisons cette différence ici, dans l'idée que la négociation est un processus qui n'aboutit pas forcément à un compromis, là où le compromis est l'acte actif tout comme le résultat de l'échange. Pour nous, la négociation est un processus d'échange communicatif dans le but de s'accorder sur un résultat qui convienne au mieux à chaque partie. Elle se base donc sur deux temporalités distinctes, l'échange et le résultat. Le compromis, par sa capacité à être un processus actif et un résultat final, englobe davantage notre vision dans cette recherche basée sur la communication intersubjective. Le résultat de la cocréation, représenté par le paysage, est en constante évolution tout au long de la performance. Ainsi, il nous semble plus pertinent d'utiliser le terme de compromis, qui est représenté par un état à équilibrer en permanence, plutôt que négociation qui ne représente qu'une seule temporalité que l'on étudie ici.

Ainsi, nous proposons ici le concept de CVEA (Collaborative Virtual Environment Artwork), à savoir une œuvre en réalité virtuelle collaborative. Par souci de recherche et de référence au terme initial, nous souhaitons ici garder l'anglicisme. Une CVEA est donc une œuvre qui invite plusieurs spectateurs connectés en réalité virtuelle à vivre une expérience collective, une performance à plusieurs, inscrite dans un instant plus ou moins défini dans le temps selon le dispositif imaginé par l'auteur. Chaque acteur dispose

4. Churchill et Snowdon, « Collaborative virtual environments : an introductory review of issues and systems », *op. cit.*

5. *Ibid.*

de système interactif permettant de co-manipuler le paysage, dans un but de création où leur interactivité est la trace de leur performance. C'est d'ailleurs pour cette raison que l'on va garder le terme de compromis plutôt que de négociation. En effet, si l'on prend l'exemple d'un orchestre de jazz, chaque musicien a la possibilité d'improviser sa partition, et donc son interprétation en temps réel de l'ensemble musical. C'est aux autres musiciens de s'adapter afin de recréer en temps réel l'harmonie de la pièce. Ici, l'acte de négociation est beaucoup plus spontané que dans un échange de CVE, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de proposition d'idée, puis de discussion, puis d'accord, mais directement une proposition d'un premier musicien, qui est ensuite adoptée ou non par l'ensemble. Le processus d'écoute, d'acception et de renforcement apporté par les différents acteurs, avec leurs différents outils / instruments, est ainsi beaucoup plus rapide et spontané, mais non si différent.

Au-delà des termes, si l'on veut préciser la différence entre un CVE et une CVEA, cil faut décrire l'expérience attendue. Dans le cadre d'un CVE, il y a une mission claire, définie dans le processus expérientiel, avec une volonté prévue en amont, lors du développement du dispositif. Comme le précise EF. Churchill et al.,[6] les CVE sont développés pour servir une fonction. Dans le cadre d'une œuvre performative numérique, le but n'est pas forcément précis ou déterminé. Même dans un cadre de recherche, ce qui compte dans la manipulation d'une œuvre numérique, dans son interactivité, c'est le vécu en temps réel du spectateur, son acte de création, sa performance. Donc, on pourrait dire que le but ou la fonction principale d'une œuvre numérique, et ici en réalité virtuelle, serait sa performativité, mais aussi l'émotion vécue par le spectateur. Ainsi, le but n'est pas dirigé par l'artiste en amont, mais plutôt par chaque personne qui performe et qui propose son propre objectif à travers l'œuvre. Il n'y a donc plus de finalité à la CVEA, si ce n'est dans son dispositif performatif et adaptable à chaque spectateur.

Aussi, il faut quand même créer une limite à la Collaborative Virtual Environment Artwork, et c'est bien sa cohérence par l'artiste. Même s'il ne crée pas de but précis, il invente un cadre de proposition, il est à l'existence des règles et des champs des possibles pour les spectateurs. Il définit le processus dans lesquels les buts individuels peuvent se développer. De ce point de vue-ci, d'un CVE à une CVEA, la forme du but évolue, de son émetteur à son récepteur, voire d'une expérience à l'autre. C'est en créant le champ des possibles et en l'ajustant par les potentielles performances à venir que l'artiste doit

6. *Ibid.*

faire un compromis (comme nous l'entendons dans notre recherche) dans le processus de création du dispositif. Il doit englober les expériences des spectateurs dans son univers artistique, en prenant compte des différentes scénographies, scénarisations, cultures et interprétations futures.

Au final, le but que nous retrouvons dans le CVE devient la proposition dans la CVEA. Alors que le but est décisionnel, la proposition est conditionnelle et le spectateur est libre ou non de l'accepter, ou d'en sortir. Dans le cas où l'artiste aurait créé un périmètre d'action, et que le spectateur en sortirait complètement pour créer sa propre expérience non prévue en amont, alors on peut dire que ce dernier n'accepte pas le compromis du créateur initial. Il y a donc un déséquilibre du compromis, comme nous le développions précédemment, et c'est à l'artiste de le rééquilibrer en incluant (ou non) dans ses prochains développements de l'œuvre le cadre d'action qu'a innové ce spectateur.

6.2 Modèles d'environnements collaboratifs

6.2.1 Différents modèles de CVE

Afin de comprendre plus précisément le concept de CVEA, il est intéressant de rappeler les différents niveaux de collaborations qui peuvent exister au sein de ces dispositifs sociaux. Margery et al. [7] ont proposé une liste de niveaux d'interactions dans les CVE :

- **Niveau 1 - Perception :** Les acteurs sont capables de percevoir les autres acteurs.
- **Niveau 2 - Interaction :** Les acteurs sont capables d'agir sur la scène.
  - Niveau 2.1 - Contrainte : Les modifications sont contraintes pas la scène. Par exemple déclencher des animations.
  - Niveau 2.2 - Libre : Les actions ne sont plus contraintes. Par exemple un acteur peut déplacer un objet n'importe où dans la scène.
- **Niveau 3 - Concurrence** [8] **:** les acteurs peuvent agir à plusieurs sur un même objet.
  - Niveau 3.1 - Exclusion : Les acteurs peuvent agir sur un même objet s'ils modifient des éléments non liés. Par exemple l'un sur la position et l'autre sur la couleur.
  - Niveau 3.2 - Comanipulation : Les acteurs peuvent agir ensemble sur un même élément d'un même objet. Par exemple le déplacement d'une table à deux en prenant chacun un côté.

Ainsi, selon ces différents niveaux d'interactions, nous pouvons "classifier", ou du moins identifier la complexité et les modes interactifs d'un environnement virtuel collaboratif. Cependant, nous pouvons nous demander quelle est la part d'intervention que l'utilisateur peut avoir sur l'environnement virtuel lui-même. Quel niveau de liberté un CVE peut accorder à ses utilisateurs pour sa propre expérience. Ou dans notre cas, quel niveau de liberté une CVEA peut offrir aux spectateurs selon ses modalités interactives. Nous verrons donc trois exemples de CVE dont les interactions ont plus ou moins d'influence

7. David Margery, Bruno Arnaldi et Noël Plouzeau, « 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*, Springer, 1999, p. 169-178.

8. Il nous semble important de dire ici que le terme "Concurrence", même s'il s'agit d'un terme informatique, ne correspond pas à ce qu'on entend dans notre cas. Dans Creative Harmony, la concurrence signifierait qu'il y a une compétition ou du moins une distinction entre chaque spectateur dans le but de conquérir un résultat. Nous préférons donc parler dans notre cas d'*Action collective*, à savoir le résultat mutuel de plusieurs actions sur un même objet, soit de manière individuelle dans un ensemble, soit de manière comanipulatrice. L'action collective, en sociologie, représente le résultat d'une action faite par un groupe de manière concertée ou spontanée, dont le but commun est la raison de l'action collective.

sur l'environnement virtuel : les environnements virtuels de formation, les systèmes de narration interactive et les mondes virtuels ouverts.

Un premier type de CVE que l'on peut retrouver est l'Environnement Virtuel de Formation (EVF), décrit par Gerbaud et al. et cité par Claude : « *les Environnements virtuels de Formation permettent de faire acquérir ou de renforcer les compétences ou le savoir-faire d'apprenants, en vue de leur application dans des situations réelles.* » [9] Il s'agit donc d'un environnement virtuel dans lequel plusieurs personnes peuvent intervenir, dans le but d'acquérir des connaissances sur un domaine particulier, comme la médecine, la mécanique, ou encore les formations de conduite. Ces environnements sont donc simulés avec précision pour ressembler au mieux à la réalisation des tâches réelles. Dans ce type de CVE, une grande réflexion est apportée aux systèmes interactifs qui doivent être le plus fidèles et précis possible, au même titre que les scénarios d'apprentissage. Ainsi, les caractéristiques principales d'un EVF sont le scénario, le comportement des objets interactifs et les interactions collaboratives. Dans cette optique Gerbaud et al. ont créé la plateforme GVT (Generic Virtual Training) qui permet de générer et d'exécuter des environnements virtuels pour la formation procédurale [10]. Ainsi, dans l'objectif de faciliter le développer et l'utilisation des EVF, la plateforme GVT a été conçue pour s'adapter aux demandes de génération d'environnements virtuels de formation sous forme de deux modèles, STORM [11] et LORA [12].

Une deuxième forme de CVE qui peut être mise en avant est le Système de Narration Interactive (SNI), décrit par Riedl et Bulitko comme : « *une forme d'expérience digitale et interactive dans laquelle des utilisateurs créent ou influencent une histoire par leurs actions. L'objectif des systèmes de narration interactive est d'immerger les utilisateurs dans un monde tel qu'ils croient faire partie intégrante du déroulement d'une histoire et que leurs actions peuvent significativement influer la direction et/ou la conclusion de*

9. Guillaume Claude, « Séquencement d'actions en environnement virtuel collaboratif », thèse de doct., INSA de Rennes, 2016.

10. Stéphanie Gerbaud et al., « GVT : a platform to create virtual environments for procedural training », in : *2008 IEEE Virtual Reality Conference*, IEEE, 2008, p. 225-232.

11. Nicolas Mollet, Stéphanie Gerbaud, Bruno Arnaldi et al., « STORM : a Generic Interaction and Behavioral Model for 3D Objects and Humanoids in a Virtual Environment. », in : *EGVE (Short Papers & Posters)*, 2007.

12. Nicolas Mollet et Bruno Arnaldi, « Storytelling in virtual reality for training », in : *International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*, Springer, 2006, p. 334-347.

l'histoire.[13] »[14] Le système de narration interactive a donc un intérêt dans notre étude, puisqu'il inclut directement l'utilisateur dans un rôle d'acteur dans le bon déroulement de la lecture de l'œuvre numérique. C'est par ses interactions avec d'autres personnes réelles ou des agents virtuels qu'il peut suivre la narration, ou bien la choisir, renversant parfois totalement le cours d'une histoire par une simple décision. Dans les SNI, il y a un intérêt artistique fort, que nous retrouvons dans notre étude de doctorat, qui est de laisser le spectateur choisir ses interventions dans l'environnement virtuel, et donc de contraindre le dispositif interactif à la personne plutôt que l'inverse. Laisser le spectateur modifier l'œuvre, et mieux encore, l'inciter à le faire, c'est remettre en question le statut même du spectateur en le rendant acteur direct du processus d'interprétation. Cependant, les systèmes de narration interactive relèvent des questionnements technologiques forts et complexes : Comment le système interactif peut-il déterminer la suite d'une histoire qui n'existe pas encore, et qui n'a encore jamais existé ? Comment cette continuité de la narration peut-elle s'adapter au mieux aux volontés du spectateur ? Comment faire en sorte de toujours créer du contenu engageant pour continuer à faire intervenir le spectateur ?

Pour répondre à ces problématiques, Bates propose un modèle de gestionnaire de la dramaturgie[15], à savoir un agent virtuel global qui a un regard sur l'ensemble du déroulé de l'expérience et permet de créer une cohésion dans la narration en intervenant grâce à un modèle de qualité d'expérience. Ainsi, les agents virtuels ou personnages contrôlés par ordinateurs pourront intervenir d'une manière précise grâce à l'intervention du gestionnaire de dramaturgie, en fonction des interactions du spectateur. Toute la complexité de ce gestionnaire est de rester invisible aux yeux du spectateur, qui doit continuer de pouvoir intervenir comme il le souhaite, sans se sentir biaisé par le dispositif.

Enfin, d'une manière globale, Riedl et Bulitko ont cartographié les différents systèmes de narration interactive sous trois angles principaux :

1. L'intention de l'auteur : il s'agit de la balance entre l'acteur humain qui demande une narration par ses interactions, et le dispositif interactif qui y répond de manière plus ou moins fidèle (on pourrait appeler cela le parti pris artistique du système

13. Traduit de l'auteur : Interactive narrative is a form of digital interactive experience in which users create or influence a dramatic storyline through actions, either by assuming the role of a character in a fictional virtual world, issuing commands to computer-controlled characters, or directly manipulating the fictional world state

14. Mark Owen Riedl et Vadim Bulitko, « Interactive narrative : An intelligent systems approach », in : *Ai Magazine* 34.*1* (2013), p. 67-67.

15. Joseph Bates, « Virtual reality, art, and entertainment », in : *Presence : Teleoperators & Virtual Environments* 1.*1* (1992), p. 133-138.

interactif)

2. L'autonomie des personnages virtuels : ici, c'est la balance entre les personnages virtuels contrôlés par ordinateur (PNJ) et le gestionnaire de dramaturgie. Il y a donc une "forte histoire" (*strong story system*) lorsque les PNJ sont fortement contrôlés par le gestionnaire, et une "forte autonomie" (*strong autonomy system*) lorsqu'ils ignorent les interventions du gestionnaire de dramaturgie.
3. La modélisation du joueur : cela correspond à la faculté du système à capturer et à analyser chaque intervention différentes des spectateurs pour enrichir ses possibilités de génération de scénario pour les futures expériences. Chaque analyse de comportement est retracée en schéma comportemental dans l'espace de narration, et peut ensuite être réutilisée selon les nouvelles interventions.

Au final, les systèmes de narration interactive relèvent de véritables enjeux technologiques et modèles informatiques pour inclure le plus fidèlement l'intervention de chaque utilisateur dans l'expérience du dispositif interactif. Il est également intéressant de constater que ce système de CVE repose sur l'adaptation et le champ des possibles dans la faculté d'interprétation du spectateur, tout comme dans le capacité des personnages virtuels à écouter ou non le gestionnaire de dramaturgie. C'est en cela que ce système est complexe, car il ne repose pas sur un modèle type, mais sur des variantes importantes, avec un mode d'apprentissage de la part du dispositif qui grandit à chaque nouvelle expérience.

Un dernier modèle de CVE que nous étudions ici est le monde virtuel ouvert. Il s'agit d'un environnement virtuel, souvent en ligne, dans lequel les utilisateurs, joueurs, spectateurs, peuvent créer ce qu'ils souhaitent à partir de systèmes libres propres à chaque monde ouvert. Le jeu vidéo *Minecraft* est un bon exemple, puisque son monde est constitué de multitudes de types de blocs pouvant être détruits, déplacés, posés, superposés, et même créés, permettant la construction d'une immense diversité de produits. La créativité dans ce jeu a d'ailleurs été un grand sujet d'étude comme celles de Checa-Romera et al. [16] ou encore celles de Melián-Díaz et al. [17]. Dans notre cas, nous étudierons rapidement l'exemple de *Second Life*, à savoir un monde ouvert où chaque utilisateur peut créer et construire ce qu'il veut à partir de rien, puis le capitaliser. Il existe beaucoup de littérature quant à ce monde virtuel, selon ses exploitations et motivations, aussi nous en ferons un

16. Mirian Checa-Romero et Isabel Pascual Gómez, « Minecraft and machinima in action : Development of creativity in the classroom », in : *Technology, Pedagogy and Education* 27.5 (2018), p. 625-637.
17. Dámari Melián Diaz et al., « Minecraft : three-dimensional construction workshop for improvement of creativity », in : *Technology, Pedagogy and Education* 29.5 (2020), p. 665-678.

bref aperçu pour présenter ses éléments fondamentaux et nous concentrerons davantage sur les recherches artistiques naissantes dans ce monde ouvert. Bien qu'il ne soit pas conçu initialement pour une utilisation en réalité virtuelle, des solutions tierces permettent de pouvoir rejoindre les serveurs par un casque HMD.

Second Life se caractérise par la représentation de clients sous forme d'avatars, pouvant vivre et interagir comme dans un monde réel. Les utilisateurs se créent alors une identité virtuelle dont la forme évolue selon le caractère qu'ils veulent présenter. Ainsi, de l'humanoïde réaliste contemporain à l'elfe, ou encore de la femme dénudée à la chimère croisant plusieurs animaux sous forme humanoïde, presque toutes les silhouettes d'avatar sont possibles et accessibles sur la plateforme d'achat en ligne. Kaplan et Haenlein résument cela : « *Bien que les avatars puissent également jouer un tel rôle dans Second Life (par exemple, en tant que vendeurs dans des boutiques virtuelles), leur objectif principal ici est de permettre une forme de présentation de soi au sein de l'environnement virtuel, comparable à ce qui a été discuté dans le cadre des motivations des utilisateurs à créer des sites web personnels.* [...] *Contrairement à d'autres mondes virtuels, les utilisateurs de Second Life ne rencontrent aucune restriction quant au type de présentation de soi qu'ils peuvent créer, ce qui permet aux avatars de prendre n'importe quelle forme possible et de se doter d'objets de leur choix, sans limites.* [18] » [19] L'apparence des utilisateurs dépendra donc fortement du rôle qu'ils se donnent dans le monde virtuel, que ce soit pour des raisons professionnelles (classes virtuelles par exemple), ou alors pour une utilisation entièrement ludique.

Concernant la création dans Second Life, il est important de mettre en avant les possibilités interactives et collaboratives dans le but de cocréer des espaces dont les fonctions dépendent des volontés des constructeurs. L'autonomisation et la créativité des joueurs est également accentuée par le fait qu'ils possèdent l'intégralité des droits sur leurs créations. Bonsu et Darmody parlent d'un double tranchant de la cocreation dans cet espace virtuel : « *d'un côté, l'autonomisation des consommateurs pour coopérer avec l'entreprise dans le processus de production, de l'autre, l'ouverture de portes pour que l'entreprise s'approprie*

18. Traduit de l'auteur : While avatars may also fulfill such a role within Second Life (e.g., when avatars work as sales clerks in virtual stores), their purpose here is to provide a form of self-presentation within the virtual environment, similar to that which has been discussed in the context of users' motivations to create personal websites. *[...]* Compared to other virtual worlds, users in Second Life face no restrictions regarding the type of self-presentation that can be created, which leads to the situation where avatars can appear in any possible form and surround themselves by any objects of their liking.

19. Andreas M Kaplan et Michael Haenlein, « The fairyland of Second Life : Virtual social worlds and how to use them », in : *Business horizons* 52.*6* (2009), p. 563-572.

la production créative des consommateurs.[20] »[21] Les auteurs mettent en avant le concept d'une cocréation de valeur mettant les utilisateurs au centre de cette possibilité de création de valeur pour l'entreprise, par les co-actions de ces participants et leur capacité à imaginer de nouvelles formes de marchés, en se référant à des modèles sociaux existants.

Au-delà de cette capitalisation d'un système cocréatif en faveur d'une économie éthique[22], il est important de mettre en avant la grande part de liberté de création des utilisateurs, et les droits d'auteur qu'ils gardent malgré le contexte de l'entreprise privée. Ainsi, Second Life a également été une plateforme de création pour les artistes, comme le soulignent Sousa et Eustáquio : « *Ils peuvent créer de nouveaux objets numériques 3D et importer leurs propres contenus créés en dehors de la plateforme, tels que des fichiers image, des modèles 3D, des sons, des animations et d'autres scripts. Ces mondes sont donc principalement conçus par leurs résidents, ce qui en fait un environnement privilégié pour l'émergence des formes artistiques les plus diverses. Cependant, les œuvres d'art dans les CVEs résistent souvent aux tentatives de catégorisation taxonomique en raison de leur nature instable, fluide, souvent ouverte et participative. Bien que présentes dans de nombreuses formes artistiques, la dimension ludique de l'acte créatif est une caractéristique prédominante de la pratique artistique dans les CVEs.*[23] »[24] Laisser les utilisateurs créer avec une grande liberté, c'est proposer un espace de libre expression artistique, d'autant plus quand il s'agit d'un monde basé sur un système capitaliste où la création peut être source de revenus (réel et virtuel). Cette possibilité de création est d'un côté formidable pour l'émergence des nouvelles formes d'expression et le lien qui relie l'art et le numérique, mais est également compliquée à classifier de manière institutionnelle, comme le précisent

20. Traduit de l'auteur : In the virtual context of SL, we highlight the doubleedged sword that is co-creation : on one side, empowering consumers to cooperate with the firm in the production process, while on the other, opening doors for the firm to appropriate the consumers' creative output.

21. Samuel K Bonsu et Aron Darmody, « Co-creating second life : Market—consumer cooperation in contemporary economy », in : *Journal of macromarketing* 28.*4* (2008), p. 355-368.

22. Adam Arvidsson, « The ethical economy of customer coproduction », in : *Journal of Macromarketing* 28.*4* (2008), p. 326-338.

23. Traduit de l'auteur : They are able to build new 3D digital objects, as well as upload their own contents, designed outside the platform, such as image files, 3D models, sounds, animations and other scripts. These worlds are therefore created mostly by their residents, thus becoming a privileged environment for the birth of the most diverse art forms. However, artworks in CVEs resist being categorised in taxonomies, because they are unstable and fluid, frequently open and participatory in nature. Although present in numerous art forms, the playfulness of the creative act is a prevalent feature of art practice in CVEs

24. Catarina Carneiro de Sousa et Luis Eustáquio, « Art practice in collaborative virtual environments », in : *Uncertain spaces : Virtual configurations in contemporary art and museums* (2015), p. 211-240.

les auteurs. Ces derniers ont néanmoins réussi à classifier deux types de créations conçus dans des mondes virtuels comme Second Life : les œuvres développées dans le métavers (environnements et objets, avatars et performances) et les œuvres dérivées du métavers (photographies virtuelles et machinima). Ainsi, une sorte de méta-forme du marché de l'art peut exister dans les mondes virtuels ouverts et collaboratifs, du moins dans notre exemple basé sur des modèles sociaux de la vie réelle.

Par ces trois exemples, nous pouvons donc déterminer une échelle à trois niveaux d'interprétation libre de la part des utilisateurs dans les environnements virtuels collaboratifs :

— Niveau 1 : Les Environnements Virtuels de Formation offrent des possibilités interactives ciblées, basées sur un principe d'apprentissage d'une tâche réelle. L'utilisateur a un faible contrôle sur l'évolution de son environnement virtuel puisque ce dernier est écrit par ses concepteurs en amont de l'expérience.
— Niveau 2 : Les Systèmes de Narration Interactive offrent une grande part d'interprétation à l'utilisateur sur le déroulé de l'expérience, puisqu'il peut choisir sa propre narration de l'histoire.
— Niveau 3 : Les mondes ouverts comme Second Life offrent une liberté presque totale aux utilisateurs afin de créer leur propre narration, leur propre environnement virtuel. Le dispositif est ici une plateforme avec quelques règles morales pour des conditions sociales éthiques, permettant à chacun de pouvoir vivre son expérience virtuelle comme il l'entend (dans le respect de ces règles).

Cette classification n'a pas pour but de répertorier de manière exhaustive tous les dispositifs basés sur les environnements virtuels collaboratifs, mais plutôt de comprendre par trois exemples les possibilités d'intervention des utilisateurs sur l'environnement et leur narration.

Dans notre recherche centrée sur Creative Harmony, nous pourrions dire dans un premier temps que l'environnement virtuel collaboratif que nous étudions est à un niveau 3.1, pour reprendre le classement proposé par Marguery et al. en début de cette partie, c'est-à-dire concurrentiel exclusif. Les spectateurs interviennent chacun sur un même paysage virtuel évolutif, lié aux mouvements, mais il n'est pas nécessaire de synchroniser les actions de plusieurs personnes pour modifier l'objet, il n'y a donc pas de comanipulation. Chacun crée ses montagnes de manière individuelle, et c'est l'ensemble du paysage généré qui permet de parler de cocréation.

Ensuite, concernant les trois niveaux de liberté d'interaction que nous venons de dé-

velopper, il est difficile de pouvoir généraliser toutes les CVEA puisqu'elles ne possèdent pas toutes une narration écrite. Par exemple, dans le cadre de Creative Harmony, il y a un déroulé de l'expérience basé sur trois scènes dont le temps est prédéterminé. Les spectateurs interviennent sur l'environnement, mais on ne peut pas dire qu'il influencent la narration par leurs actions. On serait donc plus proche d'un monde ouvert dans lequel ils peuvent intervenir durant ce temps déterminé. Cependant, ils n'ont pas non plus une liberté totale de création, puisque leurs outils sont prédéterminés par l'auteur en amont. Ainsi, dans notre cas, nous pourrions dire que notre œuvre se situe dans un monde en réalité virtuelle équivalent au niveau 3 (précisons que ce n'est pas non plus un monde ouvert, dans la mesure où son accès est limité par les modalités d'exposition de l'œuvre), mais avec un niveau de liberté d'interaction et d'intervention sur l'œuvre proche du niveau 2.

6.2.2 Symétrique / Asymétrique

Les environnements virtuels collaboratifs sont généralement catégorisés en deux modes d'interaction pour les utilisateurs : le mode symétrique, qui permet à tout le monde d'avoir les mêmes interactions et le même niveau d'interactivité dans l'environnement virtuel, et le mode asymétrique qui différencie les modes interactifs selon les participants. Dans notre recherche-création, nous avons exploré ces deux modes selon les versions de Creative Harmony, nous tenterons donc de proposer une description de chaque environnement interactif selon son modèle.

Modèle asymétrique

L'asymétrie en réalité virtuelle correspond à « *la capacité des individus d'un groupe à disposer de moyens différents pour visualiser et interagir avec le contenu virtuel. Autrement dit, les utilisateurs collaborant interagissent à travers des configurations sensorimotrices complètement différentes et construisent des perspectives distinctes de l'expérience partagée.* [25] » [26] Ainsi, dans un même CVE, plusieurs personnes peuvent être immergées de différentes manières (réalité virtuelle, réalité mixte, écran, ...) et donc agir spécifiquement sur l'environnement. Cette méthode de travail permet d'explorer différentes modalités de collaborations et donc de comprendre les mécanismes de travail collaboratif, de comanipulation et d'adaptation selon le modèle interactif.

Ainsi, l'asymétrie peut s'effectuer sur différentes propriétés comme :

— La modalité : une personne en réalité virtuelle et une personne en réalité augmentée, comme le présentent les recherches de Grandi et al. [27]

— Le point de vue : une vue à la première personne ou une vue à la troisième personne, comme l'exemple de *When the Giant meets the Ant* de Le Chénéchal et al. [28]

— La navigation : Une personne évolue dans le CVE avec une carte vue du dessus et une autre avec une vision à la première personne, que l'on retrouve dans les

25. Traduit de l'auteur : In the context of CVEs, asymmetry represents the capacity of individuals in a group to have different means to visualize and interact with virtual content. That is, collaborating users interact through completely different sensorimotor configurations and build distinct perspectives of the shared experience.

26. Jerônimo Gustavo Grandi, Henrique Galvan Debarba et Anderson Maciel, « Characterizing asymmetric collaborative interactions in virtual and augmented realities », in : *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, IEEE, 2019, p. 127-135.

27. *Ibid.*

28. Morgan Le Chénéchal et al., « 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)*, IEEE, 2016, p. 18-22.

recherches de Nguyen et al. [29]

— Les fonctions interactives : Une personne interagit sur un objet avec ses mains captées en temps réel et une personne interagit sur cet objet avec un clavier et une souris.

L'intérêt de ce format de collaboration en réalité virtuelle permet de tirer des avantages de chaque parti (point de vue, technologie, interaction), pour mettre en commun des informations ne pouvant être entièrement accessibles par le biais d'une seule modalité interactive. Ainsi, différents points de vue permettent de voir plus d'éléments, et donc d'échanger plus d'informations entre les participants pour réaliser la tâche demandée, comme l'ont souligné les études psychologiques de comportement de groupe [30].

Une étude approfondie de l'asymétrie en XR, menée par Ouverson et Gilbert [31] a permis de différencier plusieurs catégories d'asymétrie selon son mode d'utilisation :

— L'asymétrie de l'information,
— L'asymétrie dans les espaces médiatisés et les jeux vidéo,
— L'asymétrie de l'awareness des autres et de l'environnement,
— L'interdépendance et le timing.

Pour compléter cette liste, les chercheurs se sont également intéressés aux théories de conception de groupe et les ont ajoutées aux modes d'exploitation de l'asymétrie, créant un tableau dans lequel sont résumées ces informations (voir Figure 6.1).

Asymmetry Dimensions	Definition
Spatial Co-presence[1,4]	Group members receive different levels of mediated access to each other; range of unmediated to mediated spatial co-presence
Transportation[1,4]	For each member, the mixed-reality space is reached through different interaction metaphors supported by the technology
Informational Richness[2]	The extent to which the technology delivers and captures information about the mixed-reality space
Team Interdependence[3]	Group members bring different goals that align to various degrees
Balance of Power[4]	Group members have different degrees of control over information, influenced by their roles and levels of experience

FIGURE 6.1 – Tableau des dimensions asymétriques proposé par le projet CAVR

29. Thi Thuong Huyen NGUYEN, Thierry DUVAL et Cédric FLEURY, « Guiding techniques for collaborative exploration in multi-scale shared virtual environments », in : *GRAPP International Conference on Computer Graphics Theory and Applications*, 2013, p. 327-336.

30. Serena G SOHRAB, Mary J WALLER et Seth KAPLAN, « Exploring the hidden-profile paradigm : A literature review and analysis », in : *Small Group Research* 46.*5* (2015), p. 489-535.

31. Kaitlyn M OUVERSON et Stephen B GILBERT, « A composite framework of co-located asymmetric virtual reality », in : *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* 5.*CSCW1* (2021), p. 1-20.

Avec cette recherche très complète, nous pouvons donc comprendre l'ampleur des recherches liées à l'asymétrie dans un environnement virtuel collaboratif, et toute l'importance de son étude dans ses différents domaines.

Utiliser un système asymétrique dans un contexte artistique, c'est également augmenter les possibilités interactives, et donc les capacités créatives des spectateurs dans l'environnement. Multiplier les modes d'immersion et d'interaction entraîne de nouvelles façons de faire coexiter l'œuvre, tout en offrant des formes innovantes d'expérience esthétique. De même, capter différents mouvements de danse permet de mieux comprendre les capacités d'improvisation et donc les expressions corporelles propres à chaque spectateur. Cela enrichit l'expérience de l'œuvre car l'asymétrie offre une plus grande exploration des moyens d'expression.

Avec notre œuvre, nous avons expérimenté la collaboration sous forme asymétrique dans plusieurs contextes. Tout d'abord, avec la première version de 2020, nous avons exploré l'asymétrie des dispositifs interactifs sur deux salles immersives connectées, une à Rennes (Immersia) et l'autre à Linz en Autriche (Ars Electronica Deep Space) (voir Figures 6.2 et 6.3).



FIGURE 6.2 – Photographie de Creative Harmony 1 dans Immersia, lors d'une performance, à Rennes, France.



FIGURE 6.3 – Photographie de Creative Harmony 1 dans le Deep Space 8K à Linz, Autriche.

a) Dispositif Immersia : La salle immersive Immersia [32] est un ensemble de trois murs et un sol vidéoprojetés en stéréoscopie, permettant à un utilisateur équipé de lunettes stéréoscopiques et de capteurs de mouvement, d'être plongé en réalité virtuelle dans un environnement. Durant notre performance de l'œuvre, une danseuse professionnelle dansait sur le plateau pour créer des montagnes avec ses mains grâce à la capture de mouvement. Un musicien en live performait la musique en temps réel. Un public de 10 personnes pouvait assister à la performance grâce à des lunettes stéréoscopiques. Deux grands écrans diffusaient en temps réel la performance parallèle effectuée à Linz.

b) Dispositif Deep Space : Le plateau immersif Deep Space 8K [33] est un plateau composé de deux écrans, un frontal et un au sol, permettant au public d'être immergés par lunettes stéréoscopiques dans un environnement virtuel. Durant notre performance de CH1, un public de 20 personnes pouvait contrôler la hauteur des montagnes générées par la danseuse de Rennes en temps réel, en se plaçant sur des nuages de particules au sol. Plus il y a avait de personnes sur les nuages de particules, plus l'action se faisait intensément. Des écrans à côté du Deep Space diffusaient la performance de Rennes en temps réel. La musique était pré-enregistrée et diffusée sur système son spatialisé.

32. Ronan GAUGNE et al., « Immersia, an open immersive infrastructure : doing archaeology in virtual reality », in : *Archeologia e Calcolatori* (2014), p. 1-10.

33. Daniela KUKA et al., « Deep space : high resolution VR platform for multi-user interactive narratives », in : *Joint International Conference on Interactive Digital Storytelling*, Springer, 2009, p. 185-196.

Ici, l'asymétrie existait dans les différentes modalités interactives liées aux plateaux. Si dans Immersia, une seule personne pouvait performer et créer grâce aux capteurs positionnés sur les mains, dans le Deep Space, 20 personnes pouvaient interagir grâce à leur position dans l'espace. La finalité de la cocréation était de pouvoir créer des montagnes à Rennes, de les présenter en temps réel à Linz où un public pouvait contrôler leur hauteur et donc la composition finale de l'expérience grâce à leurs positions. Des éléments supplémentaires comme des animaux marins ou des lumières pouvaient également être joués grâce aux plateformes de particules.

Dans la deuxième version de l'œuvre Creative Harmony, nous avons réitéré l'asymétrie sur deux critères : une asymétrie des dispositifs immersifs puisqu'une personne (Spectateur A) était connectée par Immersia, et deux autres personnes (spectateurs B) par casque de réalité virtuelle type HMD. D'un côté, le spectateur A pouvait créer des montagnes en temps réel sur le plateau, toujours avec un dispositif de capture de mouvement des mains, tandis que les spectateurs B pouvaient moduler la taille des montagnes, cette fois-ci en répétant des gestes dans l'espace avec leurs mains captées par la manette du casque. Il y avait également une asymétrie des interactions puisque le spectateur A pouvait créer "librement" des montagnes, dans la mesure où chacun de ses gestes avait une action sur le paysage (voir Figure 6.4), tandis que les spectateurs B pouvaient intervenir sur l'environnement qu'en répétant des gestes figurés autour d'eux (il ne leur était pas interdit de faire d'autres gestes, au contraire, mais ceux-ci n'avaient pas d'impact sur les montagnes) (voir Figure 6.5).

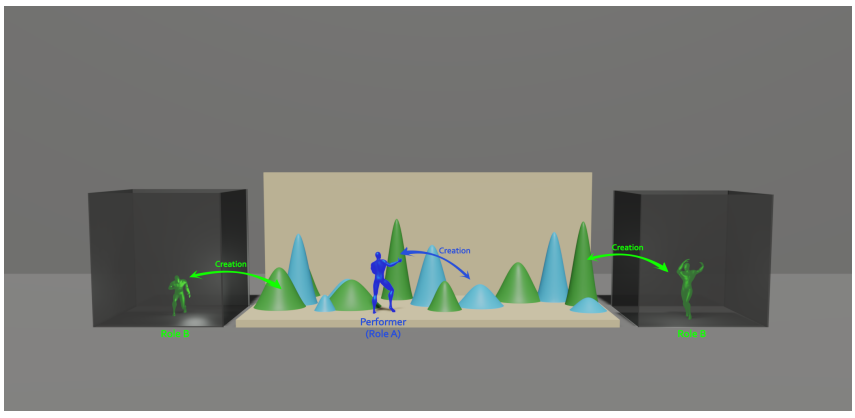


FIGURE 6.4 – Schéma de collaboration de CH2 depuis Immersia

Pour appuyer cette asymétrie des interactions, nous avions créé une asymétrie des

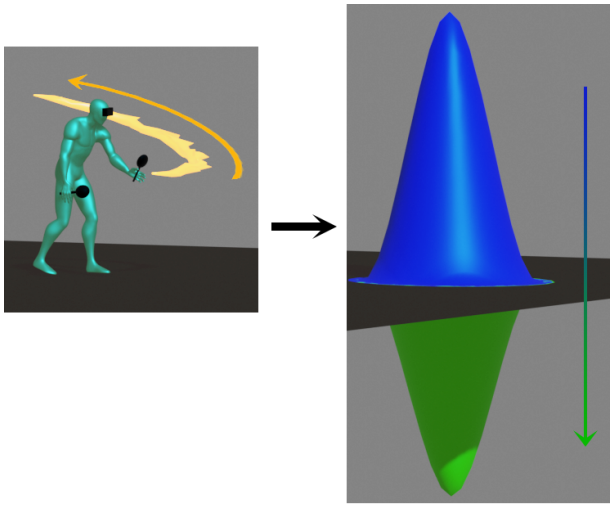


FIGURE 6.5 – Schéma de l'interaction du spectateur B dans CH2. A gauche, une représentation du geste simulé à répéter, à droite, une représentation de l'effet provoqué, à savoir un déplacement symétrique vertical de la montagne pour la faire disparaître de la surface de l'eau et la faire apparaître sous la surface de l'eau.

points de vue sur la scène de cocréation de CH2. En effet, le spectateur A pouvait créer des montagnes dans un environnement à la surface de l'eau, en se trouvant sur une île entourée d'une mer. Les montagnes apparaissaient tout autour de lui. Les spectateurs B, quant à eux, étaient sous la surface de l'eau, et pouvaient voir les montagnes créées en temps réel grâce à un anneau simulé tout autour d'eux, représentant le paysage évolutif mais également leurs actions sur le paysage (voir Figure 6.6).

Ainsi, par les dispositifs asymétriques que nous avons mis en place, nous avons voulu mettre en avant plusieurs formes d'expression corporelle pour les spectateurs, selon les dispositifs d'immersion, et les modes d'interactions. La salle immersive Immersia était plutôt utilisée par des danseurs professionnels, performant devant un public immergé, tandis que les casques HMD étaient à disposition du grand public, pour cocréer un paysage virtuel avec le danseur professionnel. Cela permettait également de varier les manières de cocréer, et donc d'agir sur le paysage évolutif. Nous reviendrons plus en détail en chapitre 7 sur ces modalités interactives.

Durant les performances, nous avons constaté que le mode asymétrique permettait une pluralité des modes d'expression corporelle, tout en offrant aux spectateurs différents niveaux de danse selon leur aisance avec leur corps. Cependant, nous avons également remarqué que l'asymétrie demandait parfois des besoins de communication de la part des spectateurs qui ne comprenaient pas forcément leur environnement virtuel, ni les

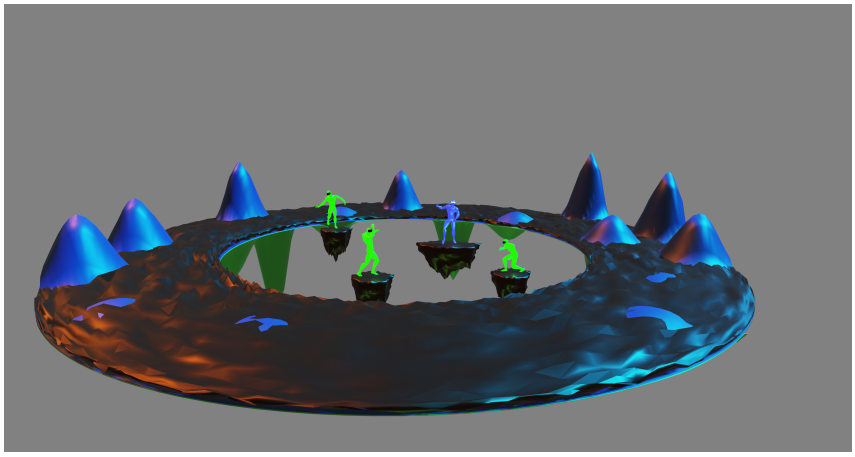


FIGURE 6.6 – Schéma du point de vue des Spectateurs B en Scène 2 de l'œuvre. Le Spectateur A, en bleu, créait des montagnes bleues, tandis que les Spectateurs B, en vert, faisaient disparaître les montagnes de A (en bleu) de la surface pour les faire réapparaître sous l'eau (en vert).

interactions proposées. Par exemple, les spectateurs B étaient souvent perdus en scène de cocréation, car leurs actions n'étaient pas aussi fluides que celles du spectateur A.

En constatant les avantages et inconvénients du système asymétrique, nous avons souhaité approfondir nos études sur l'interactivité et la participation dans un modèle symétrique, en créant une troisième version de Creative Harmony.

Modèle symétrique

Le modèle symétrique dans les CVE correspond à un modèle où tous les participants sont immergés de la même manière et peuvent interagir identiquement. Cela apporte des avantages intéressants comme l'inclusion égalitaire et la coaction favorisant la communication intra-groupe. Egalement, certaines tâches sont plus facilement réalisables de manière symétrique que de manière asymétrique, comme le présentent les recherches d'Helda et al.[34] Dans leur étude où plusieurs groupes devaient résoudre un problème de Rubik's Cube, ils ont constaté que l'asymétrie des systèmes d'immersion freinait le temps de réalisation de la tâche car le sentiment de coprésence était plus faible, la manipulation était plus compliquée et la bonne vision des objets était plus problématique. De même, la contribution à la résolution de la tâche et la performance étaient également inférieures. La symétrie, qu'elle soit immersive ou non, offre alors certains avantages selon les tâches ou travaux de groupe à réaliser.

Une étude complète menée par Drey et al.[35] compare les différences entre modèle symétrique et asymétrique dans le processus d'apprentissage par paire en réalité virtuelle. Ils ont constaté deux principaux points : les résultats montrent que la présence, l'immersion et l'expérience utilisateur pour tous les participants, ainsi que la charge cognitive pour les enseignants, étaient statistiquement significativement meilleures dans la configuration symétrique. Egalement, la motivation et le plaisir étaient plus élevés en format symétrique, favorisant la communication et la conscience de l'espace de travail. Ils ajoutent également plusieurs remarques favorisant l'apprentissage en binôme dans des modes collaboratifs en réalité virtuelle :

1. Les applications d'apprentissage en binôme en VR devraient toujours permettre à chaque utilisateur de se déplacer et d'interagir librement dans l'environnement virtuel.
2. Les applications d'apprentissage en binôme en VR devraient toujours fournir un avatar pour chaque utilisateur.
3. Les applications d'apprentissage en binôme en VR co-localisées devraient offrir la possibilité de corriger le décalage entre la voix et la position de l'avatar du partenaire.

34. Ilona Heldal et al., « Immersiveness and symmetry in copresent scenarios », in : *IEEE Proceedings. VR 2005. Virtual Reality, 2005.* IEEE, 2005, p. 171-178.

35. Tobias Drey et al., « Towards collaborative learning in virtual reality : A comparison of co-located symmetric and asymmetric pair-learning », in : *Proceedings of the 2022 CHI conference on human factors in computing systems*, 2022, p. 1-19.

4. Les informations affichées dans les applications d'apprentissage en binôme en VR devraient guider l'utilisateur pour explorer le VE et ne pas seulement capter son attention.
5. Les applications d'apprentissage en binôme en VR devraient utiliser un signalement saillant pour concentrer l'attention des utilisateurs.

Enfin, l'étude finit par se conclure sur l'idée que, dans un mode symétrique ou asymétrique, ce n'est pas forcément le résultat de l'apprentissage qui change, mais tout le vécu de l'expérience et les faciliter à apprendre, comme les questions de coprésence, d'expérience utilisateur ou de charge cognitive.

Toujours dans le domaine de l'éducation, les études de Jackson et al. [36] montrent l'intérêt d'un système symétrique dans l'apprentissage par paire. Les auteurs présentent des résultats positifs sur l'immersion et l'agréabilité de l'expérience virtuelle, tout en indiquant que la capacité de communication pendant l'apprentissage en VR améliorait grandement le travail collaboratif, que ça soit entre les étudiants ou d'un guide à un étudiant. L'étude compare également les résultats des paires selon les binômes constitués par genre et niveau d'expertise. Par exemple, les paires d'étudiantes expertes semblaient beaucoup plus communicatives que toutes les autres paires, et les paires d'experts masculins étaient plus focalisés sur la tâche elle-même. Même si nous ne sommes pas certains de l'importance de différencier les genres dans cette étude sur l'apprentissage en binôme, il reste intéressant de comparer les comportements selon les niveaux d'expertise. Dans sa globalité, l'étude présente un intérêt important de la symétrie concernant les sentiments de présence et d'implication des utilisateurs par rapport à la tâche à effectuer.

Enfin, dans une dernière étude basée sur les interactions individuelles et collaboratives dans une CVE, Xia et al. [37] proposent des systèmes pour améliorer la fluidité des interactions entre les différents acteurs, à une échelle individuelle et collaborative. Pour cela, les chercheurs proposent trois notions principales :

1. Le Conteneur, qui encapsule de manière cohérente un ensemble riche de techniques de navigation, de sélection et de manipulation, toutes accessibles par manipulation

36. Randolph L Jackson, Wayne Taylor et William Winn, « Peer collaboration and virtual environments : A preliminary investigation of multi-participant virtual reality applied in science education », in : *Proceedings of the 1999 ACM symposium on Applied computing*, 1999, p. 121-125.

37. Haijun Xia et al., « Spacetime : Enabling fluid individual and collaborative editing in virtual reality », in : *Proceedings of the 31st annual ACM symposium on user interface software and technology*, 2018, p. 853-866.

physique directe pour fournir une interaction fluide avec les objets et une navigation dans l'environnement.

2. Les Objets Parallèles, qui permet à un objet d'exister à plusieurs endroits dans un EV, et donc de pouvoir être manipulé plusieurs fois et plus facilement par plusieurs utilisateurs.
3. Les Objets Avatars, qui transforment l'avatar comme un objet séparé à un avatar comme objet aux comportements dynamiques et interactifs, au même titre que tous les autres objets présents dans l'environnement.

L'ensemble de ces trois éléments permet une interaction multi-utilisateurs plus riche et cohérente, des interactions sociales plus nombreuses sans pour autant nuire à l'autonomie de chacun. Le Conteneur permet de situer l'interaction dans son contexte en créant un espace-temps déterminé et objectif, les Objets Parallèles augmentent les capacités interactives collaboratives, donc multi-utilisateurs, sans créer de perte de fluidité dans les échanges sociaux, et les Objets Avatars améliorent les sentiments de coprésence et d'agentivité tout au long de l'expérience.

Nos recherches sur la symétrie dans les CVE montrent une grande importance de la communication dans ce modèle interactif. En effet, l'égalité des moyens d'immersion et d'interaction entraîne une meilleure facilité à la communication entre les utilisateurs [38], améliorant donc la manière de répondre à la tâche demandée. De même, la symétrie en HMD offre de meilleures conditions de coprésence et de conscience de l'espace de travail collaboratif, permettant donc de réaliser plus aisément les différentes missions, comme dans le domaine de l'apprentissage que nous avons étudié.

Cependant, il semble plus difficile de trouver des études sur la symétrie en CVE sans focalisation sur la communication orale, c'est-à-dire avec des utilisateurs réellement distants, ne pouvant communiquer que par les gestes. Il serait donc intéressant de creuser cette question dans de prochaines recherches pour voir si les résultats observés sont toujours si probants dans un système symétrique non communicatif oralement.

Dans notre œuvre Creative Harmony, qui se base sur de la cocréation et de la communication non verbale, nous avons tenté de faire un modèle de CVE symétrique dans notre troisième version, développée entre 2023 et 2024. Nous souhaitions voir si les volontés

38. Cagri Hakan Zaman, Asiya Yakhina et Federico Casalegno, « nRoom : an immersive virtual environment for collaborative spatial design », in : *Proceedings of the International HCI and UX Conference in Indonesia*, 2015, p. 10-17.

et les modes de création de chaque spectateur évoluaient selon le modèle asymétrique et symétrique.

Nous avons donc égalisé les points de vue, en ne différenciant plus un public à la surface de l'eau et un autre sous la surface au moment de la cocréation. Ainsi, tous les spectateurs se retrouvent à la surface lors de la cocréation des montagnes. Egalement, nous avons rendu symétrique les moyens interactifs, nous basant sur le Spectateur A de la deuxième version de l'œuvre, présenté précédemment. Ainsi, dans CH3, chaque spectateur peut créer librement des montagnes grâce à la captation de leurs mains, mais également des arbres par leur souffle capté grâce à un dispositif conçu spécifiquement pour l'œuvre (voir Figure 6.7).



FIGURE 6.7 – Photo de l'expérience CH3 dans laquelle trois spectateurs sont immergés par HMD avec capteur de souffle dans le même CVE.

Ainsi, par l'immersion et l'interaction égalitaire pour tous les spectateurs, la cocréation est davantage stimulée, plus efficace, incitant chacun à créer et s'adapter en fonction des actions des autres. De même, là où nous avions pu parfois constater de la frustration dans CH2, car les interactions et donc les libertés de création n'étaient pas les mêmes pour tout le monde, nous avons retrouvé une égalité du plaisir de créer avec le corps dans cette dernière version. Egalement, la communication non verbale est moins présente, malgré la conscience de la présence réelle de chaque spectateur dans la même pièce. Ce dernier point provient probablement du capteur de souffle, et donc de l'attention apportée par chacun à sa capacité à souffler pour créer, ou bien d'une amélioration de l'accompagnement du spectateur dans le suivi de l'œuvre et de l'exploration des différentes scènes. Encore une fois, nous développerons davantage les modalités interactives dans notre Chapitre 7, et

également les résultats entre les versions de l'œuvre en troisième partie de thèse.

6.3 Le spectateur immergé et interactif

Si nous avons précédemment défini l'immersion dans un environnement en réalité virtuelle, dont l'enjeu est directement lié à la technologie de l'interface interactive, il s'agira ici de comprendre le point de vue de l'utilisateur dans le principe immersif. En effet, lorsqu'une personne est immergée, par un casque de réalité virtuelle type HMD, des sentiments spécifiques émergent alors. On parle ainsi de sentiment de présence lorsque cette personne se sent "ici dans l'environnement virtuel". Dans un contexte de réalité virtuelle collaborative, nous percevons une nouvelle présence, à savoir la présence de l'autre, également appelée la coprésence.

Dans un deuxième temps, nous présenterons l'importance de l'avatar pour créer un sentiment de présence dans son corps virtuel, appelé l'incarnation. Cet avatar, par sa forme et ses possibilités interactives, permet de localiser une personne dans un espace, mais également de faire comprendre son champ de vision et ses actions dans l'environnement. Il s'agira donc ici de bien comprendre les différents enjeux liés à la simulation d'un corps réel dans un environnement virtuel collaboratif.

Enfin, pour approfondir cette compréhension de la coprésence, nous définirons le concept d'*awareness*, à savoir la conscientisation des actions de l'autre. Cette identification des actions respectives des uns et des autres dans l'environnement permettent, en partie, d'identifier nos propres actions possibles sur ce même environnement, et donc de faciliter notre expérience dans le monde en réalité virtuelle.

6.3.1 Présence de soi, présence de l'autre : présence et coprésence

La présence représente le sentiment d'être dans le monde qui nous entoure, qu'il soit réel ou virtuel. En réalité virtuelle, cette notion est d'autant plus importante qu'elle permet de comprendre l'investissement, la volonté d'interaction et donc d'échange entre l'utilisateur et le programme. Être présent dans l'environnement virtuel, c'est accepter d'y être et d'y effectuer des tâches. De même, être présent dans une œuvre en réalité virtuelle, c'est accepter de participer à la performance, peu importe notre degré d'intensité dans l'acte interactif et contemplatif. Slater précise cette idée : « *La présence découle d'une conjonction appropriée entre le système perceptif et moteur humain et l'immersion. La présence est une réponse. Distincte de la présence, on trouve des aspects d'une expérience tels que l'engagement, l'intérêt et l'émotion. Ceux-ci concernent le contenu de l'expérience. La présence, quant à elle, en est la forme.* [39] » [40] La présence fait donc partie d'un ensemble, qu'on pourrait appeler dans notre cas expérience esthétique, en parallèle de l'engagement, l'intérêt ou encore de l'émotion. Elle est directement liée au système sensori-moteur stimulé par l'immersion et l'interaction, et en représente le résultat comportemental de l'utilisateur.

Plus précisément, Lombard propose cette définition de la présence : « *Présence : illusion perceptuelle de non-médiation, produite par la disparition du médium de l'attention consciente du sujet. L'illusion de non-médiation peut se manifester de deux manières distinctes : (a) le médium peut sembler invisible ou transparent et fonctionner comme une grande fenêtre ouverte, où l'utilisateur du médium et le contenu du médium (objets et entités) partagent le même environnement physique ; et (b) le médium peut sembler se transformer en quelque chose d'autre qu'un médium, une entité sociale.* [41] » [42] C'est lorsque

39. Traduit de l'auteur : Presence arises from an appropriate conjunction of the human perceptual and motor system and immersion. Presence is a response. Separate from presence are aspects of an experience such as involvement, interest and emotion. These are to do with the content of the experience. Presence is the form.

40. Slater, « A note on presence terminology », *op. cit.*

41. Traduit de l'auteur : Presence : the perceptual illusion of non mediation, produced by means of the disappearance of the medium from the conscious attention of the subject. The illusion of nonmediation can occur in two distinct ways : (a) the medium can appear to be invisible or transparent and function as would a large open window, with the medium user and the medium content (objects and entities) sharing the same physical environment ; and (b) the medium can appear to be transformed into something other than a medium, a social entity.

42. M Lombard, « At the heart of it all : The concept of presence », in : *Journal of Computer-Mediated Communication* 3.*2* (1997).

l'utilisateur s'affranchit de la conscientisation de son corps dans un nouveau monde virtuel, et donc qu'il se laisse aller dans l'illusion, qu'il est en état de présence dans ce monde. Autrement dit, en oubliant sa présence dans le monde réel, on devient présent dans le monde virtuel. Si l'on compare avec nos définitions précédentes, l'immersion est bien la plongée de l'utilisateur dans l'environnement virtuel, par le biais des interfaces interactives (casque, écran, ...), et la présence est la bascule, le moment où cet utilisateur oublie le matériel pour se plonger entièrement dans l'illusion d'un nouveau monde [43].

Même si la présence est un processus individuel, propre à chaque utilisateur et variable selon l'expérience (ou parfois même dans une même expérience), nous pouvons tenter de comprendre plusieurs formes relationnelles. Lombard et al. [44] résument six variantes de la présence selon différentes théories :

1. Pour certains, la présence est le degré auquel un médium est perçu comme sociable, chaleureux, sensible, personnel ou intime lorsqu'il est utilisé pour interagir avec d'autres personnes. La théorie de la présence sociale [(Short, Williams, Christie, 1976)] et la théorie de la richesse des médias [(Rice, 1992)] ont été développées pour mieux adapter les médias de communication aux tâches organisationnelles afin de maximiser l'efficacité et la satisfaction.
2. Une seconde conceptualisation de la présence concerne le degré auquel un médium peut produire des représentations apparemment précises d'objets, d'événements et de personnes – des représentations qui ressemblent, sonnent et/ou donnent l'impression d'être la « vraie » chose. Cette conceptualisation est généralement utilisée par les ingénieurs des facteurs humains pour évaluer les réactions des consommateurs face aux variations des caractéristiques d'un médium.
3. Une autre définition conceptuelle de la présence repose sur l'idée de transport. Trois types distincts de transport peuvent être identifiés : « Vous êtes là », où l'utilisateur est transporté dans un autre lieu ; « C'est ici », où un autre lieu et ses objets sont transportés vers l'utilisateur ; et « Nous sommes ensemble », où deux (ou plusieurs) communicateurs sont transportés ensemble dans un lieu qu'ils partagent.

43. Le terme d'illusion est à prendre avec attention, car le monde virtuel est bien réel. Il est inscrit dans un espace et une temporalité qui sont réels, parfois tangibles. Ce qui est illusoire, c'est le sentiment que ce monde virtuel a remplacé notre réalité réelle, qu'il soit hyper-réaliste ou bien abstrait.

44. Lombard, « At the heart of it all : The concept of presence », *op. cit.*

4. La présence comme immersion inclut également une composante psychologique. Lorsque les utilisateurs ressentent une présence immersive, ils sont impliqués [(Palmer, 1995)], absorbés [(Quarrick, 1989)], engagés, captivés.
5. Dans une interaction parasociale, les utilisateurs des médias réagissent aux indices sociaux présentés par des personnes qu'ils rencontrent dans un médium, même si cela est illogique et même inapproprié. La nature médiatisée de l'« interaction » est ignorée, et la personnalité médiatique est perçue à tort comme un acteur social.
6. La dernière conceptualisation de la présence implique des réponses sociales des utilisateurs des médias non pas aux entités (personnes ou personnages informatiques) présentes dans un médium, mais aux indices fournis par le médium lui-même.

Dans le premier point, nous retrouvons un terme important dans notre cas qui est la présence sociale. Heater la définit comme « *La présence sociale fait référence à la mesure dans laquelle d'autres êtres (vivants ou synthétiques) existent également dans le monde et semblent réagir à vous. À certains égards, c'est un sous-ensemble de la présence personnelle, mais elle est discutée séparément pour souligner le pouvoir qu'elle peut avoir dans le renforcement de la présence.* [45] » [46] Le deuxième point cité de Lombard et al. fait directement référence à la présence dans la réalité virtuelle. Il s'agit bien de l'état de conscience personnelle d'une personne immergée dans un environnement virtuel. De même, les troisième et quatrième points se retrouvent dans la VR, dans la mesure où l'utilisateur est "là, dans le monde virtuel", "c'est ici" qu'il interagit et performe, et dans le cas d'une VR collaborative, les utilisateurs "sont ensemble". Ils sont donc immergés et impliqués, engagés, captivés ensemble dans l'environnement virtuel. Il reste important néanmoins, de préciser que le degré d'implication, d'engagement ou de captivation évoluent tout au long de l'expérience, et que beaucoup de facteurs internes ou externes peuvent faire varier ces données (voire les annuler complètement). Enfin, les deux derniers points font référence au cas de VR sociale, où plusieurs utilisateurs sont immergés et communiquent entre eux, puisque chacun est présent dans l'environnement virtuel, mais également qu'ils passent par l'interaction pour communiquer.

Enfin, un dernier point important sur la présence est sa distinction selon le point de

45. Traduit de l'auteur : Social presence refers to the extent to which other beings (living or synthetic) also exist in the world and appear to react to you. This is in some respects a subset of personal presence, disccused separately to draw attention to the power it may have in enhancing presence.

46. Carrie Heater, « Being there : The subjective experience of presence. », in : *Presence Teleoperators Virtual Environ.* 1.*2* (1992), p. 262-271.

vue. En effet, Heater [47] décrit trois présences différentes :

1. **La présence personnelle subjective** présente dans quelle mesure et pour quelles raisons vous ressentez que vous êtes dans un monde virtuel ("Je vois mes propres mains dans le monde virtuel", "L'EV me donne un sentiment de déjà-vu", "Malgré les différences de lois de la physique avec le monde réel, je peux apprendre à reconnaître et comprendre mon EV pour y interagir").
2. **La présence sociale** que nous avons décrite précédemment et qui présente l'idée de compréhension des autres éléments interactifs présents dans l'EV.
3. **La présence environnementale** se réfère à la mesure dans laquelle l'environnement lui-même semble savoir que vous êtes là et réagit à vous. [...] Si l'environnement sait que vous êtes là, cela peut contribuer à vous faire croire que vous êtes présent.

Dans une œuvre en réalité virtuelle collaborative comme celle étudiée dans notre recherche, nous pouvons retrouver ces trois formes de présence. Tout d'abord, le spectateur est individuellement présent dans l'EV grâce à sa perception de son corps et de son environnement. Ensuite, il y a une présence sociale avec la conscientisation de l'ensemble des éléments interactifs de l'œuvre (les autres spectateurs). Enfin, il y a une présence environnementale puisque l'ensemble de l'environnement réagit aux différents gestes de chacun (que ça soit les écrans du casque qui évoluent avec la rotation de la tête du spectateur, ou encore le paysage génératif avec la génération de montagnes par la danse).

Dans ce contexte précédemment cité, il nous semble important de préciser les notions de coprésence et de présence sociale. En effet, dans un environnement virtuel collaboratif, ce sont des notions majeures qui permettent de comprendre les processus interactifs et les liens entre chaque utilisateur.

Tout d'abord, Goffman décrit la coprésence comme le sentiment d'être ensemble [48]. C'est donc l'idée que dans un EV, un utilisateur est présent personnellement, mais conscientise la présence des autres, et donc conclut l'idée qu'ils sont ensemble dans la réalité virtuelle. Youngblut propose une définition plus précise de la coprésence : « *La coprésence est l'expérience subjective d'être ensemble avec d'autres dans un environnement généré par ordinateur, même lorsque les participants se trouvent physiquement dans des lieux diffé-*

47. *Ibid.*
48. Erving Goffman, *Behavior in public places*, Simon et Schuster, 2008.

rents.[49] »[50] Nous comprenons bien que, même dans un rapport collectif, la présence reste avant tout un processus singulier, individuel. Autrement dit, un spectateur peut vivre une coprésence différente de celle d'un autre, puisque chacun à son propre champ de vision et sa propre interprétation de ce qu'il voit. Ici encore, lorsque l'auteur fait référence aux "autres", cela peut être des personnes réelles représentées virtuellement, mais également des acteurs virtuels interactifs.

Alors, on pourrait se demander ce qui différencie la coprésence de la présence sociale. Si les deux sont des processus interprétatifs personnels liés à une situation collective, leur différence tient dans le médium même, et donc dans la fonction de l'EV. En citant à nouveau Youngblut : « *La présence sociale est un phénomène subjectif qui dépend des propriétés du médium. Ce concept a été développé pour mesurer la « qualité » d'un moyen de communication ou, plus précisément, pour soutenir les comparaisons entre différents médias dans le cadre de tâches définies. La plupart des mesures actuelles de la présence sociale pour les environnements virtuels (EV) s'appuient sur ces premiers travaux, mais certains chercheurs ont adopté une perspective différente. Dans ce cas, la présence sociale va au-delà de la coprésence pour aborder les idées psychosociales d'interaction personnelle.*[51] »[52] Ainsi, la coprésence serait le sentiment qu'une ou plusieurs personnes sont présentes dans notre EV, alors que la présence sociale porte son attention sur la qualité interactive du groupe, sur le degré auquel un individu perçoit une connexion sociale, intellectuelle, avec un autre individu (encore une fois, réel ou virtuel). La première représente la présence mutuelle, et la deuxième évoque les liens relationnels et interactifs entre chaque. Pour aller plus loin, Biocca dit ceci : « *La présence sociale se produit lorsque les utilisateurs ressentent qu'une forme, un comportement ou une expérience sensorielle indique la présence d'un autre individu. La quantité de présence sociale correspond au degré auquel un utilisateur perçoit un accès à l'intelligence, aux intentions et aux impressions*

49. Traduit de l'auteur : Copresence is the subjective experience of being together with others in a computer-generated environment, even when participants are physically situated in different sites.

50. Christine Youngblut, « Experience of presence in virtual environments », in : *Institute for Defense Analyses, Alexandria, Virginia* (2003).

51. Traduit de l'auteur : social presence is a subjective phenomenon that depends on properties of the medium, the concept was developed to measure the 'quality' of a means of communication or, more specifically, to support comparisons between media for defined tasks. Most of the current measures of social presence for VEs are based on this early work, but some researchers have taken a different view. In this case, social presence goes a step further than co-presence to address social psychological ideas of personal interaction.

52. Youngblut, « Experience of presence in virtual environments », *op. cit.*

sensorielles d'un autre.[53] »[54] Encore une fois, nous comprenons bien que la coprésence se base sur la perception d'autres entités interactives, tandis que la présence sociale est concentrée sur la forme interactive, la quantité de perception d'actions des uns et des autres, impactant notre présence dans l'environnement virtuel.

Enfin, si nous supposons que la coprésence ou la présence sociale ont un lien étroit avec la cocréation, à l'instar de Slater[55], mais également un lien avec la communication, tout comme le pense Casanueva[56], c'est bien parce que, dans notre œuvre, nous avons constaté l'importance de la représentation des corps et des interactions dans le processus de compréhension de l'acte collaboratif. En effet, selon les formes des avatars, leur distance ou leur lisibilité (que ce soit le corps ou les interactions), la perception des autres dans l'espace, de leur implication sur le paysage interactif, mais également sur la capacité de communiquer, évoluait selon les formats de l'œuvre. Ainsi, la coprésence et la présence sociale permettraient d'améliorer la compréhension, et donc l'intention dans l'acte co-créatif, allant jusqu'à la communication gestuelle, la synchronisation et l'hybridation des corps. Dans notre prochaine sous-partie, c'est justement la question de la représentation des corps et de l'interactivité que l'on va étudier.

53. Traduit de l'auteur : Social presence occurs when users feel that a form, behavior, or sensory experience indicates the presence of another individual. The amount of social presence is the degree to which a user feels access to the intelligence, intentions, and sensory impressions of another.

54. Frank Biocca, « The cyborg's dilemma : Progressive embodiment in virtual environments », in : *Journal of computer-mediated communication* 3.*2* (1997), JCMC324.

55. Mel Slater et al., « Small-group behavior in a virtual and real environment : A comparative study », in : *Presence* 9.*1* (2000), p. 37-51.

56. Juan S Casaneuva, « Presence and co-presence in collaborative virtual environments », in : (2001).

6.3.2 Avatar et représentation de l'interactivité

La représentation du corps réel par un avatar peut avoir un impact significatif sur l'expérience d'une personne immergée en réalité virtuelle [57]. Selon sa forme, son réalisme, son anthropomorphisme, l'avatar influe sur la manière dont l'utilisateur interagit avec son environnement virtuel.

Cependant, dans les arts numériques, l'hyper-réalisme du corps virtuel peut être en contradiction avec la direction artistique de l'œuvre, avec les choix esthétiques de l'auteur. La représentation du corps du spectateur est un enjeu important en amont, car sa différence stylistique avec l'EV peut entraîner une perte d'immersion ou de sens pour l'œuvre. Ainsi, dans notre cas, il a été question durant tout le développement de l'œuvre Creative Harmony depuis 2020, de trouver le bon équilibre entre création d'un avatar semi-humanoïde abstrait et incarnation.

Pour comprendre cette idée d'incarnation, nous pouvons reprendre l'idée de Benford qui la définit comme « *la mise à disposition d'images de corps appropriées aux utilisateurs d'un dispositif virtuel, dans le but de se représenter et de représenter les autres.* [58] » [59] C'est donc le sentiment d'intégrer un corps virtuel correspondant à notre corps réel en répondant à nos actions en temps réel par la simulation de nos membres et de nous mouvements. Benford explique également que dans un environnement virtuel collaboratif, l'incarnation est une source continue d'informations sur la présence, l'activité, l'attention, la disponibilité, l'humeur, le statut, la localisation, ou encore l'identité. [60] Il s'agit donc d'un enjeu important dans le processus d'expérimentation d'un environnement virtuel.

Dans la même lignée, Kilteni et al. définissent l'incarnation comme « *le sentiment qui émerge lorsque les propriétés du corps virtuel sont traitées comme si elles étaient les propriétés de son propre corps biologique.* [61] » [62] Les recherches vont plus loin avec une distinction de trois facteurs du sentiment d'incarnation dans un environnement virtuel

57. Geoffrey Gorisse et al., « I am a Genius ! Influence of Virtually Embodying Leonardo da Vinci on Creative Performance », in : *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 29.*11* (2023), p. 4328-4338.

58. Traduit de l'auteur : the provision of users with appropriate body images so as to represent them to others and also to themselves.

59. Benford et al., « User embodiment in collaborative virtual environments », *op. cit.*

60. *Ibid.*

61. Traduit de l'auteur : the sense that emerges when B's properties are processed as if they were the properties of one's own biological body

62. Konstantina Kilteni, Raphaela Groten et Mel Slater, « The sense of embodiment in virtual reality », in : *Presence : Teleoperators and Virtual Environments* 21.*4* (2012), p. 373-387.

immersif : le sens de l'**auto-localisation** qui correspond à un volume déterminé dans l'espace où les utilisateurs se sentent situés (nous nous sentons immergé dans un corps, positionné dans un espace) ; le sens de l'**agentivité** qui définit le sentiment de contrôle global, incluant l'expérience subjective de l'action, du contrôle, de l'intention, de la sélection motrice et de l'expérience consciente de la volonté ; et le sens de l'**appropriation corporelle** qui se réfère à l'auto-attribution d'un corps [63]. Ainsi, notre capacité à nous sentir dans un corps virtuel dépend de sa localisation dans un environnement virtuel, dans sa capacité à agir comme notre corps réel, et à donner le sentiment d'être un corps plausible.

De même, pour faire un lien avec ce que nous disions précédemment sur la coprésence, Bevacqua et al. avancent l'idée qu'elle est en partie due à l'incarnation des avatars, avec le rôle crucial du corps dans la construction du sens de notre propre monde virtuel [64]. Ainsi, par le corps simulé, nous découvrons notre environnement par le résultat de nos actions et perceptions, et communiquons par nos gestes. C'est par notre représentation virtuelle que nous pouvons avoir conscience de notre présence dans l'EV, mais également conscience de la présence des autres, créant ainsi une présence sociale.

Les études sur les avatars sont nombreuses et dépendent fortement de leur domaine de recherche. Aussi, nous nous concentrerons sur une vision artistique de la représentation du corps dans un environnement virtuel interactif. Nous nous poserons donc deux hypothèses principales dans notre recherche : un avatar semi-humanoïde non-réaliste peut permettre un bon sentiment d'incarnation chez les spectateurs. Moins l'avatar est réaliste, plus l'interactivité doit être intuitive pour créer un sentiment d'incarnation. Pour comprendre notre étude de l'avatar, nous présenterons dans un premier temps les effets de la représentation du corps dans le monde virtuel, puis nous étudierons la représentation de l'interaction et l'idée d'agentivité.

63. Charlotte Dubosc et al., « Impact of avatar facial anthropomorphism on body ownership, attractiveness and social presence in collaborative tasks in immersive virtual environments », in : *Computers & Graphics* 101 (2021), p. 82-92.

64. Elisabetta Bevacqua et al., « INGREDIBLE : A platform for full body interaction between human and virtual agent that improves co-presence », in : *Proceedings of the 3rd International Symposium on Movement and Computing*, 2016, p. 1-8.

Représentation de l'avatar

Comme énoncé précédemment, la représentation de l'avatar a un impact sur le comportement de l'utilisateur dans l'environnement virtuel. Selon son apparence, nous pouvons en déduire notre champ de vision, nos capacités interactives, nos moyens de communication, en somme tout ce qui permet d'évoluer dans le monde virtuel. Les recherches d'Economou et al. présentent le lien qui existe entre création d'avatars réalistes et processus d'identification et d'awareness [65]. De même Fraser et al. déterminent l'importance de créer un avatar mettant en avant ses capacités interactives plutôt qu'un avatar humanoïde réaliste dont les problèmes de calculs en temps réel pourraient être un frein à l'incarnation [66].

L'idée serait alors de créer un avatar suffisamment intuitif dans sa capacité interactive afin de résoudre la tâche à accomplir. Des éléments supplémentaires peuvent être ajoutés, mais il est important de respecter une cohérence, sans brouiller la lecture interprétative de l'utilisateur lors de son incarnation dans le corps virtuel. Ainsi, dans une grande partie des cas, nous retrouvons en réalité virtuelle des simulations de tête et de corps (ou du moins, de buste) afin de comprendre la taille, l'emplacement, et le champ de vision d'une personne dans l'EV. Ensuite, des mains peuvent être signifiées, soit par leur forme biologique, soit par un symbole comme une forme géométrique ou un outil précis.

Dans des environnements virtuels collaboratifs, l'apparence de l'avatar est d'autant plus importante qu'elle permet l'identification des autres, tout en aidant à sa propre identification ("je perçois que l'autre est comme tel, donc je suppose que je suis comme tel"). De même, les formes du corps virtuel permettent d'améliorer la communication, et donc la résolution de tâches collaboratives [67]. Les recherches de Heidicker et al. ont montré que dans une VR sociale, les avatars contrôlés par les mouvements permettent un meilleur sentiment de présence chez l'utilisateur. De même, l'apparence du corps sous l'aspect d'une tête et de deux mains seulement ont montré qu'il n'y avait pas de décroissement de cette présence, appuyant l'idée que l'entièreté d'un corps virtuel n'est pas obligatoire selon les environnements virtuels utilisés [68]. Afin de compléter cette idée, Gonçlavez et

65. Daphne Economou et al., « User experience evaluation of human representation in collaborative virtual environments », in : *Personal and Ubiquitous Computing* 21 (2017), p. 989-1001.

66. Mike Fraser et al., « Getting the picture : Enhancing avatar representations in collaborative virtual environments », in : *Inhabited information spaces : Living with your data*, Springer, 2004, p. 133-150.

67. Gary Bente et al., « Avatar-mediated networking : Increasing social presence and interpersonal trust in net-based collaborations », in : *Human communication research* 34.*2* (2008), p. 287-318.

68. Paul Heidicker, Eike Langbehn et Frank Steinicke, « Influence of avatar appearance on presence in social VR », in : *2017 IEEE symposium on 3D user interfaces (3DUI)*, IEEE, 2017, p. 233-234.

al. ont étudié différents niveaux de contrôle sur l'auto-représentation et la manière dont cette auto-représentation est réalisée (avatar corps entier ou membres flottants) sur le sentiment de présence et d'incarnation en utilisant des technologies grand public à faible coût [69]. Leurs résultats ont montré quatre points principaux :

1. Les mains flottantes seules surpassent la combinaison des mains et des pieds.
2. La marche simulée est meilleure que les pieds statiques et la marche réelle.
3. L'ajout du suivi de la taille, en complément des pieds, des mains et de la tête, améliore significativement les scores d'incarnation.
4. Aucune différence n'a été observée entre l'utilisation de membres flottants et celle d'un avatar corps entier.

C'est bien ces premier et dernier points qui nous intéressent dans notre cas, car l'idée que la simulation de mains flottantes apporte autant de présence qu'un corps entier permet aux artistes de se libérer d'une problématique coûteuse en matière de représentation, de simulation, de captation du corps. En plus de cela, symboliser le corps par ses membres les plus interactifs, sans créer une logique de fonctionnement biologique entre la main et le corps, permet de générer des avatars semi-humanoïdes artistiques, jouant ainsi sur les formes, les couleurs, les simulations évolutives et interactives. La représentation du corps virtuel peut donc devenir un terrain de création artistique à part entière, et permettre au spectateur d'être simulé en cohésion avec l'environnement virtuel dans lequel il est immergé.

Enfin, McDonnell et al. ont fait une étude psychologique d'interprétation de mouvement de représentations humanoïdes, d'un style réaliste à un style stylisé [70]. Plusieurs groupes de personnes devaient effectuer une tâche collective avec un avatar dont le style variait entre très réaliste à très abstrait. Les premiers résultats montrent que la majorité des informations nécessaires à la compréhension d'un avatar sont comprises dans une image fixe et abstraite, n'obligeant donc pas l'utilisation du mouvement et de réalisme pour interpréter un personnage. L'étude démontre également une attirance pour les personnages très réalistes et très abstraits, mais une perte d'attrayance pour les personnages situés au milieu de l'échelle étudiée. Un autre point fondamental est le fait que

69. Guilherme Gonçalves et al., « Evaluation of the impact of different levels of self-representation and body tracking on the sense of presence and embodiment in immersive VR », in : *Virtual Reality* 26.*1* (2022), p. 1-14.

70. Rachel McDonnell, Martin Breidt et Heinrich H Bülthoff, « Render me real ? Investigating the effect of render style on the perception of animated virtual humans », in : *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 31.*4* (2012), p. 1-11.

les utilisateurs interagissaient aussi facilement avec les personnages réalistes qu'avec les personnages abstraits, notamment grâce à la bande sonore qui aide à l'interprétation. L'équipe de recherche conclut ce dernier résultat par le fait que les participants étaient tellement concentrés sur leur tâche à exécuter que l'apparence de l'avatar avec qui ils collaboraient n'influençait pas leurs interactions. Enfin, ils ont constaté que les avatars réalistes étaient plus dérangeants lors de problèmes survenant pendant leurs mouvements, contrairement aux avatars abstraits.

Ainsi, nous pouvons constater que le réalisme n'est pas une obligation pour se sentir incarné dans un personnage, ni pour comprendre nos interactions. De même, le réalisme, s'il est mal simulé ou s'il contient des erreurs lors de mouvements, entraîne un plus fort dérangement chez le spectateur que si l'avatar était abstrait. C'est en cela que le point de vue de Fraser est important, sur cette idée que l'intérêt de l'avatar réside dans sa capacité à être compris, intuitif, interprétable, plutôt que forcément réaliste. A l'inverse, le terme *uncanny valley* ("vallée de l'étrange"), tout d'abord développé par Masahiro Mori [71], puis utilisé dans les sciences de la réalité virtuelle [72] désigne le sentiment d'étrangeté, de malaise, voire de rejet, face à une entité humanoïde artificielle. Ce sentiment peut se manifester en VR lorsqu'un avatar est par exemple trop réaliste, mais avec des mouvements ou comportements non naturels. Il est donc nécessaire de trouver le bon équilibre entre apparence de l'avatar et ressentie de l'utilisateur pour favoriser au mieux l'immersion et l'interaction, et donc au finale l'expérience du dispositif VR.

Les environnements virtuels sociaux offrent souvent la possibilité aux utilisateurs de personnaliser leurs avatars. Ainsi, plutôt que de simuler un humanoïde virtuel proche de notre physique réel, grâce à des technologies coûteuses financièrement et techniquement comme la photogrammétrie, nous avons le choix de personnaliser notre représentation, souvent de manière symbolique (couleur de peau, des yeux, de cheveux, de vêtements) grâce à une bibliothèque en ligne. Cette technique est amplement utilisée dans les jeux vidéo de type MMORPG [73] lors de la création de son personnage, permettant ainsi, au-delà de son pseudonyme, d'être identifié et d'identifier facilement les autres joueurs [74]. Dans

71. Masahiro Mori, Karl F MacDorman et Norri Kageki, « The uncanny valley [from the field] », in : *IEEE Robotics & automation magazine* 19.*2* (2012), p. 98-100.

72. Jan-Philipp Stein et Peter Ohler, « Venturing into the uncanny valley of mind—The influence of mind attribution on the acceptance of human-like characters in a virtual reality setting », in : *Cognition* 160 (2017), p. 43-50.

73. Jeu de rôle massivement multi-joueur, comme par exemple World of Warcraft

74. Etienne Armand Amato, « L'heuristique de l'avatar : polarités et fondamentaux des hypermédias

ce contexte ludique, l'apparence de l'avatar peut être complètement polymorphe, allant de l'humanoïde réaliste à l'incarnation dans un animal, un monstre, une figure divine, ou bien même à une forme géométrique. Ainsi, la représentation abstraite d'une personne dans un contexte social n'a pas d'impact négatif sur la présence sociale et l'incarnation, comme le démontrent Desnoyers-Stewart et al. en se référant à Biocca et Harms [75].

Dans un contexte artistique, l'avatar est un moyen pour l'auteur de jouer avec la représentation des corps des spectateurs. Puisque le réalisme n'est pas une obligation pour la bonne perception de l'EV, et donc de la bonne performance de l'œuvre, alors il semble intéressant d'exploiter ces possibilités créatrices. Les recherches de Bernal et Maes présentent des avatars inspirés des travaux artistiques de Nick Cave ou de Kohei Nawa, et prennent la forme d'humanoïdes composés de systèmes de particules [76]. De même, Desnoyers-Stewart et al. créent des avatars interactifs simulés par systèmes de particules avec différentes couleurs pour induire les interactions à exécuter [77]. Dans leur œuvre *Embodied Telepresent Connection (ETC)*, l'équipe de recherche calcule les conséquences pseudo-haptiques de deux personnes immergées et interactives dans un EV. Les avatars sont représentés par un système de particules à la forme humanoïde abstraite une silhouette uniforme pour tout le monde) dans les tons bleu / violet. Lorsque les deux mains des participants s'approchent, celles-ci deviennent rouge / orange, appuyant le lien interactif qu'elles simulent. Lors du contact entre les deux personnes, des événements visuels et sonores apparaissent (voir Figure 6.8).

Une autre œuvre présentant un avatar semi-humanoïde est *Love Simulation EVE : Water Spirits* d'Eero Tiainen. Les spectateurs sont incarnés dans des silhouettes humanoïdes abstraites, composées de systèmes de particules bleues. Nous voyons nos mains, contrôlées par les manettes du casque Meta Quest 2, de la même couleur et substance que le corps. Le sentiment d'incarnation dans notre corps est accentué par la vision de notre partenaire d'expérience, lui-même dans un corps en particules de la même couleur.

et des cybermédias », in : *Revue des Interactions Humaines Médiatisées (RIHM)= Journal of Human Mediated Interactions* 11.*1* (2010), p. 87.

75. John Desnoyers-Stewart et al., « Embodied telepresent connection (ETC) : Exploring virtual social touch through pseudohaptics », in : *Extended abstracts of the 2023 CHI conference on human factors in computing systems*, 2023, p. 1-7.

76. Guillermo Bernal et Pattie Maes, « Emotional beasts : visually expressing emotions through avatars in VR », in : *Proceedings of the 2017 CHI conference extended abstracts on human factors in computing systems*, 2017, p. 2395-2402.

77. Desnoyers-Stewart et al., « Embodied telepresent connection (ETC) : Exploring virtual social touch through pseudohaptics », *op. cit.*

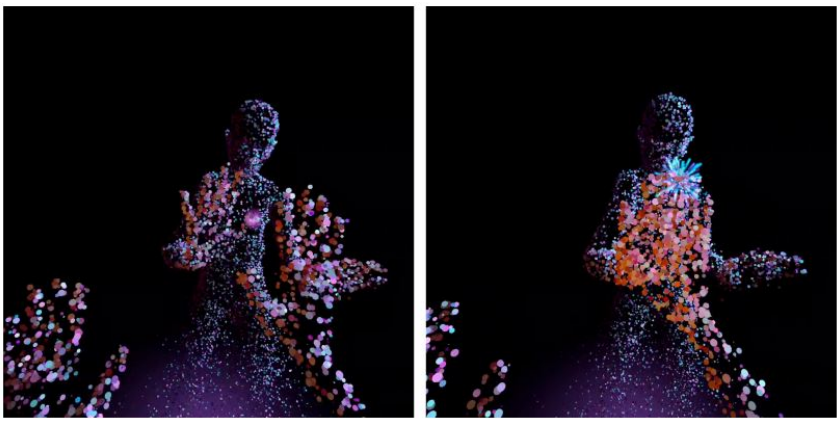


FIGURE 6.8 – Capture d'écran de l'œuvre Embodied Telepresent Connection de John Desnoyers-Stewart. Crédit photo : John Desnoyers-Stewart.

Ensemble, les deux spectateurs doivent co-manipuler par les mains une matière évolutive, élément commun et représentation du lien collaboratif entre les deux acteurs. Les particules des corps et de la matière se mélangent pendant tout le temps de l'expérience, rendant ainsi les avatars interactifs avec l'environnement (voir Figure 6.9).

Les avatars composés de systèmes de particules offrent donc un double avantage aux artistes numériques. Tout d'abord, cela permet de créer un avatar facilement adaptable à la direction artistique de l'œuvre, puisque les systèmes de particules sont aisément manipulables, modifiables, tout en apportant un résultat visuel impactant. De même, ils permettent de créer un sentiment d'incarnation suffisamment efficace pour l'expérience, puisqu'ils peuvent symboliser la forme du corps, tout en restant relativement abstraits pour se fondre dans l'environnement. Deuxièmement, les systèmes de particules permettent de rendre l'avatar interactif selon les actions de chacun et l'environnement. L'interaction peut être simulée directement par le corps et donner un retour visuel pratique pour la bonne compréhension des actions des spectateurs.

Dans notre œuvre Creative Harmony, les avatars des spectateurs sont également en systèmes de particules, comme dans les deux œuvres précédemment citées (voir Figure 6.10).

Nous souhaitions présenter une forme semi-humanoïde pouvant s'intégrer dans la direction artistique de l'environnement virtuel, sans dénoter. Egalement, nous avons opté pour une représentation abstraite des mains, permettant de se concentrer sur les mouvements et ses tracés signifiés par les particules longues. Ainsi, l'expérience du spectateur



FIGURE 6.9 – Capture d'écran de l'œuvre Love Simulation EVE : Water Spirits d'Eero Tiainen. Crédit photo : Eero Tiainen.



FIGURE 6.10 – Avatars dans Creative Harmony

se focalise au maximum sur ses gestes comme outil de création du paysage virtuel. Aussi, l'orientation du visage est signifiée par une densité accrue des particules sur le visage, comme le présente la Figure 6.10. Cependant, nous avons constaté que la conscientisation de l'orientation du corps des autres spectateurs n'était pas suffisamment perceptible, c'est pourquoi nous avons expérimenté une dernière version pour CH3 (voir Figure 6.11). Dans ce format, les têtes des avatars sont plus longues à l'arrière, permettant de signifier un avant et un arrière, et donc d'améliorer la compréhension de l'orientation du corps global. Egalement, nous avons gardé la densité de particules au niveau des yeux et de la bouche

pour faciliter la compréhension du sens de l'avatar. Enfin, dans cette version, chaque personne a des couleurs de particules différentes afin d'aider à identifier chaque spectateur dans l'environnement virtuel.



FIGURE 6.11 – Avatar dans Creative Harmony 3

Pour conclure, nous avons fait en sorte que nos avatars puissent évoluer selon les possibilités interactives utilisées par les spectateurs. En effet, nous avons déjà présenté l'idée que la longueur des particules des mains évolue, devenant de plus en plus longue, afin que chacun puisse dessiner avec. Egalement, les particules des corps des avatars, dans CH3, tournent sur elles-mêmes pour signifier l'utilisation du souffle chez un spectateur. C'est justement la représentation de ces interactions qui nous intéresse maintenant dans notre étude. Au-delà de simuler un corps capable de créer un sentiment d'immersion chez le spectateur, il est important de montrer visuellement les actions interactives pour créer l'envie d'interagir. C'est donc ce que nous étudierons plus précisément dans la prochaine partie.

De l'incarnation à l'interaction

Pour qu'un spectateur comprenne la narration de l'œuvre, il est important que l'interactivité dans sa globalité soit comprise. Ainsi, représenter visuellement les différentes interactions dans l'expérience est un enjeu important pour la bonne interprétation de l'œuvre et une forte implication de la part des spectateurs. Si l'incarnation dans son avatar est une première étape de l'immersion, alors la simulation de ses actions est un point nécessaire à la bonne interaction. Ces facteurs sont liés à ce que décrit Fraser et al. sur la représentation des avatars, en insistant sur l'importance du point de vue dans la communication et la compréhension des capacités sensorielles d'un avatar [78]. Dans un environnement virtuel collaboratif, il est nécessaire de comprendre ses actions, mais également celles des autres pour pouvoir correctement répondre à la tâche demandée. Ses préoccupations se concentrent donc non pas sur « *seeing what the other is seeing* » (voir ce que l'autre voit) mais plutôt sur *seeing what another is doing* (voir ce qu'un autre fait). Cette distinction entre *l'autre* et *un autre* est importante ici, puisqu'elle inclut que tout le monde doit avoir cette capacité, pas seulement la personne ciblée par l'étude. Ainsi, si "je vois ce qu'un autre fait", cela inclut que "cet autre voit ce que je fais", et cela pour autant de nombre de participants qui se trouvent en même temps que moi dans l'environnement virtuel. Chacun doit percevoir la présence et les actions des autres, pour tous les utilisateurs, et pendant toute la durée de l'expérience, même si les interactions évoluent.

Pour continuer dans cette idée, Hindmarsh et al. décrivent les difficultés liées à la réalisation de tâches collaboratives dans un environnement virtuel [79]. Le constat de cette étude montre le besoin des participants à pallier la mauvaise compréhension des actions mutuelles par des échanges oraux expliquant ce qu'ils faisaient. De même, cela entraînait une mauvaise compréhension des actions des autres, rendant difficile la tâche commune à réaliser. Il est donc important de pouvoir représenter le plus intuitivement possible les interactions, pour que l'objectif collaboratif soit facilement atteignable, sans devoir pallier avec un besoin communicatif oral.

Dans un environnement virtuel collaboratif, si l'avatar de la personne en face de nous

78. Mike Fraser et al., « Supporting awareness and interaction through collaborative virtual interfaces », in : *Proceedings of the 12th annual ACM symposium on User interface software and technology*, 1999, p. 27-36.

79. Jon Hindmarsh et al., « Fragmented interaction : establishing mutual orientation in virtual environments », in : *Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 1998, p. 217-226.

possède des yeux, alors nous concluons que cette personne peut voir. De même, si elle possède des mains, nous estimons qu'elle peut les utiliser. Dans certains cas, la présence d'outils précis peut préciser notre compréhension de la tâche à exécuter. Cependant, trop donner d'informations peut perdre l'utilisateur dans ses possibilités et missions, aussi, Benford et al. parlent d'*Efficacité* (efficiency en anglais) : « *Il y aura toujours une limite aux ressources informatiques et de communication disponibles. En conséquence, les incarnations doivent être aussi efficaces que possible, en transmettant les informations mentionnées ci-dessus de manière simple. Plus spécifiquement, nous supposons que les approches visant à reproduire la forme physique humaine dans le moindre détail pourraient en réalité être inefficaces et que des approches plus abstraites, reflétant les enjeux ci-dessus de manière simple, pourraient être plus appropriées. De plus, nous devons soutenir une "dégradation progressive", afin que les utilisateurs disposant de matériel moins puissant ou d'interfaces plus simples puissent obtenir des informations suffisamment utiles sans être submergés. Cela suggère de prioriser les enjeux mentionnés dans tout scénario de communication donné.*[80] »[81] Ainsi, il est impératif d'être le plus efficace possible, le plus intuitif pour que l'utilisateur se sente incarné et comprenne ses interactions tout comme celles des autres.

Cette efficacité est d'autant plus complexe dans une œuvre d'art en réalité virtuelle si les "tâches" des spectateurs ne sont pas précis(é)es. En effet, plus la liberté d'interaction est grande et la capacité de réaction du dispositif est adaptative aux spectateurs, plus les possibilités de ne pas comprendre ce qui est demandé sont grandes. Il faut donc créer des retours visuels, sonores ou encore semi-haptiques à chaque action comprise par l'ordinateur, pour que le spectateur comprenne son impact sur l'environnement virtuel. La forme de l'avatar, si elle est trop abstraite, peut aggraver cette perte de lecture, de compréhension par son manque d'efficacité. De même, pour qu'une interaction soit facilement compréhensible, il est préférable qu'elle existe dès le début de l'expérience, au moment où le spectateur s'adapte à l'environnement virtuel. En effet, s'il essaie de toucher un objet dès les premières minutes mais qu'aucune action ne se déroule, alors il ne retentera pas

80. Traduit de l'auteur : There will always be a limit to available computing and communications resources. As a result, embodiments should be as efficient as possible, by conveying the above information in simple ways. More specifically, we suspect that approaches which attempt to reproduce the human physical form in as full detail as possible may in fact be wasteful and that more abstract approaches which reflect the above issues in simple ways may be more appropriate. Furthermore, we need to support 'graceful degradation' so that users with less powerful hardware or simpler interfaces can obtain sufficiently useful information without being overloaded. This suggests prioritising the above issues in any given communication scenario.

81. Benford et al., « User embodiment in collaborative virtual environments », *op. cit.*

forcément durant la suite de l'expérience. Il en va de même pour son corps interactif, qui doit être capable de simuler l'interaction le plus vite possible par rapport à la temporalité de l'expérience et à l'action demandée. Si une nouvelle interaction apparaît en cours d'expérience, alors il faut que son apparition soit comprise par un jeu visuel et/ou sonore (une surbrillance, un son spatialisé, un effet visuel, haptique ou semi-haptique).

Néanmoins, simuler l'interaction visuellement ou auditivement est également un enjeu artistique intéressant. Tout comme l'avatar, les traces laissées par le corps et entraînant des actions sur l'environnement virtuel peuvent être de véritables partis pris artistiques enrichissant l'univers global. Nous l'avons vu avec les deux œuvres précédemment citées, les particules sont l'une des possibilités artistiques efficaces et impactantes pour simuler l'interaction. Le simple fait de changer la couleur des systèmes de particules des mains, au moment où les nôtres et celles de notre partenaire d'expérience se rapprochent (comme dans l'exemple d'*Embodied Telepresent Connection* de John Desnoyers-Stewart), permet au spectateur de comprendre l'importance de son corps dans les possibilités interactives. Induire l'interaction par le retour visuel ou sonore est également un moteur de création par improvisation, laissant le spectateur explorer les propres traces de son corps et créer avec, ne se focalisant plus entièrement sur les retours de l'environnement virtuel lui-même, mais plutôt sur sa propre corporalité étendue dans l'environnement virtuel. Si des mains peuvent tracer des lignes dans l'espace virtuel, permettant ainsi de montrer le mouvement et donc la capacité à créer du paysage par la gestuelle, alors peut apparaître l'envie de dessiner en 3D avec ces lignes. Ainsi, leur but n'est plus de simuler le lien entre le spectateur et l'environnement virtuel, mais de simuler le lien entre le spectateur et sa propre expression corporelle. Dans cette idée, simuler l'interaction, c'est dans un premier temps permettre au spectateur de comprendre son rôle dans l'œuvre, mais également de l'inviter à redécouvrir son corps interactif et à jouer avec.

Enfin, une dernière donnée doit être prise en compte pour une bonne expérience immersive et interactive pour un spectateur dans une œuvre en réalité virtuelle, c'est l'agentivité. En effet, il y a tout d'abord l'importance de l'incarnation dans son avatar, puis la perception des capacités interactives avec l'environnement virtuel. Mais il faut également prendre en compte le sentiment que le spectateur est l'acteur des événements relatifs à l'interaction, et donc que ses actions produisent des réactions cohérentes avec son intention.

Agentivité du spectateur

Nous le précisions précédemment, l'agentivité (agency en anglais) se définit par : « *Le contrôle moteur global incluant l'expérience subjective de l'action, le contrôle, l'intention, la sélection motrice et l'expérience consciente de la volonté. Il implique la représentation des états objectifs.* » [82] C'est la capacité d'un spectateur à sentir qu'il contrôle le système interactif par l'entrée d'actions auxquelles l'ordinateur répond par des réactions. C'est donc un processus interprétatif subjectif et personnel lié à chaque utilisateur selon ses intentions, ses actions et la perception des réactions. Pour être plus précis, l'agentivité est le résultat d'une comparaison entre les conséquences sensorielles prévues d'une action et les conséquences sensorielles réelles [83]. Ainsi, lorsque ces deux conséquences se correspondent, alors un sentiment d'être l'agent de l'action se crée chez l'utilisateur. L'une des données importantes pouvant jouer sur ce sentiment d'agentivité est le temps réel, autrement dit la capacité d'une réaction à répondre à une action. Plus le temps entre l'action et la réaction est court, plus le spectateur se sentira agent de l'interaction. Au contraire, plus le temps est long, moins le spectateur déduira qu'il est responsable de la réaction, cherchant des explications extérieures à lui qui pourraient prouver un temps de réaction différé [84].

Selon Barandiaran et al. [85], il existe trois facteurs de l'agentivité :

1. L'individualité qui correspond à la distinction entre l'utilisateur capable d'émettre des actions et l'environnement capable d'y réagir,
2. L'interaction asymétrique, c'est-à-dire la capacité pour l'agent de créer une action tandis que l'environnement ne peut qu'y répondre. Il y a une asymétrie dans la capacité à agir et réagir.
3. La normativité, à savoir la création d'actions en rapport avec les volontés de l'agent : « *Lorsque nous considérons l'agence, nous présupposons que l'interaction n'est ni aléatoire ni arbitraire, mais qu'elle fait "sens" pour l'agent lui-même. Les agents ont des objectifs ou des normes selon lesquels ils agissent, fournissant une*

82. Olaf Blanke et Thomas Metzinger, « Full-body illusions and minimal phenomenal selfhood », in : *Trends in cognitive sciences* 13.*1* (2009), p. 7-13.

83. Nicole David, Albert Newen et Kai Vogeley, « The "sense of agency" and its underlying cognitive and neural mechanisms », in : *Consciousness and cognition* 17.*2* (2008), p. 523-534.

84. Sarah-Jayne Blakemore, Daniel M Wolpert et Christopher D Frith, « Abnormalities in the awareness of action », in : *Trends in cognitive sciences* 6.*6* (2002), p. 237-242.

85. Xabier E Barandiaran, Ezequiel Di Paolo et Marieke Rohde, « Defining agency : Individuality, normativity, asymmetry, and spatio-temporality in action », in : *Adaptive behavior* 17.*5* (2009), p. 367-386.

> *sorte de condition de référence, de sorte que la modulation interactive est effectuée en relation avec cette condition.* [86] » [87]

L'agentivité n'est pas un concept propre à la réalité virtuelle et peut être appliquée dans plusieurs domaines de la vie sociale. De même, comme le précise l'auteur, elle n'est pas liée exclusivement aux systèmes vivants mais peut être associée à d'autres systèmes.

Pour préciser cette notion d'agentivité, Nannipieri présente un lien entre elle et les présences personnelle et environnementale [88]. Par une étude empirique faite sur un public de 108 personnes, il a constaté plusieurs résultats entre l'agentivité et la présence. Tout d'abord, l'agentivité rend compte du caractère indépendant de l'environnement (« *l'environnement virtuel réagit en temps réel à mes sollicitations, donc il existe* »). Egalement, elle appuie la présence personnelle par son pragmatisme (« *j'agis donc je suis* »). Enfin, le troisième point relève du lien entre l'agentivité et la conception de réalité dans laquelle la personne se trouve. En effet, que ce soit dans un environnement réel ou virtuel, nous agissons dans l'attente d'une réponse. Pour reprendre les termes de Nannipieri : « *il s'attend raisonnablement, par habitude, à ce que ses propres actions aient des conséquences sur l'environnement dans lequel il se trouve, et ce, pas uniquement au moment où il déclenche l'action, mais également à plus long terme. Pour le formuler simplement, si le sujet agit dans l'environnement virtuel, il lui devient difficile de refuser que ses actions dans l'environnement virtuel demeurent sans conséquences, même lorsqu'il quitte l'environnement virtuel, puisqu'en son sein, ses actions sont censées avoir des conséquences plus ou moins durables, qui ne s'annihilent pas lorsqu'il revient dans la réalité.* » [89] Ainsi, l'agentivité permet de faire prendre conscience à la personne, dans notre cas immergée en réalité virtuelle, de son existence en tant qu'agent créateur d'actions dans un environnement virtuel, mais également d'acteur dans un processus interactif avec un environnement interactif qu'il a identifié comme tel grâce à son action.

Dans notre cas d'étude, nous pouvons comprendre l'agentivité grâce au lien qui existe entre le public immergé et le paysage interactif. D'un côté, le spectateur émet des actions,

86. Traduit de l'auteur : When considering agency we presuppose that the interaction is not random or arbitrary but makes some "sense" for the agent itself. Agents have goals or norms according to which they are acting, providing a sort of reference condition, so that the interactive modulation is carried out in relation to this condition.

87. Barandiaran, Di Paolo et Rohde, « Defining agency : Individuality, normativity, asymmetry, and spatio-temporality in action », *op. cit.*

88. Olivier Nannipieri, « Agentivité et présence dans les environnements virtuels », in : *Interfaces numériques* 7.*1* (2018), p. 77-93.

89. *Ibid.*

des gestes avec ses mains, auxquelles le dispositif artistique va répondre par des montagnes. Le temps réel dans cette boucle interactive permet au spectateur de comprendre qu'il est l'agent créateur de cette montagne, il se sent responsable de son existence. Cette notion est d'autant plus appuyée par le fait que chaque forme de montagne dépend de la forme des gestes faits par le spectateur. Ainsi, l'agentivité est accentuée à chaque nouvelle action de sa part. En collaboration, il est important de créer des possibilités interactives distinctes pour chaque spectateur afin d'éviter une confusion entre action faite par une personne et réaction faite par l'ordinateur pour une autre personne. En effet, si tout le monde crée de la même manière des montagnes, alors les interprétations des réactions seront confuses et l'agentivité diminuera. Des interactions asymétriques ou des textures différentes permettent de rééquilibrer l'ensemble, le spectateur A possédant des capacités interactives qui lui correspondent, et de même pour le spectateur B qui seront différentes de celles de A. Encore une fois, l'angentivité est un processus singulier, personnelle à chaque personne, même lors d'une performance collaborative incluant plusieurs personnes dans un même groupe. Il est donc nécessaire de distinguer les relations spectateur-dispositif afin de maintenir cette singularité.

6.3.3 Awareness

L'awareness, ou la conscience des actions des autres en environnement virtuel collaboratif, est selon Dourish et Bellotti, « *une compréhension des activités des autres, qui fournit un contexte pour votre propre activité.* [90] » [91]. C'est donc, au-delà de l'incarnation, de la coprésence et de l'agentivité, la capacité d'un spectateur à constater et interpréter les activités d'autres personnes immergées dans un même environnement virtuel, et à en déduire un sens par rapport à ses propres activités personnelles. Les auteurs rajoutent que l'awareness permet de garantir que les contributions individuelles sont pertinentes pour l'activité du groupe dans son ensemble, tout en évaluant les actions individuelles par rapport aux objectifs et au progrès du groupe. Dans sa globalité, ces informations fournies par l'awareness permettent ainsi aux groupes de gérer le processus de travail collaboratif. Egalement, Goebbels et al. proposent l'idée qu'elle fait partie de la boucle interactive dans un dispositif VR, sous la forme *awareness* (indique à l'utilisateur ce qui peut être fait dans l'EV) - *action* (l'interaction de l'utilisateur) - *feedback* (le retour visuel et/ou sonore qui permet à l'utilisateur de comprendre les conséquences de son action) [92]. Dans un contexte spécifique de réalité virtuelle collaborative, ils apportent une dimension supplémentaire à cette boucle, en la divisant en cinq points :

1. proprioception (perception de ses propres actions),
2. perception de ses propres dispositifs d'entrée physiques et virtuels ainsi que de l'ensemble de données virtuelles,
3. perception de la coprésence,
4. perception des dispositifs d'entrée physiques et virtuels des co-participants ainsi que de l'ensemble de données virtuelles partagées,
5. perception du co-savoir et du co-statut. [93]

Ainsi, ces différentes étapes représentent l'ordre de perception de chaque utilisateur lors de l'awareness dans la boucle interactive, qui se répète à chaque nouvelle actualisa-

90. Traduit de l'auteur : an understanding of the activities of others, which provides a contextfor your own activity.

91. Paul Dourish et Victoria Bellotti, « Awareness and coordination in shared workspaces », in : *Proceedings of the 1992 ACM conference on Computer-supported cooperative work*, 1992, p. 107-114.

92. Gernot Goebbels, Vali Lalioti et Martin Göbel, « Design and evaluation of team work in distributed collaborative virtual environments », in : *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, 2003, p. 231-238.

93. Morgan Le Chenechal, « Awareness Model for Asymmetric Remote Collaboration in Mixed Reality », thèse de doct., INSA Rennes, 2016.

tion de l'awareness (et donc logiquement à chaque nouvelle inteprétation de changement d'environnement virtuel lié à une action faite par l'un des utilisateurs collaborateurs).

Ainsi, l'awareness est nécessaire dans le processus collaboratif VR, notamment dans la cohésion et la coordination. Dourish et al. disent d'ailleurs : « *Nous devons donc considérer comme contexte non seulement le contenu des contributions individuelles, mais également leur caractère, leur signification par rapport au groupe dans son ensemble et à ses objectifs. Ce n'est qu'en fournissant une awareness des deux aspects du travail des membres du groupe que les systèmes permettent à chaque individu de comprendre les activités des autres et d'adapter son propre travail en conséquence. Les informations d'awareness sont toujours nécessaires pour coordonner les activités de groupe, quel que soit le domaine de la tâche.*[94] »[95] C'est donc par la conscientisation des actions de chacun sur le résultat collaboratif que nous adaptons nos propres actions. C'est en voyant les autres spectateurs créer des montagnes à des endroits précis de l'œuvre que "je vais moi-même, en tant que spectateur immergé et performeur, créer des montagnes par rapport à ce qui existe déjà". Ici, nous pouvons également faire un parallèle entre awareness et état du compromis que l'on a vu précédemment. En effet, si nous disions que le compromis est l'adaptation de nos actions en fonctions de celles des autres spectateurs, c'est bien dans ce même principe d'awareness dans un contexte de réalité virtuelle. Nous devons adapter notre présence en fonction de celle des autres, et cocréer ensemble dans un souci de cohésion. Car l'awareness a bien cette fonction, par la prise de conscience des actions de chacun (des autres et des nôtres), de créer un système d'auto-régulation dans le but de réaliser une tâche demandée (ou dans notre cas, performer une œuvre collaborative). Et au même titre que l'awareness existe dans différentes formes de contextes collaboratifs, synchrones et asynchrones, le compromis y est tout autant. Il y a compromis lorsqu'il y a co-action, collaboration, c'est-à-dire lorsqu'il y a une première subjectivité, présence, mêlée à la nôtre.

Pour préciser davantage l'awareness, Pauchet et al. proposent le terme d'awareness situationelle qui correspond à : « *la connaissance d'un environnement dynamique, maintenue grâce aux informations perceptives recueillies à partir de l'environnement et des*

94. Traduit de l'auteur : We must therefore consider as context not just the content of individual contributions, but also their characte their significance with respect to the whole group and its goals. It is only by providing awareness of both aspects of group members" work that systems enable each individual to make sense of others' activity and tailor their own work accordingly. Awareness information is always required to coordinate group activities, whatever the task domain.

95. Dourish et Bellotti, « Awareness and coordination in shared workspaces », *op. cit.*

activités des autres. Elle est périphérique à l'activité principale du groupe. Elle repose sur la perception, la compréhension et la prédiction de l'environnement et des actions des autres. Elle s'appuie sur des sources d'informations non intentionnelles, telles que la communication conséquente et la manipulation d'artefacts, ainsi que sur une communication intentionnelle. [96] » [97] Ils précisent également que c'est « *le moyen par lequel les individus maintiennent des modèles mentaux à jour d'environnements complexes et dynamiques. Elle aide à être conscient de l'état des objets de la tâche et des activités des autres. Elle facilite la planification des actions ou des paroles et permet de coordonner discours et actions.* [98] » [99] Ainsi, en constatant l'évolution de l'environnement en fonction des activités des autres personnes présentes dans l'EV, on entre dans une dynamique d'awareness situationnelle. Celle-ci est appuyée par trois points importants, qui sont la communication conséquente, à savoir les informations visuelles émergeant des mouvements non intentionnels lors d'une action, la manipulation d'artefacts qui correspond aux feedbacks reçus suites à l'action sur un objet, et la communication intentionnelle par manifestation ou actions évidentes. Ainsi, tous ces facteurs permettent de conscientiser les actions des autres sur l'EV, tout en donnant du contexte à ses propres actions. C'est notamment à ce point précis de conscientisation générale que nous pensons que le compromis intervient. Il émerge de la capacité d'un spectateur à constater la co-création, la co-manipulation, et à pouvoir en émettre une action en conséquence, dépendant des interventions précédentes.

Enfin, pour bien comprendre l'awareness dans la boucle interactive dans le cas d'un environnement virtuel collaboratif, nous pourrions reprendre le schéma de Le Chenechal [100] (voir Figure 6.12). Nous réutilisons également son code couleur pour mieux comprendre

96. Traduit de l'auteur : Situational awareness is knowledge of a dynamic environment, it is maintained through perceptual information gathered from the environment and others' activities. It is peripheral to the primary group activity. It depends on perception, comprehension and prediction of the environment and of others' actions. It relies on non intentional informational sources such as consequential communication, artifacts manipulation, and on intentional communication.

97. Alexandre Pauchet et al., « Mutual awareness in collocated and distant collaborative tasks using shared interfaces », in : *Human-Computer Interaction–INTERACT 2007 : 11th IFIP TC 13 International Conference, Rio de Janeiro, Brazil, September 10-14, 2007, Proceedings, Part I 11*, Springer, 2007, p. 59-73.

98. Traduit de l'auteur : Situational awareness is the way people maintain up-to-date mental models of complex and dynamic environments. It helps to be aware of the state of task objects and of one another's activities. It facilitates to plan what to say or to do and to coordinate speech and actions.

99. Pauchet et al., « Mutual awareness in collocated and distant collaborative tasks using shared interfaces », *op. cit.*

100. Le Chenechal, « Awareness Model for Asymmetric Remote Collaboration in Mixed Reality », *op. cit.*

notre raisonnement. Tout d'abord, une action va être proposée par un acteur A, créant ainsi une entrée dans le dispositif. Cette entrée représentant l'activité de l'utilisateur est divisée en deux branches, l'auto-perception et l'interaction. La première va être représentée par l'avatar de l'utilisateur A, qui va créer une perception personnelle, en parallèle du dispositif qui va répondre à l'interaction par un feedback d'interaction. Enfin, l'objet interactif lui-même va créer une affordance [101] L'ensemble de ces trois retours forment le feedback général à l'action de l'utilisateur A. Mais il faut y ajouter l'effet miroir qui est créé par l'utilisateur B, qui va créer une action à distance, qui aura un impact sur l'EV et qui créera un nouveau feedback appelé la perception de l'utilisateur distant. L'ensemble des quatre retours pour l'utilisateur A, c'est-à-dire l'auto-perception liée à l'avatar, le feedback du dispositif qui comprend l'action de A, mais également celle de B, l'affordance de l'objet interactif, et enfin la perception de l'utilisateur distant par le biais de son avatar, représente le feedback général pour A. Ce dernier va être perceptible par le biais de l'interface (casque de réalité virtuelle par exemple), créant ainsi l'ensemble **Awareness**, qui permettra une nouvelle décision de la part de A.

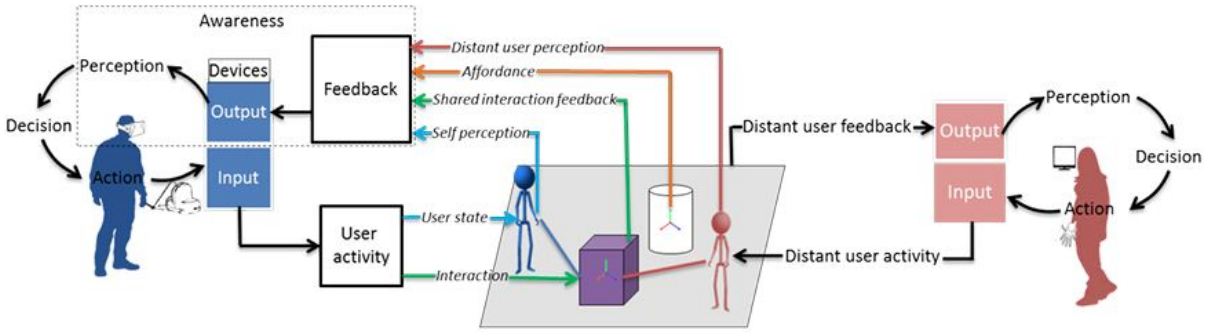


FIGURE 6.12 – Modèle de boucle interactive avec awareness dans un CVE, de Morgan Le Chenechal

Nous évoquions précédemment le compromis qui est présent dans la boucle de l'awareness - action - feedback, et nous pensons qu'il se trouverait dans la décision, si l'on reprend le précédent schéma. En effet, c'est en percevant et interprétant l'ensemble des feedbacks liés à notre action (donc le retour de l'environnement, mais également celui des autres utilisateurs immergés à distance) que l'on prend la décision de notre nouvelle action. Cette décision va évoluer selon le compromis que l'on fait sur notre prochaine action, en fonction de ce que l'on vient de percevoir.

101. Possibilités d'action qu'offre un objet, un environnement ou une interface à un utilisateur, en fonction de ses propriétés et des capacités de l'utilisateur. Nous développerons davantage cette notion dans le Chapitre 7 lié aux Modalités interactives.

Nous venons de résumer le concept d'awareness dans un environnement virtuel collaboratif, en apportant une vision basée sur le principe d'action, perception, réaction. Dans le schéma proposé par Le Chenechal, il faut bien prendre en compte l'importance de l'environnement virtuel comme système collaboratif et interactif, et également le modèle interactif entre les différentes personnes immergées dans l'EV.

Pour conclure ce Chapitre 6 et tenter de résumer l'ensemble des concepts principaux que l'on a étudié, nous proposons ce schéma 6.13

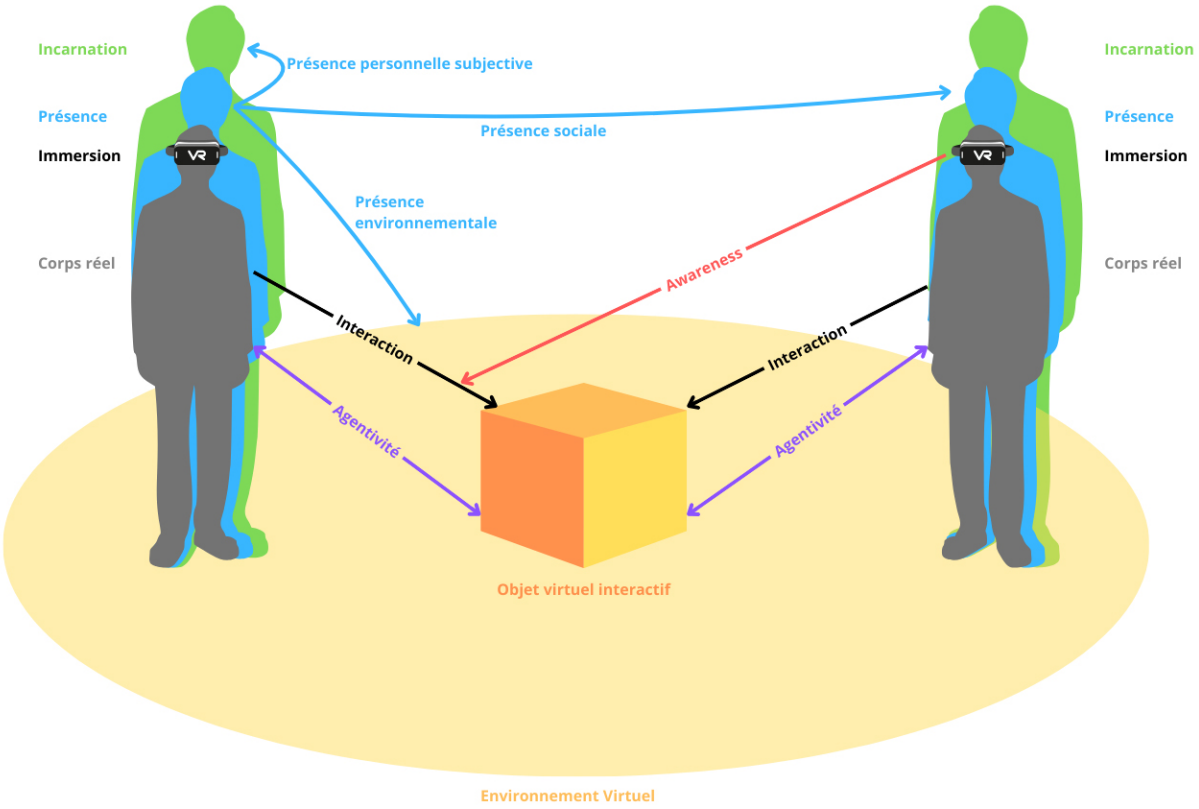


FIGURE 6.13 – Schéma des différentes notions liées à l'immersion et l'interaction, étudiées dans ce chapitre.

Tout d'abord, chaque personne est en **immersion** par son Corps Réel dans un Environnement Virtuel par un casque de réalité virtuelle. Par son immersion, il se sent présent sur trois axes : la **présence personnelle subjective** grâce à son corps virtuel, la **présence sociale** par le constat de la présence d'autres personnes dans l'environnement virtuel, et enfin la **présence environnementale** grâce à l'environnement qui l'entoure. Enfin, il a un sentiment d'**incarnation** par la présence de son avatar interactif en temps

réel avec son corps réel. Chaque personne va également être en **interaction** avec un **Objet virtuel interactif** qui créera de l'**agentivité**, à savoir un sentiment de contrôle sur le système interactif par ses actions. Enfin, lorsqu'un des participants a conscience des actions des autres sur l'environnement virtuel, cela provoque de l'**awareness**.

Nous venons de présenter les caractéristiques d'une CVEA, en se basant sur des notions propres au CVE. Nous avons identifié les différents niveaux de conscientisation de l'utilisateur dans l'environnement virtuel face aux différents éléments composant ce monde. Il est important dorénavant de préciser les modalités interactives et moyens de communication qui peuvent exister dans un environnement virtuel collaboratif artistique.

Chapitre 7

Modalités interactives

7.1 Modèles de relations interactives et communicatives dans une CVEA

Lors d'une expérience collaborative en réalité virtuelle, les utilisateurs entretiennent entre eux des relations interactives qui sont couplées avec le dispositif interactif lui-même. Ainsi, pour communiquer, pour interagir, pour comanipuler, il est souvent fréquent que l'échange interactif passe par le biais de l'ordinateur, à savoir du système de communication ou de la simulation de la communication. Nous pouvons schématiser ce type de relation par : HO-OH (Humain - Ordinateur - Ordinateur - Humain). Dans cette première partie de chapitre, nous étudierons donc différents modèles interactifs dans une collaboration en VR, en finissant par proposer notre propre modèle dans le cadre d'une collaboration à trois personnes : HOOHOOH.

7.1.1 Communication médiatisée dans une CVEA

L'interaction homme-machine dans un environnement virtuel collaboratif demande souvent une forme de communication afin de pouvoir répondre à la tâche demandée par le dispositif interactif, ou bien pour vivre une expérience artistique forte. La forme de communication, comme nous l'entendons ici, est profondément différente de celle que l'on a coutume d'entendre, comme par exemple une conversation téléphonique où une personne émet une information, par le biais d'un objet technologique, auprès d'une autre personne qui réceptionne cette information. Burkhardt explique d'ailleurs : « *La dimension ergonomique ne peut s'y réduire à un simple problème d'échange et de fidélité de l'information, dans la mesure où il s'agit de récréer un espace de travail où s'élaborent des activités humaines complexes qui renvoient à des actions et co-actions, à des comportements, à des règles sociales, à des modalités d'échange et de coordination sociales, bref à d'autres formes de représentations qui dépassent la notion d'Utilisateur et de dialogue Humain/Machine.* » [1] Dans notre cas, l'expérience de communication est bien médiatisée par le dispositif en réalité virtuelle, par les simulations d'interactions que nous avons précédemment présentées, mais fait intervenir plusieurs personnes qui sont à la fois émettrices et réceptrices d'informations sur toute la durée de l'expérience, et ce dans le but de répondre à la tâche demandée par le dispositif interactif. Leur manière de communication n'est pas simplement orale (et peut d'ailleurs ne pas l'être si l'expérience empêche les possibilités de dialogue verbale) mais s'appuie sur des systèmes d'organisation et de coordination sociales qui permettent de créer une dynamique de groupe au sein du système multi-utilisateur.

Il y a donc une donnée importante à prendre en compte dans notre cas, qui est le système multi-utilisateur lui-même. En reprenant les recherches d'Ellis et Weiner, Salber décrit le système multi-utilisateur sous trois aspects fonctionnels [2] :

- L'aspect ontologique : les objets manipulés et les opérations possibles sur ces objets,
- L'aspect coordination : l'organisation et les relations entre les activités des participants,
- L'aspect interface : la façon dont les participants interagissent avec le système et entre eux.

1. Jean-Marie Burkhardt, « Immersion, représentation et coopération : discussion et perspectives empiriques pour l'ergonomie cognitive de la Réalité Virtuelle », in : *Intellectica* 45.*1* (2007), p. 59-87.

2. Daniel Salber, « De l'interaction homme-machine individuelle aux systèmes multi-utilisateurs. L'exemple de la communication homme-homme médiatisée », thèse de doct., Université Joseph-Fourier-Grenoble I, 1995, p. 18.

Ainsi, un environnement virtuel multi-utilisateur comprend bien ces trois aspects : ontologique car l'environnement virtuel est interactif et manipulable par tout utilisateur immergé, coordination car les utilisateurs doivent collaborer pour arriver à interagir collectivement, interface car selon leurs actions mutuelles, l'environnement interagira différemment.

Les capacités de communication entre les utilisateurs dépendent donc du système développé en amont, que ça soit sur la manière de communiquer, les raisons de cet échange et les moyens mis en place pour y arriver. Salber explique donc que les systèmes multi-utilisateurs se basent sur trois espaces qui communiquent : l'espace de production, l'espace de coordination et l'espace de communication. Ces trois entités permettent de comprendre plus aisément la manière dont un système peut être pensé et développé, tout en identifiant les méthodes organisationnelles mises en place par les utilisateurs pour pratiquer l'expérience du dispositif interactif. Ainsi, un schéma sous forme de trèfle est proposé par le chercheur pour expliquer cela (voir Figure 7.1) :

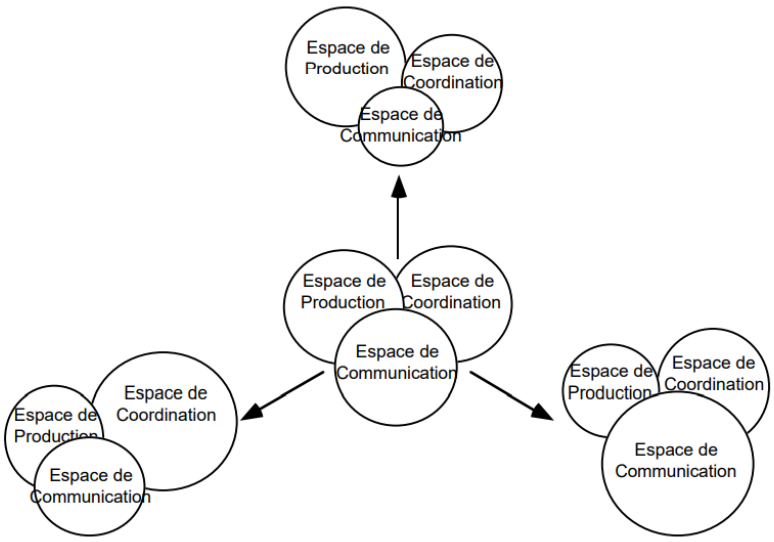


FIGURE 7.1 – Modèle de trèfle des systèmes multi-utilisateurs de Salber.

Dans un premier temps, il présente le modèle d'un système multi-utilisateur classique, où les trois espaces sont égaux. Mais il explique que selon le système développé, ses enjeux et tâches à réaliser, certains espaces peuvent être plus importants que les autres, avec toujours cette même condition qu'ils doivent communiquer et s'hybrider sur une part. Ainsi, Salber explique par exemple qu'un système d'édition partagée met en avant l'espace

de production, là où les mediaspaces privilégient la communication. Il précise également que ces trois espaces peuvent varier au cours de l'interaction.

Si l'on reprend le schéma en trèfle de Salber, nous pourrions tenter de placer l'expérience de Creative Harmony dans cette dynamique d'espaces. Dans la scène de cocréation, où chaque spectateur doit créer du paysage par sa gestuelle et son souffle, nous pourrions dire que l'espace de production est plus grand que l'espace de communication. En effet, chaque personne peut créer individuellement ses montagnes sans que cela demande de se coordonner ou se synchroniser avec les actions des autres. Cependant, dans la dernière scène de l'œuvre invitant à la communication par le geste, ou à la synchronisation par le souffle pour interagir sur l'environnement, les espaces de coordination et de communication sont plus importants que l'espace de production. Dans toutes ces dynamiques, il est important de rappeler que les trois espaces existent en permanence et sont évolutifs entre eux, et ce n'est pas parce que l'un d'entre eux est plus important qu'un autre qu'il y a une perte d'intérêt pour l'espace minoritaire. Comme l'explique Salber : « *Une caractéristique importante d'un système multi-utilisateur est que les utilisateurs n'utilisent pas le système isolément les uns des autres. Notre modèle du trèfle du chapitre 1 nous indique en effet que les tâches de coordination et de communication sont des composantes importantes. Toutes deux nécessitent que chaque utilisateur puisse avoir connaissance des activités des autres utilisateurs. Mais ce lien entre les utilisateurs peut être plus ou moins fort.* »[3] Dans notre cas avec la troisième scène de Creative Harmony par exemple, c'est bien parce qu'il y a un but de réaction de l'environnement face à l'interaction synchronisée que les spectateurs vont chercher à mettre en avant l'espace de communication et l'espace de coordination. De même, dans la scène de cocréation, même si une personne se focalise sur son interaction personnelle sur l'environnement, cela ne l'exclut pas du système collaboratif ni de la dynamique du groupe. Ses actions sont bien en relation face aux actions des autres (les feedbacks et l'awareness que l'on a déjà évoqué) et le paysage qu'il va créer de manière individuelle permettra à d'autres personnes de varier leurs propres actions.

Pour reprendre l'idée de base d'une communication médiatisée, basée sur l'interaction, il faut reprendre l'idée de l'interaction homme-machine. D'un côté, un utilisateur va émettre une entrée que le programme va interpréter en sortie. C'est la boucle interactive que l'on a étudiée précédemment.

3. *Ibid.*, p. 112.

Dans un rapport de communication non verbale entre deux personnes dans un monde virtuel interactif, l'échange se fait par l'entièreté du corps et de sa représentation virtuelle. Ainsi, le rapport Homme-Ordinateur se dédouble en miroir pour créer un rapport Homme-Ordinateur-Ordinateur-Homme. En se référant au schéma 7.2, nous pouvons donc comprendre ceci : dans notre cas où l'intention, le message d'une personne passe par son expression corporelle, ses mouvements, permet d'illustrer ce rapport relationnel médiatisé. D'un côté, un spectateur A tente de synchroniser sa gestuelle avec un spectateur B. Il va émettre des gestes précis, les répéter pour faire en sorte que le spectateur B l'imite. Ses gestes sont donc envoyés à son ordinateur (1), qui les transmets à l'autre ordinateur (2). Ce dernier va envoyer les informations des gestes dans le casque de réalité virtuelle du Spectateur B (3). Sur un principe d'action - perception - action que l'on a précédemment détaillé, il va interpréter les gestes du spectateur A selon ce qu'il voit, prendre une décision et émettre de nouveaux gestes (4). Ceux-ci sont envoyés à son ordinateur (5) puis à l'ordinateur A (6). Les gestes réactifs sont ensuite envoyés dans le casque de réalité virtuelle du Spectateur A (7), qui en fera une analyse puis une nouvelle gestuelle (8).

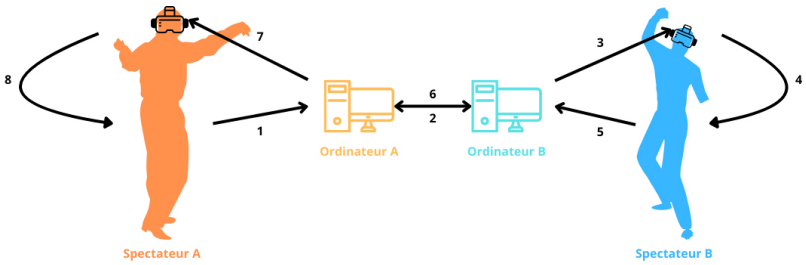


FIGURE 7.2 – Schéma de communication non verbale dans un rapport HOOH en réalité virtuelle.

Ici, il est important de préciser que cette dynamique interactive et communicative agit sur un temps réel, afin de créer de la fluidité dans l'échange communicatif, et donc améliorer les possibilités de synchronisation. Egalement, il est nécessaire de dire que la boucle agit dans les deux sens en permanence, contrairement à la boucle d'interaction Homme-Machine où la machine est dans l'attente d'une action entrée de l'homme. En effet, dans notre cas, le spectateur B peut tout à fait émettre des nouvelles entrées au spectateur A alors que lui-même en a proposé en amont. Il y a donc un jeu intéressant qui s'installe entre les deux, à partir du moment où l'espace de communication (pour reprendre Salber) est le plus important. Chaque spectateur, selon la dynamique de communication

et de synchronisation qu'ils ont eux-mêmes instaurée, peut émettre une action qui sera interprétée et suivie (ou non) par l'autre. Ici, nous pourrions davantage explorer ce concept en se référant par exemple à McGarry et al. [4]

Nous avons décrit l'idée de la communication médiatisée dans le cadre d'un dispositif collaboratif en réalité virtuelle. Nous avons également schématisé une relation type entre deux spectateurs dans le cadre d'une communication non verbale, ici axée sur l'expression corporelle dans un processus de synchronisation. Ce type de relation inclut fondamentalement l'ordinateur au centre de l'échange, puisqu'il est le moyen de retranscription des intentions et gestes d'un spectateur à l'autre. Cependant, d'autres modèles comme le MITMI, développé par Cédric Plessiet et Jean-François Jégo [5], ne centrent pas directement le dispositif au cœur de l'échange interactif. En effet, plutôt qu'un modèle HOOH, MITMI se schématise dans un rapport H-H-O, c'est-à-dire qu'un humain interagit avec un autre humain, qui lui-même interagit avec un ordinateur.

Jusqu'à présent, nous avons étudié des modèles relationnels mettant en lien deux personnes avec un dispositif interactif. Cependant, dans le cas de notre œuvre Creative Harmony, la collaboration peut s'effectuer jusqu'à 5 personnes en même temps, changeant alors le rapport communicatif que les uns peuvent avoir avec les autres. Il nous semble donc important dorénavant, d'établir un modèle propre à notre cas d'étude, en se basant sur les références que nous venons d'étudier.

4. Lucy M McGarry et Frank A Russo, « Mirroring in dance/movement therapy : Potential mechanisms behind empathy enhancement », in : *The Arts in Psychotherapy* 38.*3* (2011), p. 178-184.

5. Cédric Plessiet et Jean-François Jégo, « MITMI Man-In-The-Middle Interaction : The human back in the loop. », in : *International Journal of Virtual Reality* (2019).

7.1.2 Les modèles HOOHOOH et HOOH+HO

Si une grande part d'études se concentre sur des modèles de communication entre deux personnes, nous avons constaté, lors de nos expériences, que les dynamiques de groupe et de collaborations peuvent évoluer dans le cadre d'un échange en temps réel entre trois personnes et plus. Dans ce cas où trois personnes interagissent ensemble, nous l'appellerons le modèle HOOHOOH (Homme-Ordinateur-Ordinateur-Homme-Ordinateur-Ordinateur-Homme).

Nous pouvons schématiser l'exemple type de communication par l'interaction corporelle dans ce modèle HOOHOOH, en reprenant l'idée de la figure 7.2, mais cette fois-ci en y ajoutant une troisième personne (voir Figure 7.3).

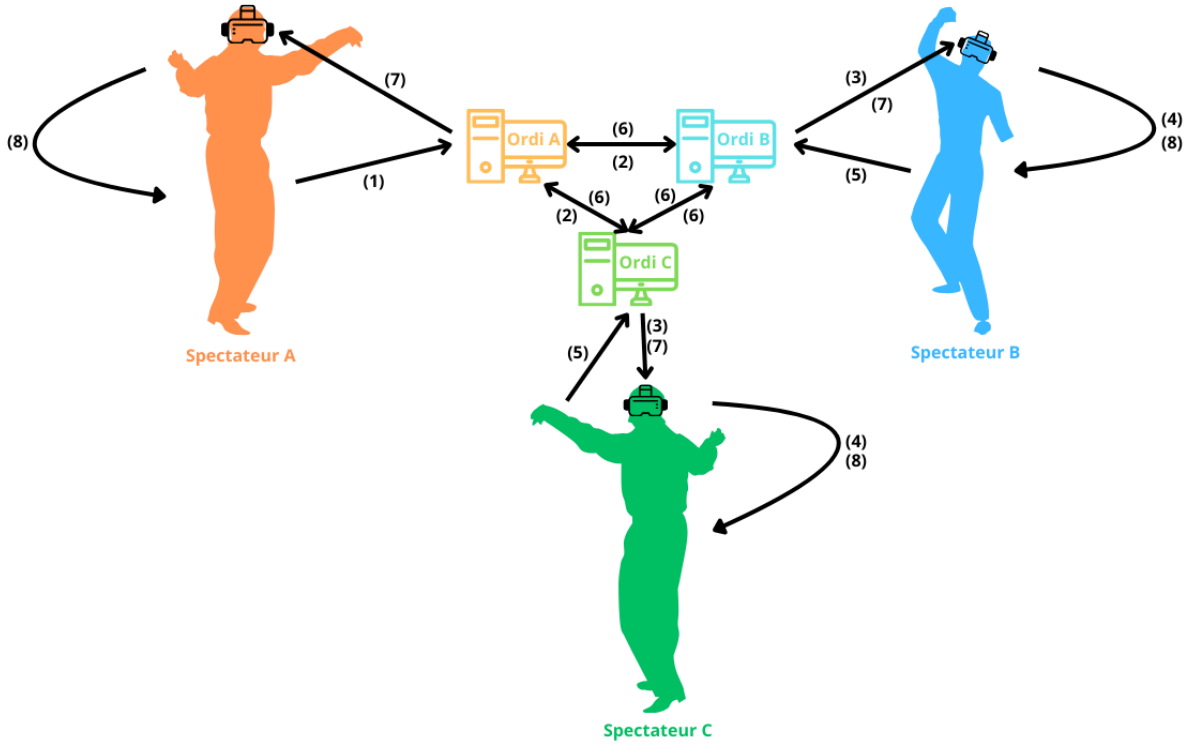


FIGURE 7.3 – Schéma de communication non verbale dans un rapport HOOHOOH en réalité virtuelle.

Détaillons cette relation à trois personnes : Un Spectateur A va émettre un geste que l'on considère comme une forme de communication non verbale. Ce geste va tout d'abord être envoyé à l'Ordi A **(1)**. Cet Ordi A va ensuite l'envoyer aux Ordi B et C **(2)**, qui le transmettront aux casques de réalité virtuelle des Spectateur B et Spectateur C **(3)**.

Le Spectateur B et le Spectateur C vont interpréter le geste reçu par le Spectateur A et en proposer un nouveau en fonction de ce dernier **(4)**. Ensuite, chacun d'eux renvoie leurs gestes à leurs ordinateurs réciproques **(5)**. Les ordinateurs transmettent leur geste respectif aux deux autres ordinateurs du dispositif **(6)**. Les gestes de chacun passent des ordinateurs aux casques de réalité virtuelle afin d'être perçus **(7)**. Enfin, chaque spectateur A, B et C pourra interpréter ces nouveaux gestes et en proposer d'autres **(8)**.

Ainsi, la communication entre trois personnes est intéressante car elle a des chances d'être plus riche, elle peut stimuler plus de diversité de mouvements, notamment dans l'étape (8) que nous venons de définir, dans la mesure où une nouvelle personne entre dans la discussion et donc apporte ses possibilités d'expression corporelle, d'imitation, de jeux par le corps. Ici, il faut néanmoins préciser plusieurs points :

— Tout d'abord, le modèle interactif ne fonctionne que s'il est vécu en temps réel et de manière synchronisée pour chaque personne. En effet, si l'un des participants reçoit les informations trop tard par rapport aux autres, il ne pourra pas complètement intervenir dans l'échange.
— Deuxièmement, ce schéma illustre une communication ou le Spectateur A est responsable du premier geste, mais cela ne veut pas dire que les autres ne peuvent pas être à l'initiative non plus. Il s'agit ici de comprendre comment une information circule d'une personne aux autres, et comment ces dernières peuvent transmettre leur réponse au premier spectateur à l'initiative du geste.
— Également, lorsqu'une personne envoie une information, elle est obligatoirement retransmise à tous les autres participants de l'expérience, sans exception, même dans un contexte asymétrique. Ainsi, si le Spectateur C répond par un geste au geste du Spectateur A, le Spectateur B recevra forcément les deux gestes de l'échange.

Enfin, il faut bien comprendre que cette forme d'échange est possible lorsque tous les spectateurs sont conscients de la volonté de communication et donc ont une attention portée sur l'échange et une synchronisation des intentions. Cependant, il faut remettre le schéma dans un contexte d'œuvre interactive où les gestes ont un impact sur les montagnes. Aussi, il faut inclure dans le modèle HOOHOOH la question de l'interaction entre l'homme et le paysage. Voici donc une augmentation de notre précédent schéma (voir Figure 8.7).

Dans cette nouvelle figure, on retrouve le principe d'échange en huit étapes que l'on a précédemment étudié, mais on y a ajouté deux éléments principaux : le dispositif artistique

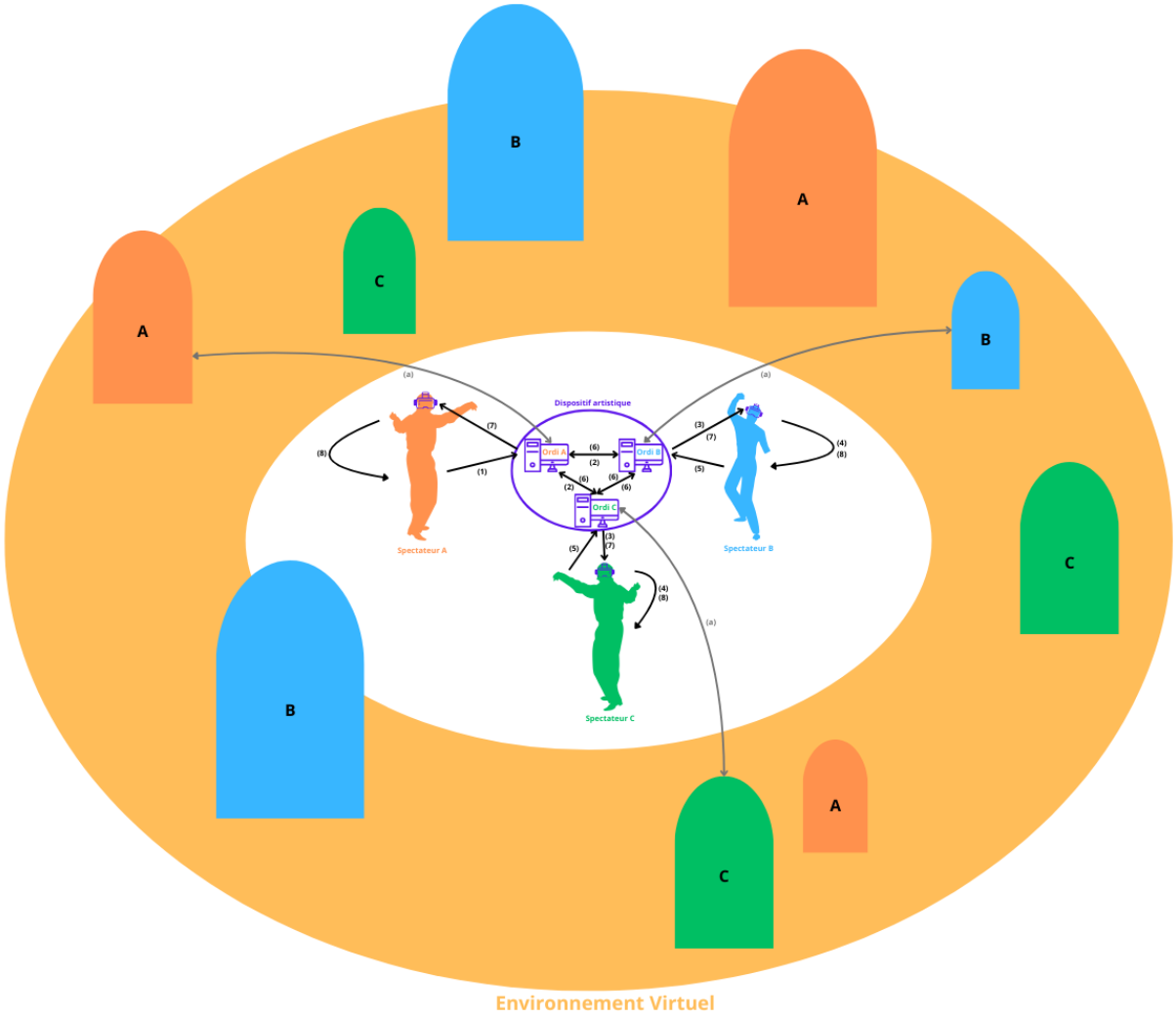


FIGURE 7.4 – Schéma du rapport HOOHOOH dans l'environnement virtuel.

en violet (les ordinateurs et les casques HMD) et l'environnement virtuel en jaune. Nous avons également figuré les montagnes qui sont créées en temps réel par les gestes des spectateurs. Ainsi, par cette figure, nous souhaitons figurer l'impact de la communication sur l'EV, représenté par **(a)** en gris. Les échanges communicatifs entre les spectateurs ont donc un impact direct sur l'environnement virtuel. Les gestes **(1)** provoquent des montagnes **(a)** qui sont ensuite envoyées dans le flux d'informations **(2)** et **(3)** jusqu'aux spectateurs.

Cependant, l'attention d'un spectateur peut tout à fait passer de l'interaction avec

l'environnement à l'interaction communicative avec les autres spectateurs, et inversement. Par exemple, le Spectateur C peut tout à fait être dans un espace de production en créant des montagnes pendant que le Spectateur A et le Spectateur B sont dans un espace de communication. Nous figurerons alors cet ensemble par l'appellation HOOH+HO, figuré par le schéma 8.8.

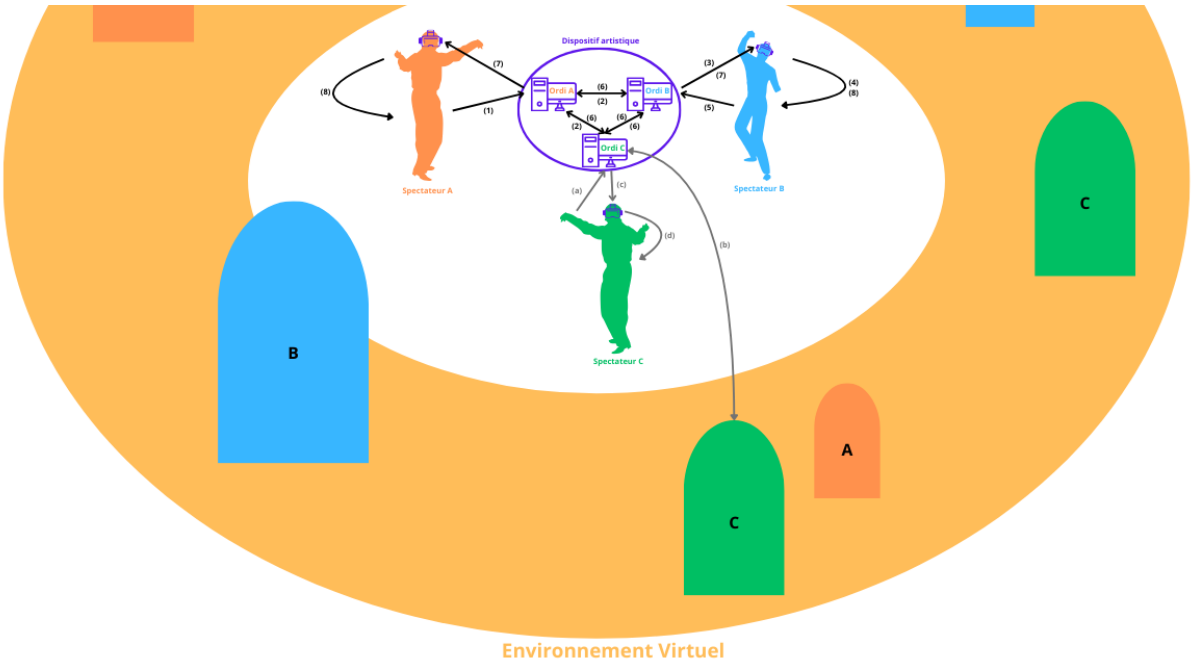


FIGURE 7.5 – Schéma du rapport HOOH+HO où deux spectateurs communiquent entre eux et un autre se focalise sur ses interactions avec le paysage virtuel.

Ici, nous retrouvons encore une fois les Spectateur A et Spectateur B qui communiquent entre eux, mais le Spectateur C est cette fois-ci focalisé sur ses interactions avec l'EV et donc en dehors de l'échange communicatif non verbal. Nous illustrons les interactions du Spectateur C par ce mode-ci, figuré en gris sur le schéma : le spectateur fait un geste qui est envoyé à l'ordinateur C **(a)**. Le geste est retranscrit en montagne **(b)**, puis envoyé de l'ordinateur au casque de réalité virtuelle **(c)**. Enfin, la perception de cette montagne va déterminer un nouveau geste de la part du Spectateur C **(d)**.

Dans ce rapport HOOH+HO, rien n'empêche (et d'ailleurs au contraire) le Spectateur C de porter son attention du paysage aux autres spectateurs en phase de communication. C'est justement en voyant ses compagnons d'expérience échanger ensemble qu'il voudra se joindre à l'espace de communication, créant ainsi le rapport HOOHOOH. Nous retrou-

vons donc bien ici le concept de résonance collective développé lors du Chapitre 4 de notre première partie de thèse. Il faut néanmoins ajouter que si le glissement d'un rapport à l'autre est facilement possible, car la création de montagnes occupe une part importante dans le champ de vision, il peut être difficile de réintégrer l'espace de communication. En effet, lorsque deux personnes sont en phase d'échange, ils peuvent ne pas se rendre compte de la troisième personne qui tente de communiquer également. De même, nous avons constaté que lors des expériences entre un nombre impaire de participants, il y a souvent une personne qui rencontre des difficultés à intégrer l'espace de communication. Cela vient principalement du fait que le champ de vision de chaque spectateur (et donc la charge mentale liée à la focalisation sur un événement) est rapidement saturé d'informations. Dans des expériences en nombre paire supérieur à deux, il est probable que les communications ne se fassent pas à quatre, mais plutôt deux par deux. Davantage d'études avec cette configuration pourraient être faites pour confirmer l'idée.

Enfin, jusqu'à présent, nous n'avons pas réussi à voir de participant pouvant être mutuellement focalisé sur l'environnement et en même temps sur la communication. Encore une fois, le champ de vision trop saturé empêcherait de pouvoir porter son attention sur les deux espaces de communication et de production. Néanmoins, il serait intéressant d'imaginer un dispositif pouvant lier les deux à la même échelle, afin d'améliorer les compréhensions des rapports HOOHOOH et HOOH+HO.

Nous avons donc proposé un schéma de communication non verbale entre trois spectateurs dans un environnement virtuel collaboratif, où chaque action a une action sur le paysage évolutif. De même, nous avons précisé que l'attention d'un spectateur pouvait glisser de l'espace de communication à l'espace de production, en se focalisant soit sur l'échange communicatif, soit sur son interaction avec le paysage virtuel. Ainsi, nous passons d'un modèle HOOHOOH à un modèle HOOH+HO. Il n'est pas à exclure que les spectateurs ne sont pas obligatoirement interactifs, et donc que dans un contexte de trois participants, l'un peut être contemplatif face aux actions des autres. Le modèle HOOHOOH n'est donc pas fixe à l'environnement virtuel créé, mais plutôt un état de circulation des données et d'échanges lorsque trois personnes sont en phase de synchronisation et de communication ensemble. Le modèle HOOH+HO représente, quant à lui, une composition où deux personnes communiquent et une troisième se focalise sur le paysage virtuel, jouant avec ses montagnes, mais également celles des deux autres spectateurs qui sont créées en temps réel grâce à l'échange communicatif.

7.2 Maîtrise de l'interactivité

L'un des enjeux importants dans l'expérience en réalité virtuelle est la capacité de l'utilisateur à comprendre et maîtriser les outils interactifs pour sa bonne évolution dans le dispositif interactif. Pour cela, nous allons tout d'abord expliquer les enjeux liés directement aux objets interactifs, notamment par le biais de l'intuitivité, de l'affordance et du feedback. Cependant, pouvoir interagir avec un objet virtuel ne veut pas dire que l'on maîtrise entièrement l'interactivité. C'est pourquoi nous proposons de comprendre l'évolution de l'appréhension de l'utilisateur face aux interactions, et donc comment il s'approprie l'interactivité pour créer et improviser. Nous parlons ici d'interactivité, car il ne s'agit pas de simplement comprendre le fonctionnement des interactions pour pouvoir improviser dans l'environnement. En effet, comme l'interactivité comprend le message artistique, comme nous le décrivions en Chapitre 5, en avoir une maîtrise signifie pouvoir jouer avec ses intentions artistiques (en tant que spectateur) dans un contexte d'intentions artistiques pré-existantes, amenées par l'auteur grâce au dispositif artistique. Il y a donc dans cette maîtrise un jeu d'intersubjectivité où le spectateur mêle son propre message, ses propres intentions artistiques, grâce aux outils interactifs, à l'univers de l'auteur. C'est en cela que la maîtrise nous semble intéressante, car elle permet d'hybrider les différentes formes de création artistique qui circulent dans l'œuvre en réalité virtuelle, sur toute sa temporalité, sa globalité.

Cette partie sera donc divisée sous deux axes, un axe centré sur les objets interactifs, et l'autre sur les étapes de la maîtrise de l'interactivité vue par l'utilisateur.

7.2.1 Voix off, affordance, feedbacks

Nous allons dans un premier temps développer les concepts liés aux objets interactifs, qui permettent aux utilisateurs de comprendre qu'ils sont interactifs. Cependant, il ne suffit pas de créer un effet sur un objet (comme une surbrillance par exemple) pour que l'utilisateur comprenne parfaitement sa capacité interactive, et encore moins pour qu'il conscientise l'ensemble des actions et des réactions pouvant être liées à cet objet interactif lorsqu'il est manipulé. Ainsi, pour qu'une personne évolue pleinement et sans contraintes dans un monde virtuel, il est important que ce dernier soit intuitif du début à la fin. Comme le précisent De Haan et al. dans leurs recherches [6], pour qu'une expérience de l'interactivité soit intuitive, il faut que les différentes interactions de l'utilisateur dans l'expérience le soient tout autant, de la navigation à la manipulation, et donc des interactions aux métaphores.

Ainsi, nous étudierons trois concepts importants pouvant améliorer la compréhension de l'interaction de la part du participant lorsqu'il est dans un environnement virtuel, face à des objets interactifs : la *voix off*, l'*affordance* et le *feedback*.

La voix off

La voix off dans le cinéma permet d'apporter l'existence d'un personnage hétérodiégétique, à savoir une personne extérieure à l'histoire mais ayant un rôle de narrateur. Ainsi, sa fonction est d'apporter un contenu supplémentaire à l'image et son analyse. Comme le précise Paggi : « *De même que pour tous les autres sons (linguistiques et non), l'analyse de la voix-off participe de la relation textes-images qui détermine la signification de chaque élément qui compose la narration filmique. Bien que l'on puisse considérer le texte en voix-off par lui-même, sa signification cinématographique repose sur la relation qu'il entretient avec ce qui est montré par les images.* » [7] Son rôle est donc bien de créer un contexte analytique entre l'image et le son, afin d'apporter un contenu supplémentaire d'analyse et d'interprétation au spectateur. Généralement, la voix off est associée à l'image dans ce but d'ajouter une dimension supplémentaire à la narration présentée par

6. Gerwin De Haan, Michal Koutek et Frits H Post, « Towards intuitive exploration tools for data visualization in VR », in : *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, 2002, p. 105-112.

7. Silvia Paggi, « Voix-off et commentaire dans le cinéma documentaire et ethnographique », in : *Cahiers de Narratologie. Analyse et théorie narratives 20* (2011).

l'image.

De même, selon la manière dont la voix off s'adresse au spectateur, le ressenti de l'expérience cinématographique sera différent. Comme le précise d'ailleurs Lieb : « *Nous savons que le discours narratoriel permet au cinéaste de mener son récit, tout en accentuant le jeu de la subjectivité et de l'objectivité entre les divers points de vue et le narrateur omniscient* » [8] la présence de la voix off permet au spectateur d'entrer en relation intime avec la narration, ou bien directement au personnage ciblé par le récit dicté. Il y a donc ici un jeu intéressant entre discours subjectif de la voix off qui incarne l'image, et objectif de par le rôle omniscient de cette voix.

D'une manière globale, une voix off peut s'adresser à la première, la deuxième ou bien à la troisième personne au spectateur, selon les intentions du réalisateur par rapport au film. Selon cette manière de s'adresser au public, l'immersion dans le film et l'identification aux personnages évolue fortement durant l'expérience de visualisation. De même, selon l'élocution, la tonalité de la voix ou encore l'énergie apportée dans le récit, les émotions provoquées par le film peuvent complètement évoluer, comme le précise Paggi : « *Enfin, dans l'analyse de la voix-off, on ne peut pas négliger la qualité de l'oralité qu'elle porte et qui la dénote. La connotation de la voix (sexe, âge, etc.), le style de la diction, ainsi que les intonations employées contribuent largement, on le sait, à la signification du contenu du texte communiqué.* » [9] Le choix de l'incarnation de ce personnage omniscient par le biais de la voix est donc capital dans l'expérience du récit, car ses enjeux sur les spectateurs sont majeurs.

Enfin, l'utilisation de la voix off apporte au spectateur une dimension intime qui lui permet d'entrer dans le récit ou dans la psychologie des personnages grâce à l'aide du personnage omniscient. Ce dernier, qui possède une figure d'être ultime, donnant l'impression de tout connaître des personnages, de la narration, voire même du déroulé de l'histoire, permet à chaque spectateur de se sentir guidé dans l'exploration filmique. Xavier explique d'ailleurs ceci : « *La voix off est ici destinée à assurer la fluidité du récit et à y ajouter une note de décontraction propre à la conversation intime ; elle est alors presque toujours incarnée par des acteurs populaires possédant un grand charisme. Cette parole « naturelle » adressée aux spectateurs prend la forme d'un protocole de communication aux règles claires, aussi bien en ce qui concerne l'action que la pensée.* » [10] Si la voix off est d'abord

8. Marie-Anne Lieb, « Voix-off et voix (e) narrative : la conscience entre les lignes dans l'œuvre de Arnaud Desplechin », in : *Cahiers de Narratologie. Analyse et théorie narratives 22* (2012).

9. Paggi, « Voix-off et commentaire dans le cinéma documentaire et ethnographique », *op. cit.*

10. Ismail Xavier et Tokiko Ishihara, « Entre ressentiment et pragmatisme : la voix off en tant que

un moyen fonctionnel de donner du sens à l'image, elle apporte également une relation intime entre le public et la narration, permettant à chaque personne de se sentir ancré dans l'action (narration), mais également dans la pensée (les personnages).

La voix off est également utilisée dans des narrations en réalité virtuelle, comme le décrivent Barbara et al. dans leurs recherches [11]. Ces derniers présentent une revue complète de l'utilisation de cet outil dans la technologie immersive et interactive, dans un but de comprendre le principe d'auto-identification du spectateur immergé par le casque HMD, notamment grâce à la question "Qui suis-je qui parle ?". Egalement, Vosmeer et al. [12] proposent une expérience permettant de comprendre quel type de voix off permet aux spectateurs de mieux se sentir présents dans l'environnement virtuel. En faisant des tests avec des voix s'adressant à la première, la deuxième et à la troisième personne, ils ont pu déterminer que la voix off à la deuxième personne invitant grandement les spectateurs à se sentir présents dans la narration en 360°.

La voix off à la deuxième personne a donc un enjeu important dans les narrations en réalité virtuelle, puisqu'elle permettrait d'améliorer le sentiment de présence, d'incarnation, voire l'amélioration de l'engagement dans les interactions. Nous estimons également qu'elle a un double rôle dans le contexte d'œuvres numériques. D'un côté, elle permet de créer une narration de l'œuvre en intervenant, apportant le message de l'auteur au spectateur. Le récit permet de donner un contexte artistique à l'environnement, de créer une histoire donnant du sens aux images en 360°. Egalement, la voix off permet de créer une médiation dans l'expérience des spectateurs, puisqu'elle invite à découvrir les interactions et les actions possibles en guidant chaque personne dans l'exploration du monde virtuel. Ainsi, au-delà d'appuyer l'histoire de l'œuvre, la voix off permet de limiter la médiation du spectateur avant l'expérience, lui laissant le sentiment de découvrir par lui-même l'expérience de l'œuvre, améliorant donc l'auto-satisfaction d'avoir "bien réussi" l'expérience [13]. Dans son rôle de guide, la voix-off permet d'un côté d'accompagner le spectateur pen-

discours du protagoniste devant la violence et le jeu de l'ascension sociale », in : *Cinémas* 22.*1* (2011), p. 41-65.

11. Jonathan Barbara et Mads Haahr, « Who Am I that Acts ? the use of voice in virtual reality interactive narratives », in : *International Conference on Interactive Digital Storytelling*, Springer, 2021, p. 3-12.

12. Mirjam Vosmeer, Christian Roth et Hartmut Koenitz, « Who are you ? Voice-over perspective in surround video », in : *Interactive Storytelling : 10th International Conference on Interactive Digital Storytelling, ICIDS 2017 Funchal, Madeira, Portugal, November 14–17, 2017, Proceedings 10*, Springer, 2017, p. 221-232.

13. Nous rappelons ici que dans notre cas, il n'y a pas de mauvaise expérience de l'œuvre, puisque le vécu de chaque spectateur est libre

dant toute l'expérience, évitant ainsi de créer un sentiment de perte de compréhension du déroulé à suivre, mais également de minimiser les explications des règles de l'œuvre par l'auteur avant la mise en place du casque, règles qui pouvaient facilement et rapidement être oubliées dès le début de l'expérience. Ainsi, chaque spectateur se référera à une voix qu'il interprétera comme celle de l'auteur, ou bien de l'œuvre elle-même, le rassurant d'un côté, le guidant de l'autre, créant ainsi de nouvelles émotions.

Dans le cas de Creative Harmony, nous avons créé une voix off à la deuxième personne pour la première scène de l'œuvre. Cette voix, féminine, douce et chuchotante, incite chaque spectateur à s'immerger dans l'œuvre grâce à des exercices de respiration, mais également à découvrir les interactions possibles en bougeant les mains et en soufflant. Voici le texte écrit pour la troisième version de l'œuvre :

> Bienvenue dans Creative Harmony. Vous êtes ici dans un espace de confiance et de liberté. Laissez-vous entraîner dans un univers interactif et contemplatif, laissez votre corps et vos émotions vous guider à travers cette expérience onirique. Vivez un moment d'apaisement, de création et de collaboration avec vos partenaires d'expérience. Profitez de ce moment pour vous poser, vous exprimer et interagir avec votre environnement. Tout doucement, laissez-vous plonger dans l'œuvre.
> Inspirez profondément, puis expirez. Inspirez une nouvelle fois, puis expirez en relâchant les muscles de votre visage, vos yeux, votre mâchoire. Tout en continuant à respirer, relâchez votre nuque, vos épaules, vos bras. Inspirez plus profondément, puis expirez par la bouche. Votre souffle devient visible, il est un moyen d'interaction avec votre environnement.
> Maintenant, déplacez vos mains dans l'espace. Observez les bulles que vous créez en vous exprimant avec votre corps. Soufflez dessus pour les faire voyager. Vos mains et votre souffle vous guideront durant toute l'expérience artistique et collaborative de Créative Harmonie. Explorez avec vos sens, découvrez votre corps et votre expressivité.
>
> Prenez le temps de créer, de jouer, de communiquer avec vos partenaires et avec l'œuvre. Profitez pleinement de ce moment.
>
> Votre corps entier est un moyen d'expression avec le paysage. Si vous bougez les mains dans l'espace, si vous soufflez face à vous, l'environnement vous répondra. Tentez de créer des montagnes en faisant des gestes ascendants avec vos mains. Et si vous soufflez, vous pourrez créer des arbres à la couleur de votre corps. Amusez-vous à varier l'environnement avec vos partenaires de jeu.
>
> Magnifique ! Vous avez cocréé un paysage grandiose. Mais votre corps interac-

> tif peut encore vous emmener plus loin. Croisez votre souffle avec celui de vos partenaires pour jouer sur l'environnement. Soufflez vous dessus mutuellement pour vous connecter et vous hybrider. Profitez de votre présence mutuelle pour vous harmoniser, pour vivre ensemble, pour communiquer par vos gestes.

Par ce texte, nous souhaitions tout d'abord apporter une dimension immersive et relaxante pour les spectateurs, par le biais d'exercices de respiration incitant au relâchement des muscles et des tensions. Egalement, nous voulions guider les spectateurs dans l'exploration de leur corps virtuel interactif, notamment en les invitant à effectuer de premières actions simples pour découvrir les systèmes interactifs. Enfin, nous avons créé une narration, un contexte de l'œuvre, tout en gardant un récit au texte artistique, accompagnant les univers créés pour l'œuvre. Notre volonté était de mettre en avant le sentiment d'auto-satisfaction chez les spectateurs qui cocréent le paysage virtuel.

Enfin, techniquement, nous avons utilisé deux méthodes d'enregistrement des voix off. Tout d'abord, nous avons enregistré plusieurs femmes parlant soit français, soit anglais, soit espagnol (selon les expositions de l'œuvre), puis mixé les voix pour les fondre dans la musique de l'expérience. La deuxième méthode utilisée pour la troisième version de l'œuvre est une génération de la voix off par voix artificielle, grâce au logiciel *elevenlabs.io*[14] et à la fonction Text to Speech (du texte à la parole). En utilisant la voix appelée "Nicole", et selon les paramètres d'ajustement du style d'élocution, nous avons pu recréer une voix relaxante et chuchotante. Cependant, cette technique engage plusieurs problèmes, comme la vitesse d'élocution qui peut rapidement changer selon le rythme des mots, et qui est difficile à corriger en post-production. Egalement, certaines voix ne sont pas faites pour être générées dans différentes langues, comme le français ou l'espagnol, et peuvent donc créer des incohérences dans les manières de dire une phrase. Enfin, même si le réalisme de la voix est de bonne qualité, nous pensons qu'il y a une perte d'humanisation dans la voix par cette technique, notamment car la voix humaine crée des micro-événements (changements de timbre, vibrato, manière de chanter une phrase) la rendant singulière. Concernant cela, il serait intéressant d'effectuer des recherches sur la capacité à se projeter dans une voix off en réalité virtuelle, selon son origine naturelle ou artificielle.

Ainsi, nous avons expliqué en quoi une voix off peut permettre d'aider le spectateur à s'immerger dans une narration en réalité virtuelle et à vivre des émotions selon les caractéristiques de cette voix. Egalement, nous avons vu que la voix off permettait de donner un contexte à la narration de l'œuvre, mais également à guider le spectateur dans

14. `https://elevenlabs.io/app/speech-synthesis/text-to-speech`

le processus interactif, apportant donc un rôle de médiation. Cette première description permet donc d'améliorer l'appréhension des interactions chez les utilisateurs dès le début de l'expérience, tout en gardant un aspect artistique ne détonnant pas avec le reste de l'environnement virtuel. Le spectateur reste ainsi présent dans l'environnement, incarné dans son avatar, avec une première compréhension guidée de la manière dont il peut interagir.

Une deuxième donnée importante dans la compréhension du dispositif interactif est l'affordance, à savoir la capacité d'un objet interactif à faire comprendre qu'il est interactif.

L'affordance

Le terme d'affordance a tout d'abord été défini par Gibson dans le but de comprendre la perception des objets par le biais non pas des sciences cognitives, mais plutôt d'un point de vue perceptif environnemental et écologique. Il définit l'idée comme ceci : « *Les affordances de l'environnement sont ce qu'il offre à l'animal, ce qu'il fournit ou met à disposition, pour le bien ou pour le mal.* [...] *Par ce terme, je désigne quelque chose qui fait référence à la fois à l'environnement et à l'animal d'une manière qu'aucun terme existant ne fait. Il implique la complémentarité de l'animal et de l'environnement.* [15] » [16] Un environnement serait donc propice à un animal dans sa capacité à pouvoir recevoir ses besoins, en prenant en compte les points de vue des deux entités pour en désigner l'affordance. Concernant les objets, Gibson précise : « *L'affordance d'un objet est ce que le nourrisson commence par remarquer. Le sens est observé avant que la substance et la surface, la couleur et la forme, ne soient vues comme telles. Une affordance est une combinaison invariante de variables, et on pourrait supposer qu'il est plus facile de percevoir une telle unité invariante que de percevoir toutes les variables séparément.* [17] » [18] Il s'agit, plutôt de voir un objet comme un ensemble de composantes (couleurs, textures, chaleur), de le comprendre comme un objet avec une fonction, c'est-à-dire dans son ensemble fonctionnel.

La théorie de Gibson a ensuite été utilisée dans différents domaines comme le design, notamment avec les recherches de Norman [19]. Pour lui, le principe dans le design de produits est de concevoir des objets affordants pour l'utilisateur, c'est-à-dire dont la fonction est évidente par l'ensemble de ses composantes (forme, matière, couleur, ...). De manière globale, l'affordance peut être définie comme telle : « *nous utilisons le concept d'affordance pour désigner les possibilités latentes d'action présentées par un artefact, un outil ou un*

15. Traduit de l'auteur : The affordances of the environment are what it offers the animal, what it provides or furnishes, either for good or ill. [...] I mean by it something that refers to both the environment and the animal in a way that no existing term does. It implies the complementarity of the animal and the environment.

16. James J Gibson, *The ecological approach to visual perception : classic edition*, Psychology press, 2014.

17. Traduit de l'auteur : The affordance of an object is what the infant begins by noticing. The meaning is observed before the substance and surface, the color and form, are seen as such. An affordance is an invariant combination of variables, and one might guess that it is easier to perceive such an invariant unit than it is to perceive all the variables separately.

18. Gibson, *The ecological approach to visual perception : classic edition*, *op. cit.*

19. Donald A Norman, « Affordance, conventions, and design », in : *interactions* 6.*3* (1999), p. 38-43.

environnement.[20] »[21] Un élément est donc affordant lorsque son utilisation, sa fonction est cohérente et pertinente par ses composantes.

Pour préciser davantage, Hartson[22] propose quatre formes d'affordance :

— **Les affordances cognitives** : caractéristique de conception qui aide, soutient, facilite ou permet de penser et/ou de comprendre quelque chose. Par exemple, des mots clairs et précis dans le libellé d'un bouton pourraient être une affordance cognitive permettant aux utilisateurs de comprendre la signification du bouton en termes de la fonctionnalité derrière ce bouton et des conséquences de son clic.
— **Les affordances physiques** : caractéristique de conception qui aide, soutient, facilite ou permet de faire quelque chose physiquement. Par exemple, une taille adéquate et une position facile d'accès pourraient être des caractéristiques d'affordance physique dans la conception d'un bouton d'interface permettant aux utilisateurs de cliquer facilement sur le bouton.
— **Les affordances fonctionnelles** : qui aide ou assiste l'utilisateur à faire quelque chose. Par exemple, un utilisateur clique pour accomplir un objectif, pour atteindre un but (cliquer sur un objet de l'interface utilisateur, ou un artefact, pour le sélectionner pour une manipulation ou cliquer sur un bouton étiqueté « Trier » pour lancer une opération de tri).
— **Les affordances sensorielles** : caractéristique de conception qui aide, assiste, soutient, facilite ou permet à l'utilisateur de percevoir (par exemple, voir, entendre, ressentir) quelque chose. L'affordance sensorielle inclut les caractéristiques de conception ou les dispositifs associés aux sensations visuelles, auditives, haptiques/tactiles, ou d'autres sensations.

Pour préciser sur ce dernier type d'affordance, Moloney précise ceci : « *L'intention d'identifier la sensibilité comme un aspect distinct de son modèle d'affordance est d'éliminer l'ambiguïté, de situer la sensibilité comme un contributeur significatif à l'interaction humaine, où la vision, l'ouïe et le toucher soutiennent la cognition et les affordances*

20. Traduit de l'auteur : we use the concept of afordance to refer to the latent possibilities for action presented by an artefact, tool or environment.
21. Susan U Stucky, Ben Shaw et Wendy Ark, « Virtual environments overview », in : *San Jose CA : IBM Almaden Research Centre* (2009).
22. Rex Hartson, « Cognitive, physical, sensory, and functional affordances in interaction design », in : *Behaviour & information technology* 22.5 (2003), p. 315-338.

physiques pour permettre des réponses fonctionnelles appropriées.[23] »[24] Ainsi, par ces différentes formes d'affordances, nous pouvons appréhender un objet dans son aspect interactif.

Enfin, Moloney reprend deux dernières formes d'affordance proposées par Stuckey et al. : les affordances natives et les affordances construites[25]. Dans un monde virtuel si les premières font référence à la capacité de naviguer naturellement, les deuxièmes font référence à des déplacements non naturels, comme la téléportation par exemple.

Dans une expérience de réalité virtuelle, l'affordance est déjà présente par le matériel. En effet, le casque de réalité virtuelle HMD est considéré comme une affordance physique dans la mesure où sa forme et sa matérialité (écrans, lunettes, élastique) font comprendre intuitivement qu'il se porte sur la tête. Les manettes sont également conçues de manière à indiquer que l'on peut les agripper par les mains, tout en pouvant appuyer sur des boutons pour créer des actions. De même, leur représentation dans le monde virtuel, permettant de figurer les mains, est une affordance sensorielle évidente pour faire comprendre que l'on peut interagir avec nos mains.

Dans Creative Harmony, il existe peu d'objets virtuels préexistants, dans la mesure où presque tout le paysage est à construire par les spectateurs. Cependant, au-delà de ce que nous venons de décrire avec le matériel de réalité virtuelle, nous avons conçu pour la deuxième version de l'œuvre un principe de répétition de geste que l'un des spectateurs doit effectuer afin d'avoir un impact sur le paysage. Il doit donc répéter des gestes en passant sa main dans des formes linéaires apparaissant tout autour de lui (voir Figure 7.6).

Ces gestes apparaissent au fur et à mesure de l'expérience du spectateur, tout autour de lui, avec une augmentation progressive de son ampleur et de sa forme. Le geste à répéter est donc simulé par un trait lumineux, composé d'un système de particules allant dans un sens précis. Une surbrillance des particules le met en évidence, en contraste avec l'environnement virtuel relativement sombre. Ainsi, par son apparition régulière, sa variation, sa surbrillance et par le sens de mouvement des particules, l'objet permet au

23. Traduit de l'auteur : The intent of identifying sensory as a distinct aspect of his afordance model is to remove ambiguity, to locate sensing as a significant contributor to human interaction, where vision, hearing and touch supports cognition and physical afordance to enable appropriate functional responses.

24. Jules Moloney et al., « The affordance of virtual reality to enable the sensory representation of multi-dimensional data for immersive analytics : from experience to insight », in : *Journal of Big Data* 5.*1* (2018), p. 53.

25. *Ibid.*

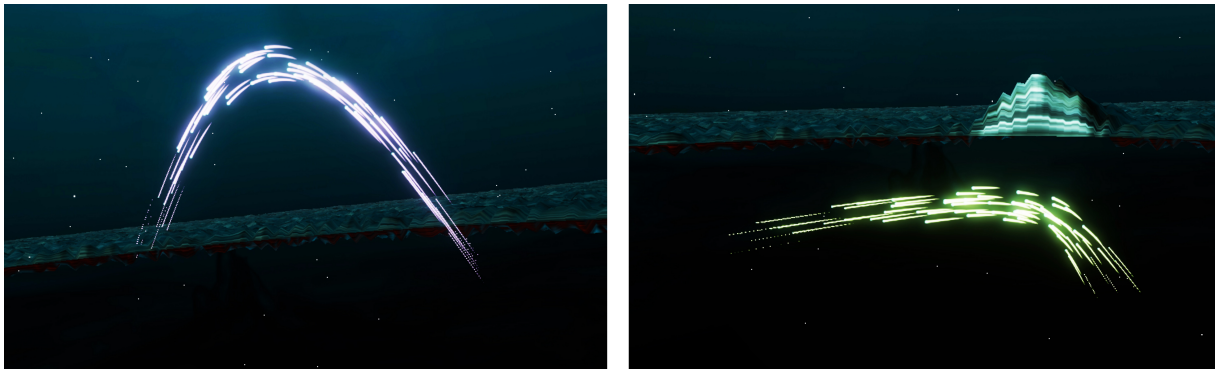


FIGURE 7.6 – Simulation des gestes à répéter dans Creative Harmony 2, Scène 2, pour les Spectateurs B.

spectateur de comprendre qu'il doit imiter la forme et le sens grâce à ses mains captées par les manettes, pour avoir un impact sur le paysage virtuel.

Néanmoins, nous avons constaté qu'il était important d'expliquer le fonctionnement en amont de l'expérience, avant d'installer le dispositif de réalité virtuelle sur les spectateurs. En effet, si le principe de répétition du geste est intuitif pour une grande partie des spectateurs immergés, la distance qui le sépare du trait lumineux empêche souvent de réaliser l'action. Plus précisément, pour que l'action soit effectuée et donc qu'un impact ait lieu sur l'environnement virtuel, il faut que le spectateur traverse le trait par sa main. Si ce trait est trop éloigné du corps réel et virtuel, le spectateur n'a pas forcément le réflexe intuitif de se déplacer pour activer l'action. Il va donc répéter plusieurs fois le mouvement dans le vide, pensant à tort réussir à créer une action sur le paysage. Nous ne pouvons donc pas conclure sur une affordance totale du geste à répéter, puisqu'il est assez souvent incompris, et une intervention des médiateurs est nécessaire pour arriver à déclencher l'interaction. C'est d'ailleurs à la suite de ce constat que nous avons décidé de faire une troisième version de l'œuvre Creative Harmony, avec un mode symétrique et une gestuelle interactive libre pour tout le monde.

Nous avons donc décrit l'importance de l'affordance dans le principe d'interaction avec un objet virtuel, dans le cas d'un monde en réalité virtuelle. Il reste un dernier point à étudier concernant le principe interactif lié à un objet, qui est le feedback, à savoir le retour sensible (visuel, sonore, haptique, ...) qu'envoie le dispositif à l'utilisateur pour lui faire comprendre que son action a eu un impact sur l'objet interactif.

Le feedback

Le feedback, ou rétroaction, est le retour sensoriel que provoque un objet virtuel lorsqu'il est manipulé, afin de signifier au spectateur que son action est prise en compte et effective. Pour reprendre la définition de Fuchs : « *Les rétroactions (feedback) du système vers l'utilisateur constituent un point crucial pour l'utilisabilité. Traditionnellement, la rétroaction est définie comme un retour d'in formationfournipar le systèmeinformatiqueà l'utilisateur comme réponseà son action ou sa position. De façon générique, on peut distinguer quatre catégories principales de rétroactions :*

• *les rétroactions concernant les événements internes à l'EV à propos desquels l'utilisateur doit être averti (rétroaction système) ;*

• *les rétroactions sur la position de l'utilisateur dans l'espace virtuel mis en scène dans l'EV ;*

• *les rétroactions sur l'action, c'est-à-dire sur (a) la prise en compte de l'action de l'utilisateur par l'EV et sur (b) l'effet qui en résulte dans l'espace ou sur les objets virtuels concernés ; parmi celles-ci, il est utile de distinguer :*

- les rétroactions concernant les erreurs commises au cours de l'interaction ;

- les rétroactions ayant pour objet de guider l'utilisateur dans son dialogue et la réalisation de sa tâche, en lui proposant une information permettant d'orienter la suite de ces actions ;

• *les rétroactions spécifiquement conçues pour accompagner un apprentissage.* » [26]

Ainsi, plusieurs types de feedbacks peuvent être pris en compte pour faire comprendre la validation d'une interaction chez l'utilisateur, mais également et plus globalement, pour le bon déroulé de l'expérience de réalité virtuelle. Ils peuvent prendre plusieurs formes, qu'ils soient visuels, sonores, textuels, haptiques (retours liés au touché et la force, comme une vibration avec variation d'intensité par exemple) ou semi-haptiques (comme haptique, mais moins prononcé. Une légère vibration lorsqu'on touche un écran tactile par exemple). Au final, les feedbacks sont des indices, des aides à l'action, permettant de guider les utilisateurs dans leurs actions dans l'environnement virtuel.

Il faut également préciser que le feedback ne se limite pas aux objets virtuels extérieurs à l'utilisateur, mais bien à toute forme de virtualisation interactive dans l'environnement virtuel. Ainsi, l'avatar de l'utilisateur est un feedback visuel de ses actions réelles et leur représentation dans le monde virtuel (si je bouge ma main réellement, le programme va

26. Fuchs, Moreau et Burkhardt, *Le traité de la réalité virtuelle Volume 2-L'interfaçage : l'immersion et l'interaction en environnement virtuel*, *op. cit.*

me renvoyer un mouvement de main virtuelle similaire, me faisant comprendre que mon corps est interactif). Le feedback aide donc d'un côté au sentiment de présence, et d'un autre côté à l'interaction.

Selon les expériences et tâches à exécuter dans les environnements virtuels, le choix de type de feedback est important pour guider convenablement les utilisateurs. Ainsi, leur retour d'expérience, leur capacité à interagir voire comanipuler peut considérablement varier selon l'efficacité de ces rétroactions. Des études de Gibbs et al. [27] ont par exemple montré qu'un retour haptique vibrotactile ajouté à un retour visuel permettaient aux utilisateurs de se sentir plus présents dans l'environnement virtuel et face à la tâche qu'ils devaient exécuter. De même, leurs études ont montré que le retour haptique seul donnait des résultats de présence plus importants que le retour visuel seul.

Egalement, dans le cas d'un environnement virtuel de formation, les feedbacks peuvent améliorer les conditions d'apprentissage en réalité virtuelle. Ainsi, comme le présentent les études de Crison et al. [28], des retours haptiques, visuels et sonores aident les participants à mieux maîtriser un simulateur de fraisage, améliorant donc les conditions d'apprentissage et la sécurité des apprentis lors de la formation.

Enfin, pour aller plus loin sur les effets des feedbacks sur l'expérience utilisateur en réalité virtuelle, Mestre et al. [29] ont étudié les comportements psychologiques et physiques de cyclistes immergés dans un environnement virtuel. Ils ont constaté d'un côté que les feedbacks de la réalité virtuelle permettaient aux participants de décentrer leur attention de leurs sensations corporelles, pour la projeter vers l'environnement virtuel. Ainsi, les sensations musculaires, de fatigue, et les potentielles douleurs étaient moins ressenties grâce au monde virtuel. De même, la présence d'un coach virtuel, créant des feedbacks visuels et sonores, augmentait le plaisir et la régulation de l'exercice tout en diminuant l'effort perçu.

Si le feedback est lié à la notion de présence, nous pourrions reprendre l'idée des trois présences développées dans le Chapitre 6. Ainsi, la présence personnelle subjective ("je

27. Janet K Gibbs, Marco Gillies et Xueni Pan, « A comparison of the effects of haptic and visual feedback on presence in virtual reality », in : *International Journal of Human-Computer Studies* 157 (2022), p. 102717.

28. Franck Crison et al., « Virtual technical trainer : Learning how to use milling machines with multi-sensory feedback in virtual reality », in : *IEEE Proceedings. VR 2005. Virtual Reality, 2005.* IEEE, 2005, p. 139-145.

29. Daniel R Mestre, Marine Ewald et Christophe Maiano, « Virtual reality and exercise : behavioral and psychological effects of visual feedback », in : *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine 2011* (2011), p. 122-127.

suis moi") est liée aux feedbacks de l'avatar par rapport à notre corps virtuel. La présence environnementale ("je suis ici") est également liée aux feedbacks de l'environnement par rapport à mon corps. Et enfin, la présence sociale ("je suis avec quelqu'un") est liée aux feedbacks des autres personnes dans l'environnement (leur corps virtuel mais également leurs actions).

Dans Creative Harmony, nous avons mis en place plusieurs formes de feedbacks, afin d'aider les différents spectateurs dans leurs interactions, selon les modèles symétriques et asymétriques :

1. Le retour visuel, lorsqu'un spectateur crée une montagne en faisant un geste des mains. Selon la forme, l'intensité et l'emplacement du geste, la montagne aura une forme correspondante. Si les premières montagnes n'auront pas forcément les formes souhaitées par les spectateurs, c'est en répétant les actions et en percevant les feedbacks qu'ils pourront affiner leur maîtrise de la création du paysage.
2. Le retour sonore, que l'on retrouve notamment dans la deuxième version de l'œuvre, avec la répétition des gestes simulés par traits lumineux, que nous avons détaillé dans la partie précédente. Lorsqu'un trait est entièrement répété, il disparaît, accompagné d'un effet sonore, afin de signifier que l'action est réussie et que le spectateur a modifié le paysage environnant. L'action sur les montagnes est d'ailleurs signifiée par des particules tombant du ciel, sur la montagne ciblée par l'action.
3. Le retour haptique vibrotactile, grâce aux manettes du casque de réalité virtuelle. Toujours avec le même exemple de gestes à répéter, lorsque la main traverse le trait lumineux, la manette vibre de plus en plus fort pour signifier que l'action en cours est valide et fonctionnelle. De même, dans la troisième version de l'œuvre, lorsque deux spectateurs se soufflent dessus, ils activent l'action du métissage (que l'on décrira en Chapitre 7 de cette deuxième partie), signifiée par une augmentation progressive des vibrations des manettes que chaque spectateur tient dans ses mains.

Suite à plusieurs expériences de l'œuvre et aux retours des spectateurs, voici plusieurs points que nous pouvons interpréter concernant les feedbacks :

Les feedbacks visuels et sonores liés à la répétition des gestes de CH2 n'étaient pas assez efficaces pour comprendre l'action des spectateurs sur le paysage. Les retours audio se fondaient trop dans la musique, n'apportant pas forcément une bonne compréhension du lien avec l'action, et les retours visuels étaient trop discrets par rapport à l'ensemble des éléments visuels dans le casque.

Les feedbacks haptiques vibrotactiles pouvaient parfois faire croire aux spectateurs que l'action qu'ils faisaient était mauvaise, alors qu'ils signifiaient justement que leur action était en cours de réussite. Une spectatrice nous a expliqué qu'elle pensait se faire réprimander par le dispositif par le biais des vibrations car elle n'aurait pas le droit d'effectuer cette action.

Des feedbacks sonores pourraient être ajoutés à la génération de montagnes pour augmenter le sentiment de puissance dans l'acte de générer des reliefs montagneux.

Au final, nous avons constaté que, si le concept de feedback est aisément compréhensible et important dans la réalité virtuelle, son utilisation reste compliquée par son grand impact sur les émotions et la présence des spectateurs. Dans un environnement artistique, une difficulté supplémentaire s'impose, qui est la cohérence de la forme ou du son par rapport à l'environnement global. Un feedback visuel trop éloigné de l'univers artistique baisserait le niveau de présence d'un spectateur, tandis qu'un visuel trop confondu dans l'environnement le rend invisible, décroissant ainsi le sentiment de compréhension de l'interaction, voire l'agentivité. De même, le retour haptique est une solution intéressante pour créer plus de sensations chez le spectateur, mais peut parfois être mal interprété, bloquant ainsi l'accès à certaines interactions (potentiellement importantes pour le vécu de l'expérience) plutôt que stimulant leurs activations.

Par notre définition des feedbacks et leur présentation dans notre œuvre de recherche-création, nous pouvons proposer cette idée : le feedback visuel permet de mieux maîtriser l'interaction, grâce notamment au principe de répétition, de la correction d'erreur et de l'ajustement des actions. Le feedback sonore permet d'accentuer l'envie de réitérer une expérience grâce à la satisfaction de validation d'une action, et même temps par les sensations éprouvées par le son lui-même. Enfin, le feedback haptique permet de confirmer le fonctionnement d'une action, encourageant ainsi l'utilisateur à la terminer. Ces trois raisonnements s'appliquent dans le cas de Creative Harmony, mais ne sont pas foncièrement une généralité pour tous les systèmes de retours de tous les environnements virtuels collaboratifs.

Nous venons donc d'étudier trois concepts importants qui permettent d'améliorer l'expérience interactive du spectateur dans un environnement virtuel : la voix off qui amène le spectateur à explorer ses capacités interactives, son corps virtuel, l'affordance qui permet au spectateur de comprendre les possibilités interactives d'un objet, et enfin les feedbacks

qui permettent de comprendre une interaction en cours, son activation et son résultat.

Nous pourrions ici reprendre notre schéma des niveaux d'immersion et d'interaction que nous avons développé en fin de Chapitre 6, et y ajouter ces notions (voir Figure 8.6)

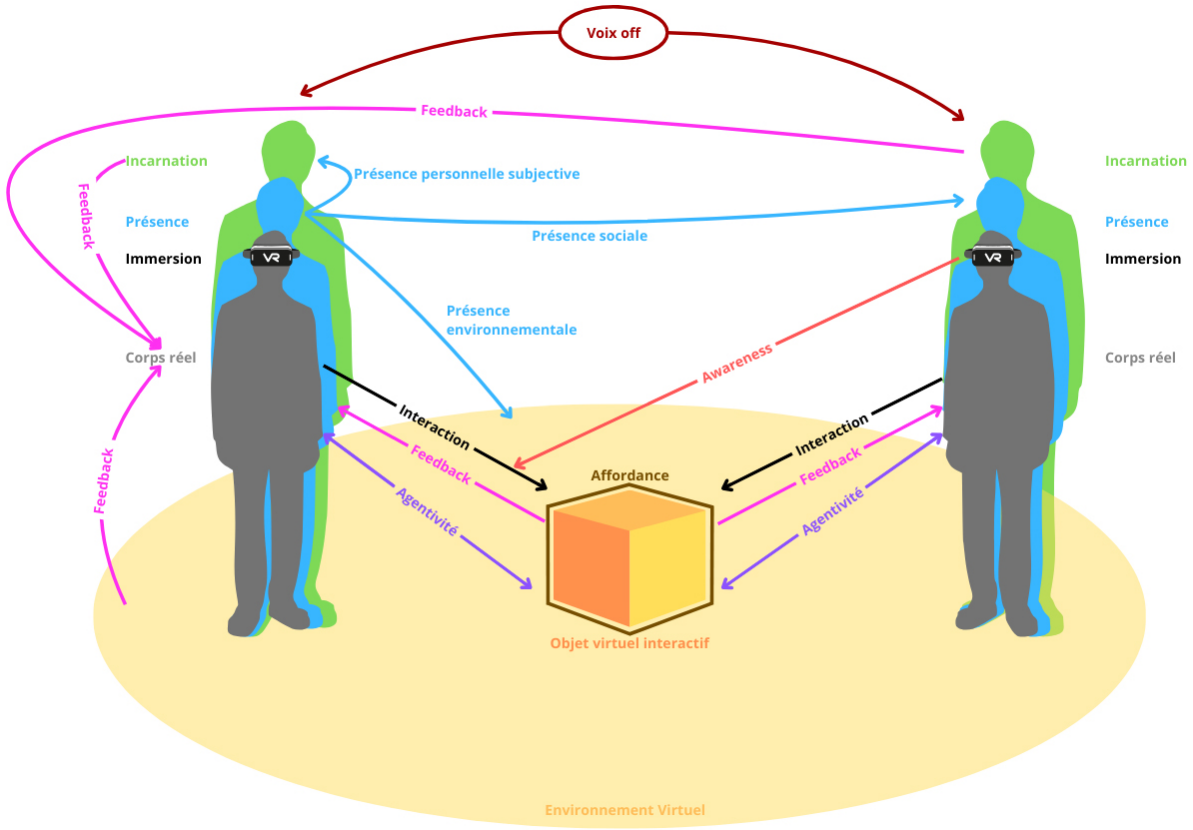


FIGURE 7.7 – Schéma global d'immersion et d'interaction dans un environnement virtuel collaboratif et interactif

Tout d'abord, sur le principe d'immersion, chaque personne est en **immersion** par son Corps Réel dans un Environnement Virtuel par un casque de réalité virtuelle. Par son immersion, il se sent présent sur trois axes : la **présence personnelle subjective** grâce à son corps virtuel, la **présence sociale** par le constat de la présence d'autres personnes dans l'environnement virtuel, et enfin la **présence environnementale** grâce à l'environnement qui l'entoure. Enfin, il a un sentiment d'**incarnation** par la présence de son avatar interactif en temps réel avec son corps réel. Ces sentiments sont dus en partie par les feedbacks que chaque élément virtuel renvoie à chaque spectateur.

Ensuite, sur le principe d'interaction, une **voix off** va aider les spectateurs à comprendre le système interactif en les accompagnant, les guidant. Chaque personne va

également être en **interaction** avec un **Objet virtuel interactif**, qui signifie sa possibilité interactive grâce à l'**affordance**, créant des retours visuels, sonores, haptiques, appelés **feedbacks**, permettant de comprendre qu'une action est en cours, terminée, et active sur l'environnement. Egalement, l'interaction provoque chez chaque spectateur de l'**agentivité**, à savoir un sentiment de contrôle sur le système interactif par ses actions. Enfin, lorsqu'un des participants a conscience des actions des autres sur l'environnement virtuel, cela correspond à l'**awareness**.

Nous disions que le feedback visuel pouvait aider à maîtriser l'interaction grâce au principe de répétition et à la correction d'erreurs. Cette maîtrise de l'interaction est importante à mettre en place pour les utilisateurs car elle permet une bonne expérience du dispositif de réalité virtuelle. Nous verrons donc dans la prochaine partie comment cette maîtrise s'acquiert, notamment avec une vision en trois temporalités.

7.2.2 Maîtrise en trois étapes

Dans notre première partie de thèse, et plus précisément dans le chapitre 3, lorsque nous évoquions la coordination de langage, nous présentions le fait que cette dernière pouvait s'effectuer en trois étapes. Une première d'appréhension où chaque acteur se découvre, une deuxième étape d'adaptation, et enfin une troisième étape d'improvisation.

Nous pensons que la maîtrise de l'interactivité peut également se faire en plusieurs étapes. Comme l'explique Smuts : « *En général, en apprenant à utiliser quelque chose, on peut dire qu'on interagit avec cela, et ce n'est que plus tard qu'on devient capable de le contrôler. Notre capacité à améliorer nos pouvoirs de contrôle fait de la nouveauté la source de la plupart des formes d'interactivité.*[30] »[31] L'apprentissage fait donc partie prenante du processus interactif, puisque nous découvrons nos possibilités interactives pendant l'expérience. Nous disions d'ailleurs que l'interactivité a ce principe de rapport évolutif entre les agents interactifs, il est donc normal d'être en redécouverte permanente des actions des autres, en apprentissage avec le moyen de communiquer dans l'environnement virtuel.

C'est donc en cela que nous proposons l'idée d'une maîtrise de l'interactivité en trois étapes :
- Une première étape permet aux utilisateurs de découvrir le système interactif et les possibilités interactives. Il est dans une phase de découverte.
- Une deuxième étape permet à chaque utilisateur de maîtriser les interactions, de répondre à la tâche demandée.
- Une troisième étape amène les utilisateurs à une phase d'improvisation grâce à la maîtrise de l'outil interactif. Il se détache de la partie technique pour être dans une phase d'expression par l'autonomie.

Ainsi, dans le cadre d'une œuvre en réalité virtuelle comme Creative Harmony, nous pourrions dire que les spectateurs sont d'abord dans une première étape de découverte des interactions par les mains et le souffle, puis dans une phase de cocréation où chacun applique le système interactif, et enfin dans une phase d'improvisation où les mains ne sont plus des outils de création mais des moyens de communication.

Pour préciser cela, appuyons-nous sur le modèle d'apprentissage en trois étapes de

30. Traduit de l'auteur : In general, in learning to use something one can be said to be interacting with it and only later does one become able to control it. Our ability to improve our powers of control makes novelty the source of most forms of interactivity.
31. Smuts, « What is interactivity ? », *op. cit.*

Fitts et Posner [32]. Ce modèle présente trois phases importantes dans le processus d'apprentissage :

1. **La phase cognitive** : elle correspond au moment où l'individu découvre la tâche et se concentre sur sa compréhension. Les informations sont généralement issues d'une source considérée comme formatrice (instructeur, coach sportif, et dans notre cas auteur, médiateur ou encore voix off) et permettent à la personne de commencer l'appréhension de la discipline par ses moyens techniques. Durant cette étape, l'enjeu est de limiter les surcharges d'informations et les tâches complexes, afin de créer une progression dans le principe de compréhension et d'assimilation. Ici, le feedback est essentiel à l'application des règles et au bon ajustement des gestes techniques.
2. **La phase associative** : l'individu assimile plus facilement l'ensemble des règles découvertes dans la première phrase, mais également les nouvelles règles qui s'ajoutent. Il rentre dans une pratique de plus en plus stable et maîtrisée, se familiarise avec l'objet d'étude, raffine ses compétences et réduit ses erreurs.
3. **La phase d'autonomie** : l'exécution des compétences est automatique, l'attention n'est plus centrée sur un jugement personnel de sa bonne pratique des règles, mais plutôt sur la conscientisation de ses actes et les possibilités de les améliorer tout seul, ou bien de se créer de nouvelles règles propres à soi-même. La pratique devient donc fluide et intuitive, laissant de la place à l'improvisation.

Ce modèle a été utilisé dans plusieurs disciplines, comme en sport par exemple avec l'étude de Kee [33]. L'auteur s'appuie de la théorie de Fitts et Posner pour expliquer la manière dont des athlètes peuvent exercer leur pratique en pleine conscience.

Le modèle développé ici par Fitts et Posner nous semble proche de notre réflexion de la maîtrise de l'interactivité que nous tentons de définir. Si l'on se réfère à notre œuvre d'étude, nous pourrions dire que la phase cognitive correspond à la découverte des interactions pour les spectateurs, guidés par la médiation faite en amont de l'immersion dans l'expérience, et en même temps par la voix off. La phase associative correspondrait, quant à elle, au processus de création des montagnes par la gestuelle. Les spectateurs comprennent de mieux en mieux le système interactif, ajustent leurs créations grâce aux

32. PM Fitts, « Human performance », in : *Brooks/Cole* (1967).
33. Ying Hwa Kee, « Reflections on athletes' mindfulness skills development : Fitts and Posner's (1967) three stages of learning », in : *Journal of Sport Psychology in Action* 10.*4* (2019), p. 214-219.

feedbacks visuels et sonores et peuvent arriver à créer du paysage selon leurs volontés. Enfin, la dernière phase d'autonomie correspond au moment où ils ont parfaitement compris les possibilités interactives avec leur corps virtuel et peuvent en jouer, soit en communiquant entre eux, soit en se centrant non plus sur leurs interactions avec l'environnement, mais sur leur expression corporelle.

Cette dernière phase d'autonomie, et dans notre cas d'improvisation et de communication, n'a pas de forme définie, dans la mesure où chaque participant vit l'expérience à sa façon. Cependant, nous avons fait le constat que les émotions et le plaisir ont tendance à s'exprimer davantage lors de la troisième phase du modèle d'apprentissage, puisque les spectateurs se sentent moins restreints par la technologie, et plus libres de l'utiliser pour explorer leurs envies. Nous pourrions également avancer l'idée que plus l'utilisateur avance dans les étapes du modèle, moins il se sent restreint par le cadre de l'objet d'étude (ou d'expérience dans notre cas). Ainsi, plus un spectateur avance dans les étapes d'apprentissage, moins il conscientise le matériel technique et l'inconfort qui en est lié. Enfin, des études sur l'impact du modèle sur le sentiment de présence pourraient confirmer cette idée de déconscientisation de la technique au profit de l'expérience en elle-même.

Enfin, nous avons développé l'idée d'une maîtrise de l'interaction en trois étapes, mais il serait pertinent de se poser la question de la maîtrise de l'interactivité. En effet, comme nous le définissions en Chapitre 5, l'interactivité est le message que porte l'auteur vers le spectateur par le biais de la relation interactive. Nous pensons donc que cette accessibilité, cette compréhension, ou encore cette maîtrise de l'interactivité, évolue positivement pendant l'expérience, lorsque le spectateur n'est plus focalisé sur les contraintes techniques, les façons d'interagir, le "mode d'emploi", mais sur son corps dans un monde virtuel, sa place en tant que performeur cocréateur. Dans un même cas, lorsque nous apprenons à conduire une voiture, nous pouvons nous focaliser plus aisément sur l'environnement extérieur et les potentiels dangers lorsque nous maîtrisons la mécanique du véhicule (changement de vitesse, frein, volant). Il en serait donc de même ici, nous accédons plus aisément au propos de l'artiste lorsque nous avons assimilé de manière mécanique le système interactif. Ou encore, nous pouvons plus facilement communiquer avec les autres spectateurs de l'expérience lorsque notre attention est focalisée sur eux (sur l'espace de communication) plutôt que sur notre capacité à créer des montagnes (l'espace de production).

Ainsi, si l'on devait imaginer un schéma en courbes, sur un axe temporel représentant les trois étapes de l'apprentissage, nous aurions une première courbe "Maîtrise de

l'interaction" qui évoluerait par paliers de manière croissante, une courbe de "l'attention au dispositif interactif" qui évoluerait par paliers de manière décroissante, et une courbe "maîtrise de l'interactivité" qui se calquerait sur la première courbe liée à l'interaction, mais qui augmenterait beaucoup plus qu'elle.

Nous avons jusqu'à présent décrit l'interaction sous forme de modèles dans un environnement virtuel collaboratif. Nous avons tenté de résumer les différents enjeux liés à l'immersion et l'interaction, lorsque deux ou trois personnes vivent une expérience collaborative de réalité virtuelle. Il nous faut, pour conclure ce chapitre, aborder un dernier point central à la compréhension de l'expérience interactive, qui est les différents capteurs et systèmes de captation que nous avons étudiés avec Creative Harmony. Ainsi, dans la prochaine partie, nous traiterons trois types de captation du corps : la position et le mouvement, la capture des mains et enfin la capture du souffle.

7.3 Corps capté

L'interaction d'un utilisateur dans un environnement virtuel entraîne foncièrement un système de captation de son corps afin de pouvoir créer un échange interactif. Dans un contexte artistique comme le nôtre, capturer les mouvements du corps est essentiel dans la pratique artistique, puisque cela invite à la participation active d'un spectateur dans l'œuvre. La poésie de l'œuvre et de sa performance réside donc dans la capacité d'un spectateur à comprendre cette captation, à la maîtriser et à en jouer pour découvrir le monde virtuel tout comme les limites de sa propre gestuelle. Ainsi, grâce à la capture de position et de mouvement, nous pouvons faire danser des personnes n'osant habituellement pas s'exprimer corporellement. Le contexte artistique devient donc une possibilité de s'affranchir de ses blocages personnels pour se redécouvrir dans un monde interactif collaboratif. Dans cette partie, nous présenterons donc trois méthodes de captation de corps que nous avons expérimenté avec Creative Harmony : la position dans l'espace, la capture de mouvement des mains, et le souffle.

7.3.1 Mouvements, emplacements

La première forme de captation que nous avons expérimentée avec l'œuvre Creative Harmony est la position de spectateurs sur une surface plane délimitée. Cette forme d'interaction a été notamment utilisée lors de la première version de l'œuvre, pour le public immergé dans le Deep Space 8k de Linz, en Autriche.

Si certains casques de réalité virtuelle HMD ont leur propre système de captation d'utilisateurs dans un espace délimité, en utilisant des capteurs spécifiques comme les casques de la franchise HTC Vive [34], ce système reste coûteux, surtout selon la taille de l'espace à capter. De même, ces capteurs positionnés dans l'espace peuvent créer d'autres problèmes, comme des interférences si plusieurs kits de réalité virtuelle de la même marque sont positionnés dans une même pièce. Ce problème peut avoir des conséquences importantes dans le cadre d'une exposition par exemple, où plusieurs œuvres utilisent le même casque et donc les mêmes systèmes de capteurs [35]. Aussi, d'autres systèmes ont été expérimentés pour capturer les positions d'utilisateurs dans un espace réel afin de les rendre dans le virtuel.

Un premier exemple est l'étude de Satyavolu et al. [36] avec un ensemble de 12 caméras infrarouges Microsoft Kinect. Leur travail montre qu'il est possible de capturer non seulement les positions, mais également les squelettes des participants sur une surface de 7 x 7m, avec un décalage maximum de 3cm selon la couverture de la zone. Egalement, ils montrent que des interférences sur le système infrarouge n'ont pas de conséquences directes sur les capacités du système à capturer les données de position et de squelette.

Les chercheurs Kotaru et Katti [37], quant à eux, ont créé le système WiCapture, qui permet d'envoyer des données de position du casque à l'ordinateur par le biais du Wifi. Plus précisément, le système se base sur les métadonnées Channel State Information (CSI) pour récupérer les positions envoyées par le casque, et donc pour les interpréter afin qu'elles soient exploitables pour le système interactif.

34. Manikanta Kotaru et Sachin Katti, « Position tracking for virtual reality using commodity WiFi », in : *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2017, p. 68-78.

35. Certains casques comme les HTC Vive Pro ont tenté de résoudre ce souci de conflit dans l'envoi des données entre deux kits VR, mais le système n'est pas toujours efficace. Une solution efficace reste la séparation des espaces de captation par des rideaux épais ou des murs afin de limiter les transferts de données involontaires d'un système VR à un autre.

36. Srivishnu Satyavolu et al., « Analysis of IR-based virtual reality tracking using multiple Kinects », in : *2012 IEEE Virtual Reality Workshops (VRW)*, IEEE, 2012, p. 149-150.

37. Kotaru et Katti, « Position tracking for virtual reality using commodity WiFi », *op. cit.*

De manière générale, calculer en temps réel la position de personnes dans un espace nécessite l'intervention de systèmes spécifiques, souvent infrarouges, envoyer des données en permanence au dispositif général. Comme dernier exemple, la salle immersive Immersia [38], avec laquelle nous avec créé Creative Harmony, utilise un système de captation de 12 caméras infrarouges *Optitrack Prime*, positionnées tout autour de plateau, collectant ainsi les données envoyées des capteurs réfléchissants placés sur l'utilisateur (lunettes, gants, ceinture, pieds), puis les envoyant à l'ordinateur pour créer une position relative à l'environnement virtuel. Ce qui nous intéresse donc dans ces différents systèmes de captation de position, c'est bien la manière dont les mouvements du corps dans l'espace, sa déambulation dans la zone virtuelle, peut avoir un impact sur l'image. C'est en marchant, en courant, en se déplaçant que le spectateur peut créer, interagir, et c'est parce qu'il y a un contenu de créé qu'il continue d'expérimenter différentes positions. Il y a un jeu qui s'installe entre le spectateur qui bouge pour créer, et le spectateur qui bouge parce qu'il a créé.

Concernant notre utilisation de la captation de position dans l'espace, nous avons travaillé avec la salle immersive Deep Space 8k de Linz, en Autriche, dans le cadre du Festival Ars Electronica [39]. La salle immersive se compose d'un écran mural de vidéoprojection de 15x 9m synchronisé et relié à une surface projetée au sol de 15 x 9m également. L'ensemble des vidéos est en qualité 2 X 8K, avec un système stéréo de 120 Hz en 5 :1, et une capacité de stéréoscopie par lunettes pour un large public. Si plusieurs systèmes interactifs sont reliés à la salle immersive, le plus performant pour le public est le système de captation de mouvement au sol. La captation consiste en six télémètres lasers traçant l'ensemble de l'espace projeté au sol, récupérant les données de mouvement dans l'espace de chaque spectateur. Ces données sont ensuite interprétées par le logiciel *Pharus*, développé pour le plateau, puis utilisables sur *Unity* pour créer des interactions entre les spectateurs et les écrans.

Plusieurs expériences artistiques invitent donc le public du Deep Space à explorer leur position dans l'espace et créer avec, souvent de manière collaborative. L'œuvre *Cooperative Aesthetics : Curves*, de Gerhard Funk [40], en est un exemple intéressant (voir Figure 7.8.

L'expérience immersive et interactive invite les spectateurs à se déplacer sur la surface

38. `https://www.irisa.fr/immersia/technical-description/`
39. `https://ars.electronica.art/festival/en/`
40. `https://www.youtube.com/watch?v=J9mG3Z4FqCE&ab_channel=ArsElectronica`



FIGURE 7.8 – Photographie de Cooperative Aesthetics : Curves. Crédits photo : Ars Electronica.

projetée au sol, créant ainsi des lignes colorées sur l'écran mural, puis sur l'écran au sol. La position de chaque spectateur au sol influence la forme et la couleur des lignes. En effet, plus la personne se rapproche de l'écran mural, plus la ligne est droite, et inversement, plus il est proche du centre de l'écran au sol, plus la ligne est courbée. De même, la moitié du plateau créé des lignes dans les tons bleus, tandis que l'autre moitié provoque des lignes dans les tons rouges. Il est également possible d'activer un mode de l'œuvre où les lignes sont générées sur l'écran au sol, comme on peut le voir sur la figure 7.8, donnant l'illusion de la génération de vaisseaux sanguins. Ainsi, un jeu de création collaborative s'instaure dans la génération de lignes afin de créer des tableaux éphémères où chacun peut composer selon sa position et ses mouvements.

Une autre œuvre jouant avec le positionnement des spectateurs sur un espace délimité est *Digital Swamp* de Mikhail Margolis[41]. Un espace au sol est composé de milliers de touches de clavier, toutes reliées à un ordinateur et un écran. Lorsqu'une personne marche sur ces touches, cela créé une animation vidéo relative à chaque touche activée, créant ainsi une performance unique selon les pièces activées lors de la marche (voir Figure 7.9).

Ici, il est très intéressant de constater l'originalité du système de captation des positions et mouvements. Les touches de clavier permettent ici une création aux possibilités infinies, puisque chaque élément activé, enfoncé grâce au corps, permet de créer une boucle d'animation. Les formes créatives deviennent donc complètement infinies, uniques,

41. `https://www.mikhailmargolis.com/digital_swamp`

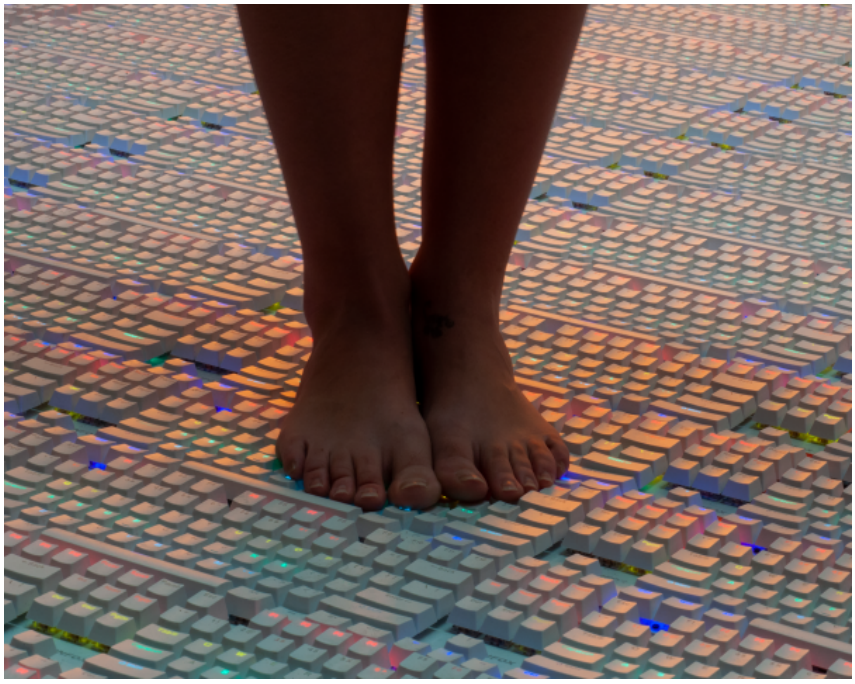


FIGURE 7.9 – Photographie de Digital Swamp de Mikhail Margolis. Crédits photo : Mikhail Margolis.

presque aléatoires dans leur incapacité à être reproduites et contrôlables. Si l'espace global de création n'est pas aussi grand que ceux que l'on a précédemment étudiés, il est celui qui propose le plus de possibilités de création, de diversité et donc d'unicité. Chaque spectateur, par l'entièreté de son corps (il n'y a pas que les pieds qui peuvent activer les touches de clavier), peut créer une vidéo lui étant unique, comme une trace de son passage dans l'espace augmenté.

Enfin, dans notre cas, nous avons utilisé la position des spectateurs dans le but de moduler le paysage sur l'écran mural du Deep Space 8K. Nous l'expliquions dans le Chapitre 6, lors de la présentation des systèmes asymétriques, nous avons connecté deux publics autour d'un même environnement virtuel interactif. Si le spectateur de Rennes pouvait créer des montagnes en temps réel et les envoyer à Linz, le public autrichien pouvait créer des événements selon l'activation de plateformes de particules positionnées au sol.

Comme nous pouvons le voir sur la figure 7.10, plusieurs personnes pouvaient se positionner sur des nuages de particules colorées, projetés sur l'écran au sol, permettant d'activer une action sur l'écran mural. Ces actions étaient diverses : faire disparaître l'une des montagnes, faire apparaître des traînées lumineuses, activer des lumières dans l'en-



FIGURE 7.10 – Photographie de CH1 avec le public de Linz sur le Deep Space 8K. Crédit photo : Ars Electronica.

vironnement, ajouter une strate musicale à l'ambiance sonore. De cette manière, chacun pouvait, seul ou à plusieurs, créer une action sur l'apparence finale de l'environnement, qu'il soit visuel ou sonore.

Cependant, plusieurs difficultés ont été rencontrées avec ce système d'interaction. Tout d'abord, nous n'avions pas totalement connaissance des possibilités et spécificités techniques du plateau de réalité virtuelle de Linz, entraînant des retards importants dans les phases de test de l'œuvre, avant le festival. De même, si l'effet des plateformes pouvait être intéressant et facilement compréhensible dans son interactivité, des problèmes techniques liés au réseau entre les deux plateaux (Rennes et Linz), supprimant les actions possibles sur le paysage. Aussi, beaucoup de monde tentait d'activer les plateformes sans réussite, créant de l'incompréhension dans la lecture de l'œuvre. Nous pensons donc que la capture de position est un système très intéressant pour permettre aux spectateurs de créer, mais demande une totale maîtrise de la technicité, car en cas de problème, il est difficile de porter son attention sur autre chose afin de vivre, malgré cela, une bonne expérience de l'œuvre. Il serait malgré tout intéressant de réitérer une version de Creative Harmony 1, avec un système totalement basé dans un même endroit, afin de pouvoir maîtriser toutes les technicités liées à ce système de captation.

7.3.2 Mains

Dans une expérience en réalité virtuelle, il est fréquent d'utiliser la main pour pouvoir interagir avec l'environnement virtuel. Tout d'abord parce que c'est un l'un des principaux moyens d'agir dans le monde réel, et donc simuler ses possibilités d'actions permet de créer un sentiment de présence relativement efficace. Egalement parce que la main peut agripper du matériel, comme une manette avec des boutons, et donc pouvoir interagir de plusieurs façons en même temps.

Si pendant longtemps, la captation des mains devait passer par des gants spéciaux, ou encore des systèmes de captation indépendants (le Leap Motion [42] par exemple), avec les technologies de certains systèmes HMD actuels, les mains peuvent être directement capturées par le casque lui-même, par des systèmes de capteurs situés à l'intérieur [43].

Dans un domaine artistique, la main est souvent la source de la création, puisqu'elle est celle qui tient l'outil pour créer (le pinceau en peinture, le burin en sculpture, l'archet en musique). Soit elle peut agripper l'outil, soit elle est directement l'outil de création (qui va toucher le piano, qui va modeler la terre, ou encore permettre d'écrire). Ainsi, ses capacités en réalité virtuelle sont toutes aussi variées et intéressantes pour l'évolution de l'utilisateur dans la narration. La grande variété de moyens de captations lui permettent des possibilités presque infinies dans les mondes virtuels, d'autant plus lors de dispositifs artistiques en réalité virtuelle.

Nous pourrions différencier dans un premier temps deux grands types de capture de main : la métaphore grâce à une interface interactive (manette, joystick, gant) et le suivi des mains en temps réel (par reconnaissance de points stratégiques comme les phalanges et la paume). En général, le système de suivi de main se base sur l'idée des six degrés de liberté, à savoir les différents moyens de déplacement d'un corps dans un espace tridimensionnel [44]. Si dans certains cas, le suivi réaliste des mains peut aider à la réalisation d'une tâche grâce au sentiment de présence qui est accentué [45], dans un

42. Frank Weichert et al., « Analysis of the accuracy and robustness of the leap motion controller », in : *Sensors* 13.*5* (2013), p. 6380-6393.

43. Diar Abdlkarim et al., « A methodological framework to assess the accuracy of virtual reality hand-tracking systems : A case study with the Meta Quest 2 », in : *Behavior research methods* 56.*2* (2024), p. 1052-1063.

44. Mathieu Garon et Jean-François Lalonde, « Deep 6-DOF tracking », in : *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 23.*11* (2017), p. 2410-2418.

45. Asim Hameed, Andrew Perkis et Sebastian Möller, « Evaluating hand-tracking interaction for performing motor-tasks in vr learning environments », in : *2021 13th international conference on quality of multimedia experience (QoMEX)*, IEEE, 2021, p. 219-224.

contexte artistique, il n'est pas forcément important de capter l'entièreté de la main pour pouvoir évoluer dans l'œuvre. Ainsi, il est important pour l'auteur de choisir son système de captation en fonction de l'interactivité qu'il met en place.

Nous tenterons ici d'aborder la capture de mouvement des mains dans le domaine artistique de la réalité virtuelle. Un premier dispositif en réalité virtuelle que nous pouvons citer est *Tilt Brush*, un programme VR dans lequel nous pouvons dessiner, peindre et créer dans l'espace grâce à nos mains, captées par les manettes du casque de réalité virtuelle (voir Figure 7.11).



FIGURE 7.11 – Photographie d'un dessin réalisé sur Tilt Brush.

Si une première main sert de pinceau virtuel, avec lequel nous pouvons dessiner dans l'espace autour de nous, l'autre main est une palette sur laquelle on peut sélectionner couleurs, opacité, textures, parfois animations. Pour aller plus loin, nous pouvons zoomer et dézoomer dans notre dessin pour jouer avec les hauteurs et être plus ou moins précis. Tilt Brush offre alors aux spectateurs des possibilités de créations infinies, où chacun peut s'exprimer à sa façon. Certains artistes comme Anna Zhilyaeva [46] en ont fait un art complet, avec lequel elle performe pour présenter son travail en temps réel. Le logiciel a également fait l'objet d'études scientifiques quant à son caractère thérapeutique, notamment avec une vision d'art thérapie. Les recherches de Tan et al. [47] ont montré que la possibilité de

46. `https://www.annadreambrush.com/`
47. Janice TAN, Lee KANNIS-DYMAND et Christian JONES, « Examining the potential of VR program

peindre en 3D pouvait réduire les troubles de l'anxiété par exemple. Egalement, Haeyen et al. [48] présentent différentes utilisations de Tilt Brush dans le cadre d'art thérapie et de thérapies psychomotrices, avec notamment une étude faite par plusieurs spécialistes, de manière individuelle ou en groupe pour en comprendre ses possibilités.

Une autre étude, réalisée par Jiang et al. [49], invite les utilisateurs à créer avec les mains en réalité virtuelle. Le dispositif appelé *HandPainter* consiste en une paire de gants (VR Gloves et HTC Vive trackers) permettant un suivi des mains et une capture de mouvements, tout en développant un système mettant en avant la précision du dessin. Leurs analyses comparatives entre un dessin sur tablette 2D et un dessin en 3D ont permis de créer un dispositif fiable et précis, que certains participants ont préféré à Tilt Brush. Egalement, les recherches ont mis en avant une envie des expérimentateurs à pouvoir dessiner sans aucune interface sur les mains, et donc avec un système de suivi des mains optique.

Enfin, une dernière œuvre qui a fortement influencé la création de Creative Harmony, est *Scenograffeur*, une œuvre de Jean-François Jégo, Guillaume Bertinet et Judith Guez [50]. Le public est invité à créer des formes colorées, vidéoprojetées sur un mur, grâce au système Leap Motion. Dans le cas d'une performance, un accompagnement musical permet de créer une scénographie complète. D'un côté, un public peut créer des lignes colorées et les faire projeter sur un mur, devant lequel un autre public danse sur la musique. L'ensemble asymétrique et très immersif permet de créer une cohésion entre l'espace de création et l'espace de diffusion, faisant naître ainsi un grand espace global dans lequel chaque spectateur peut performer comme il le souhaite.

Creative Harmony, durant ses trois versions, a donc exploré les possibilités de la création par la captation des positions des mains. Dans notre œuvre, il n'était pas nécessaire de capter l'ensemble des doigts, aussi, nous avons privilégié le geste de la main dans sa globalité, en capturant ses positions par les manettes du casque de réalité virtuelle. Notre volonté était de capturer les gestes des mains pour en faire des montagnes dans l'environ-

Tilt Brush in reducing anxiety », in : *Virtual Reality* 27.*4* (2023), p. 3379-3391.

48. Suzanne Haeyen, Nathalie Jans et Jackie Heijman, « The use of VR tilt brush in art and psychomotor therapy : An innovative perspective », in : *The Arts in Psychotherapy* 76 (2021), p. 101855.

49. Ying Jiang et al., « Handpainter-3d sketching in vr with hand-based physical proxy », in : *Proceedings of the 2021 CHI conference on human factors in computing systems*, 2021, p. 1-13.

50. `https://www.jfcad.com/scenograffeur/`

nement virtuel. Ainsi, chaque geste, selon sa forme, entraîne la création d'un monticule, positionné dans l'espace grâce à la direction du regard, comme illustré par la Figure 7.12. Nous voyons d'un côté un geste dont une centaine de points de références sont calculés sur un axe x,y,z. Ensuite, ces données permettent de créer la colonne vertébrale de la montagne, avec un affinement de son épaisseur sur l'axe z. La montagne est elle-même positionnée dans l'espace grâce au champ de vision, comme nous le disions, mais est plus ou moins éloignée du spectateur selon la position de la main par rapport à la tête de chaque utilisateur. Ainsi, plus la main s'éloigne du visage, plus la montagne est loin, et inversement. C'est donc bien la position de la main dans l'espace qui permet de contrôler la quasi-entièreté de la montagne dans l'espace.

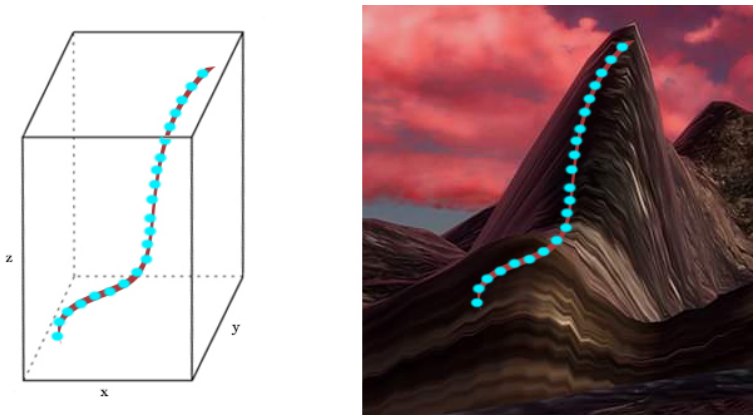


FIGURE 7.12 – Schéma de la création des montagnes dans Creative Harmony.

Nous avons donc créé un système d'équivalence entre forme du geste et forme de la montagne pour inciter à explorer l'acte créatif sous plusieurs formes. De même, cette équivalence entre geste et génération virtuelle permet au dispositif de s'adapter à chaque type de gestuelle, et donc d'inclure un public large dans l'expérience de l'œuvre.

Si les mains sont capables de créer du paysage, elles peuvent également être un moyen de communication entre les participants, comme nous l'avons plusieurs fois expliqué lors des chapitres précédents. En effet, les mains sont représentées virtuellement par des cônes de particules, dont les queues vivent plus ou moins longtemps durant le geste. Ainsi, lorsque l'attention doit être focalisée sur la génération de montagnes, les particules laissent des traînées relativement courtes. Mais dans la dernière scène de l'œuvre, où il est important de pouvoir communiquer entre chacun, les particules restent plus longtemps visibles, créant ainsi de longues traces figurant le passage de chaque main pendant plusieurs se-

condes (voir Figure 7.13).



FIGURE 7.13 – Photographie d'un spectateur jouant avec les particules longues de ses mains.

Ainsi, c'est par ce jeu de tracés dans l'espace que chaque spectateur peut communiquer avec un autre, soit en tentant d'écrire, soit en faisant des gestes précis, ou encore en tentant de s'imiter. Nous avons constaté, avec les trois versions de l'œuvre Creative Harmony, que les particules longues étaient un moyen très efficace pour induire de l'interaction et de la communication entre les spectateurs. D'une part, l'effet est assez intense pour donner l'envie de créer en bougeant, et d'autre part, l'envie de jouer avec les gestes des autres était relativement forte pendant les expériences. Concernant la création de montagnes, chaque spectateur arrive assez facilement à comprendre le système, et donc à produire un paysage qui l'intéresse. Cependant, l'usage de manettes reste encore un léger obstacle à la création puisque plusieurs spectateurs souhaiteraient avoir la main libre pour accompagner plus poétiquement et légèrement leurs gestes de mains. Ainsi, une potentielle future étude pourrait nous amener à utiliser des trackers HTC Vive pouvant s'accrocher aux poignets, laissant libres les mains dans un but d'apporter de la fluidité dans le mouvement.

7.3.3 Souffle

La dernière forme de captation que nous avons expérimentée dans notre recherche-création est le souffle comme outil de création en réalité virtuelle. Cette méthode interactive a principalement été utilisée pour le développement de la troisième version de Creative Harmony, appelée CH3, *Breath Together*.

Il faut tout d'abord faire une distinction importante entre capter la respiration (inspiration et expiration) et capter le souffle (juste l'expiration). Lors de notre état de l'art, nous avons constaté davantage d'études sur la respiration, notamment dans le domaine de la médecine. Néanmoins, le souffle est plus présent dans les dispositifs interactifs artistiques, comme nous le verrons juste après. De manière générale, la mesure de l'inspiration et de l'expiration permet, en réalité virtuelle, d'apporter une plus grande présence et awareness dans l'environnement, comme le présentent les études de Prpa et al. [51] ou encore de Farb et al. [52]. Leur domaine de recherche se situe souvent dans la médecine, comme avec l'exemple des recherches de Bingham et al. [53], ou bien dans la relaxation, où l'on peut citer le travail de Ahmed et al. [54].

Dans le domaine des arts numériques, le souffle a été un espace de recherche intéressant pour nombreux artistes, notamment par les pionniers français Edmond Couchot, Michel Bret et Marie-Hélène Tramus. [55] En 1988, ces trois artistes chercheurs ont développé *La Plume*, une œuvre poétique où le spectateur pour faire s'envoler une plume virtuelle sur un écran, grâce à un tuyau récupérant leur souffle. En remettant le contexte de la période de création, il y a un profond acte de création intime, très novateur, qui se présente dans l'expérience de l'œuvre de Couchot, Bret et Tramus. Encore aujourd'hui, le fait de souffler pour moduler de l'image virtuelle est un acte très poétique, permettant à chaque spectateur de s'amuser à vivre une œuvre de façon très inhabituelle, tout en mettant en avant des enjeux techniques importants. Lorsque Prpa dit que « *la respiration est,*

51. Mirjana Prpa et al., « Inhaling and exhaling : How technologies can perceptually extend our breath awareness », in : *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2020, p. 1-15.

52. Norman Farb et al., « Interoception, contemplative practice, and health », in : *Frontiers in psychology* 6 (2015), p. 763.

53. Peter M Bingham et al., « A breath biofeedback computer game for children with cystic fibrosis », in : *Clinical pediatrics* 49.*4* (2010), p. 337-342.

54. Beena Ahmed et al., « ReBreathe : A calibration protocol that improves stress/relax classification by relabeling deep breathing relaxation exercises », in : *IEEE Transactions on Affective Computing* 7.*2* (2015), p. 150-161.

55. Edmond Couchot, « Au-delà du cinéma. Image et temps numériques », in : *CiNéMAS* 5.*1-2* (1994), p. 69-80, p. 78.

dans un sens, un portail vers l'expérience à la première personne d'un corps entier[56] »[57], c'est tout à fait vrai dans cette situation artistique, où souffler n'est pas simplement interagir, mais utiliser l'entièreté de son corps pour agir sur l'image numérique. Il y a une intention, un mouvement entier dans le corps qui s'exprime par l'expiration. L'engagement du spectateur est ici total dans l'acte de souffler sur l'image numérique. Cette intention se réitère également dans leur deuxième œuvre, *Les Pissenlits*, créée en 2005, où l'on est cette fois-ci amené à souffler dans un micro pour faire s'envoler des akènes de pissenlits virtuels (voir Figure 7.14).



FIGURE 7.14 – Photographie d'un spectateur soufflant sur Les Pissenlits d'Edmond Couchot, Michel Bret et Marie-Hélène Tramus.

Toujours dans les années 90, l'artiste pionnière Char Davies a créé en 1994 *Osmose*, une œuvre en réalité virtuelle où les spectateurs pouvaient voyager dans plusieurs environne-

56. Traduit de l'auteur : Breath is, in a sense, a portal to the first-person experience of a whole body.
57. PRPA et al., « Inhaling and exhaling : How technologies can perceptually extend our breath awareness », *op. cit.*

ments grâce à leur respiration [58]. Lorsqu'ils inspiraient, ils pouvaient monter virtuellement, et inversement lorsqu'ils expiraient, grâce à une ceinture abdominale qui réceptionnait les informations de mouvements de l'abdomen. L'artiste a voulu créer une méthode de navigation inspirée de la plongée sous-marine, où chaque personne pouvait explorer le monde virtuel grâce à une respiration lente et contrôlée.

Une autre œuvre exploitant l'interaction par le souffle est *A portée de souffle*, de Jean Dubois et Chloé Lefebvre, développée en 2018. Un écran géant sur une façade d'immeuble présente deux profils humains. Chaque passant dans la rue peut se connecter à l'œuvre par son smartphone. Une fois l'interface reliée à l'œuvre, il suffit de souffler dans son téléphone pour que les profils fassent une bulle de chewing-gum à l'écran (voir Figure 7.15). Plus on souffle, plus la bulle grandit, jusqu'à complètement exploser, revenant ainsi au début de l'œuvre.



FIGURE 7.15 – Photographie d'une spectatrice soufflant sur son téléphone pour interagir avec A portée de souffle.

Il nous semble important de mettre en avant deux faits. Tout d'abord, l'expérience utilise un dispositif que tout le monde peut avoir dans sa poche, afin de pouvoir interagir avec l'œuvre. L'utilisation du smartphone comme dispositif interactif permet de créer une connexion directe entre l'œuvre et le spectateur, en l'incluant fortement dans l'expérience par le fait qu'il utilise son propre moyen d'interaction pour vivre l'œuvre. Deuxièmement,

58. Char DAVIES et John HARRISON, « Osmose : towards broadening the aesthetics of virtual reality », in : *ACM SIGGRAPH Computer Graphics* 30.*4* (1996), p. 25-28.

l'œuvre est directement amenée dans la rue, créant une proximité directe entre l'art et la vie de tous les jours. En amenant l'œuvre dans les espaces publics, les spectateurs peuvent directement vivre une expérience artistique dans leur quotidien, rapprochant donc l'art des personnes n'en ayant pas forcément l'accès ou l'envie d'accès. Par le fait que l'œuvre soit dans la rue, et que le spectateur puisse utiliser son propre téléphone pour pouvoir interagir avec, l'œuvre se trouve être fortement inclusive et accessible, créant de la curiosité et du plaisir dans sa performance par les passants.

Enfin, une dernière œuvre qui a influencé nos choix dans le développement de CH3, est *JeL* de John Desnoyers-Stewart et al. [59]. Dans un environnement virtuel collaboratif, deux personnes peuvent souffler dans des micros reliés aux casques HMD afin de faire évoluer des méduses dont les couleurs correspondent aux utilisateurs. Lorsque leurs souffles sont synchronisés, cela permet de faire pousser une éponge marine. Ainsi, chaque personne est invitée à se relaxer et à se synchroniser par la respiration, créant une œuvre en réalité virtuelle fortement humaine et intime. C'est justement cette capacité de synchronisation et de représentation du souffle pour l'interaction avec l'environnement virtuel qui nous a permis de réfléchir aux actions possibles dans CH3.

Cependant, avant de présenter notre design interactif, il nous semble important de parler des capteurs. Si beaucoup d'expériences actuelles utilisent des micros, car c'est souvent le dispositif le plus simple et le moins coûteux pour collecter le souffle, cela génère souvent des interférences dans la réception des données, créant parfois des problèmes d'interprétation et de visualisation du souffle virtuel. Aussi, nous avons préféré un capteur récupérant les données physiques du souffle, basé sur un principe de calcul de pression atmosphérique [60] (voir Figure 7.16). Nous avons ensuite relié ce dispositif **(a)** à un Arduino Mini **(b)**, afin de collecter les données entre une valeur minimale (0) et maximale (1024). Cet ensemble est directement connecté par câble USB **(c)** à l'ordinateur afin que l'ensemble des informations soit interprété par notre programme de réalité virtuelle développé sur Unity. Afin que le dispositif interactif puisse tenir sur le casque de réalité virtuelle, nous avons également imprimé en 3D une base qui maintient les différents éléments **(d)**, une grippe qui se bloque sur le casque **(d)**, un entonnoir **(f)** pour faciliter la collecte du souffle dans le tuyau du capteur, et enfin un carrefour **(e)** qui crée une boucle dans le tuyau, permettant d'ajuster son entrée avec la bouche des spectateurs.

59. John Desnoyers-Stewart et al., « JeL : Connecting through breath in virtual reality », in : *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2019, p. 1-6.
60. Capteur de Souffle Interface-Z : https ://interface-z.fr/pronfiture/fr/166-souffle-pression-atm.html

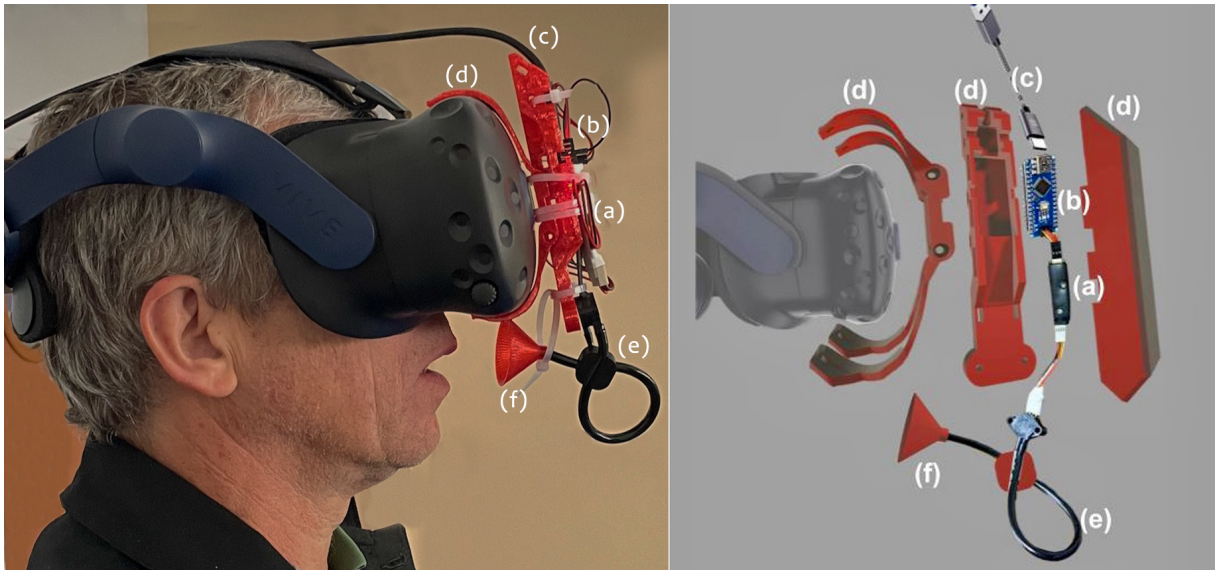


FIGURE 7.16 – Schéma du capteur de souffle développé pour CH3.

Ainsi, dans notre troisième version de Creative Harmony, nous avons utilisé le souffle de plusieurs façons différentes. Tout d'abord, durant toute l'expérience de l'œuvre, il est représenté par des particules sortant de la bouche et filant en tourbillon vers la direction du champ de vision. Plus le souffle est fort et plus les traînées de particules vont loin et vite. Chaque représentation du souffle a la même couleur que l'avatar qui les produit. Cela permet donc de figurer le souffle et son intensité, créant de l'agentivité chez les spectateurs, les aidant dans un premier temps à se sentir présents, mais également à pouvoir créer précisément avec leurs expirations. De même, lorsqu'un spectateur souffle, les particules composant son corps tournent comme une tornade, pour figurer l'action du souffle sur le corps virtuel (voir Figure 7.17).

Egalement, dans la première scène, et dans la logique d'apprentissage de l'interactivité que nous avons précédemment développé, nous avons proposé au spectateur de découvrir les possibilités créatrices du souffle. Ainsi, avec leurs mains, ils peuvent créer des petites particules semblables à des bulles, puis ils peuvent souffler dessus pour les faire s'envoler dans l'environnement. Ils découvrent ainsi, de manière simple mais impactante, comment ils peuvent cocréer dans l'environnement par les mains et le souffle.

Dans la scène de cocréation, chaque spectateur peut créer, en plus des montagnes avec leurs mains, des arbres en soufflant dans l'environnement. Encore une fois, chaque élément généré a des couleurs correspondantes à celles des avatars.



FIGURE 7.17 – Représentation des avatars et de leur souffle dans CH3. En bleu, la représentation à la première personne. En rouge, l'avatar dont le corps est une tornade, et la figuration de son souffle.

Enfin, dans la dernière scène, le souffle est un moyen de synchronisation et de manipulation sur l'environnement. Autour de l'ensemble des spectateurs, une sphère de particules apparaît. Lorsque deux personnes se soufflent mutuellement dessus, cela crée un *métissage*, c'est-à-dire que chaque avatar va mélanger ses couleurs avec celle de l'autre avatar (par exemple un avatar rouge et un avatar jaune se métissent, le premier va absorber des particules jaunes dans son corps, et le deuxième des particules rouges dans son corps), créant également un effet d'explosion des particules de l'environnement virtuel. Le deuxième événement possible avec les souffles est la création d'un *soleil*, qui apparaît lorsque deux souffles se croisent dans l'environnement virtuel (voir Figure 7.18). Le soleil va alors aspirer toutes les particules de l'environnement puis les faire exploser dans l'espace. Enfin, il est important de préciser que dans cette scène, nous avons gardé les particules longues sur les mains, développées précédemment, afin que les spectateurs puissent continuer de communiquer par les gestes.

Dans notre cas, l'étude du souffle nous a permis de travailler avec une nouvelle manière de créer du paysage, non habituelle dans les dispositifs de réalité virtuelle traditionnels. Cela a d'ailleurs été compliqué à comprendre dans sa totalité, puisque nous avons trouvé peu d'études comparatives sur les différents capteurs, leurs avantages et leurs inconvénients, ou encore sur le design d'environnement favorisant le souffle comme méthode



FIGURE 7.18 – Capture d'écran d'un soleil dans CH3.

d'interaction. Aussi, nous avons créé de manière expérimentale, avec plusieurs phases d'expérimentation durant le développement de CH3, afin de pouvoir approuver nos premières hypothèses et tester la durabilité de notre capteur.

Nous avons constaté que le souffle était un excellent moyen d'interagir pour les spectateurs, créant des volontés de cocréation sur le paysage, mais également des envies de métissage. Les spectateurs cherchent ainsi à souffler sur tous les éléments environnants afin de découvrir toutes les interactions possibles.

Cependant, nous avons fait plusieurs constats qui mériteraient de développer davantage une expérience avec le souffle :

— Tout d'abord, une trop longue expérience en réalité virtuelle entraîne des épuisements, voire des étourdissements chez les spectateurs qui soufflent trop fort et trop longtemps.

— Les capteurs de souffle peuvent facilement être abîmés pendant l'expérience, puisqu'ils sont situés au niveau du casque. Ainsi, une collision avec la manette ou un mur par exemple, peuvent avoir des conséquences négatives sur le capteur, et donc faire cesser l'expérience globale.

— S'il a été assez facile de viser dans l'environnement pour créer avec le souffle, il était beaucoup moins évident de maintenir un souffle croisé pour créer un métissage, et encore plus compliqué de créer un soleil. Nous supposons que le système de collision de chaque souffle était trop fin et éphémère pour pouvoir générer facilement ces événements.

— De manière générale, créer des interactions avec les mains et avec le souffle dans une même scène demande beaucoup de charge mentale pour les spectateurs, qui faisaient souvent un choix dans leur manière d'interagir avec l'environnement (le souffle était d'ailleurs davantage utilisé que les mains). Créer une interactivité avec plusieurs parties du corps demande d'être prudent sur le nombre de possibilités créatives, car plus il est possible de créer, moins il est simple d'induire toutes les possibilités. Aussi, le risque est de développer de la confusion chez les spectateurs, ou alors de les bloquer à l'utilisation d'une seule forme interactive, empêchant la découverte de la narration totale de l'œuvre.

Ainsi, de futures recherches pourraient amener à une utilisation plus précise du souffle, avec une narration plus simple, permettant d'approfondir les recherches sur les impacts de cette captation quant aux sentiments de présence, d'agentivité et d'awareness. Egalement, nous aimerions davantage exploiter les possibilités communicatives et comanipulatrices liées à la respiration, tout en favorisant des moments de repos afin de ne pas essouffler les spectateurs durant l'expérience.

Afin de conclure, nous avons étudié, durant tout ce Chapitre 7, les notions directement liées à l'interaction dans une œuvre en réalité virtuelle collaborative. Tout d'abord, nous avons présenté différents modèles de relations dans un environnement collaboratif, puis nous avons présenté nos propres schémas de communication dans le cas d'une expérience à trois personnes, à savoir les modèles HOOHOOH et HOOH+HO. Dans une deuxième partie, nous avons développé différentes notions liées au processus d'interaction, c'est-à-dire l'utilisation de la voix off pour aider le spectateur à comprendre les possibilités interactives, l'affordance pour le guider vers l'acte interactif, et enfin le feedback qui valide son action dans l'environnement virtuel. Nous avons également ajouté ces notions à notre schéma de représentation de l'immersion et de l'interaction dans un environnement virtuel interactif. Enfin, dans une dernière partie, nous avons présenté trois interactions possibles par le corps : la position dans l'espace, la captation des mouvements de main et le souffle. Avec cela, nous avons développé nos différents capteurs interactifs utilisés dans Creative Harmony, tout en apportant notre point de vue quant à leur utilisation lors de performances et expositions.

Afin de conclure notre deuxième partie de thèse liée à la participation et l'interactivité dans une CVEA, et après avoir défini nos termes liés à la réalité virtuelle, l'immersion et l'interaction, nous allons présenter les concepts de l'œuvre Creative Harmony, avec une

étude des inspirations artistiques et philosophiques, un développement des trois scènes de l'œuvre, et enfin une présentation des concepts majeurs de l'œuvre.

Chapitre 8

Concepts de Creative Harmony

Creative Harmony est une œuvre interdisciplinaire, inspirée de plusieurs théories et de plusieurs médiums spécifiques. Tout d'abord, son environnement virtuel et ses réflexions quant à l'immersion du spectateur dans l'œuvre se réfèrent à la peinture romantique allemande, et notamment aux paysages. Nous pensons que des liens entre théories picturales et réalité virtuelle sont intéressants dans l'idée d'hybridation des cultures et des médiums. Il nous semble nécessaire d'enrichir les œuvres en hybridant leurs différents médiums, en créant des dispositifs dont leur direction artistique dépend de plusieurs spécificités techniques et théoriques liées aux différents médiums et corpus utilisés. Ainsi, un environnement virtuel peut tout à fait faire référence à des formes d'art traditionnel, classique, voire antique. Nous verrons donc quels liens peuvent exister entre le romantisme et le Sublime dans notre œuvre, sous le biais de l'environnement, mais également de la musique.

Egalement, pour préciser des notions que nous venons d'évoquer, et qui représentent des points centraux de l'œuvre et de notre message artistique, nous souhaitons développer l'idée de la création par la contemplation, de l'hybridation, et de la relaxation.

Enfin, Creative Harmony est conçue pour accompagner chaque spectateur de manière progressive dans une expérience interactive et contemplative entière. Nous avons donc proposé une œuvre composée de trois scènes, permettant de manière *crescendo*, d'amener le spectateur à des états émotionnels et physiques qui se veulent intenses.

8.1 Inspirations et corpus

Nous le disions, une partie de l'œuvre est inspirée par les théories picturales du XIXe siècle, notamment du romantisme allemand et du Sublime. Ainsi, les paysages, la musique et l'interactivité font directement écho à certaines conceptions de ces mouvements artistiques, revus avec la réalité virtuelle dans un domaine artistique numérique, où le spectateur est performeur de l'œuvre. Nous étudierons donc dans un premier temps les différents ancrages au romantisme allemand, et notamment par le biais des paysages, puis dans une deuxième partie, nous reprendrons les idées du Sublime afin de comprendre son utilisation dans notre contexte, notamment avec un regard centré sur l'expérience esthétique des spectateurs. Enfin, une dernière partie sera consacrée à la musique de Creative Harmony, et notamment son impact sur l'immersion, l'introspection et la relaxation.

8.1.1 Peinture romantique allemande

Le romantisme est un mouvement touchant à plusieurs médiums artistiques, qui se voit naître à la fin du XVIIIe siècle en Angleterre et en Allemagne, puis qui s'élargit plus généralement en Europe pendant tout le XIXe siècle. Il s'illustre en musique, avec notamment les œuvres de Beethoven et de Wagner, ou encore en littérature, grâce à Victor Hugo, George Sand ou bien François-René de Chateaubriand.

Dans notre cas, c'est en peinture que le romantisme nous intéresse, et notamment par la représentation de paysages chez les allemands, comme avec les œuvres de Caspar David Friedrich (voir Figure 8.1).

Il y a, chez l'artiste précédemment cité, un imposant jeu de grandeur entre les spectateurs et le paysage, une petitesse de l'homme face à l'immensité de la nature. Comme le dit Hofmann : « *La "manière" de Friedrich ne repose ni entièrement sur la "simple reproduction de la nature" ni sur le "style". Elle regarde dans les deux directions, elle sépare et met en rapport tout à la fois : le proche et le lointain, le petit et le grand, perception extérieure et perception intérieure. On pourrait parler d'un procédé tout aussi hybride que le sentiment dissonant qu'elle inspire - une délicieuse horreur.* » [1] C'est notamment cette différence de densité qui a donné un contexte d'interactivité à Creative Harmony. C'est ce jeu entre ce qui n'existe pas encore et ce qui va exister grâce aux spectateurs, leur

1. Werner Hofmann, *Caspar David Friedrich*, Hazan, 2000, p. 26.



FIGURE 8.1 – Caspar David Friedrich, *Les Blanches Falaises de Rügen*, après 1818, huile sur toile, Winterthur, Kunst Museum, collection Oskar Reinhart.

rôle interactif face au paysage, et comment ils vont jouer avec le panorama, jusqu'à être inquiets par la propre hauteur des montagnes qu'ils ont créées.

Le romantisme, c'est la figuration de l'humanité face à la grandeur de la Nature, mettant en avant son sublime, c'est-à-dire le mélange entre inquiétude, horreur, et en même temps fascination et beauté. Comme le précise Wolf : « *Dans le paysage, la Nature doit devenir le théâtre de puissances supérieurs. La mer immense, les montagnes solennelles, l'horizon lointain, mais aussi la "solitude en forêt" - le mot de passe des romantiques*

allemands, forgé par Lutwig Tieck en 1797 - permettent de signaler l'essence divine de la Nature, qui emplit celui qui la contemple. Mais elle peut aussi exprimer la solitude de l'être humain face à l'univers, le sentiment d'abandon qu'il ressent. En fin de compte, le paysage environnant n'est pas représenté pour lui-même, il reflète un climat psychologique, ce que le sujet éprouve à cet instant. » [2] Le paysage est la manière de représenter la vision de l'artiste, son regard tourné en même temps vers un extérieur, mais également vers l'intérieur, son intérieur. Les œuvres présentant du paysage sont donc le reflet de la Nature en tant qu'espace sauvage où l'homme n'y a pas accès, mais aussi la représentation des émotions de l'artiste romantique. Nous pensons que Creative Harmony explore également ces idées, mais en plaçant les émotions des spectateurs face au paysage. L'environnement virtuel, c'est la représentation des émotions et expressions des spectateurs grâce au lien interactif qui existe entre le corps et le paysage génératif. Les montagnes sont le lien direct et interactif entre les spectateurs et l'œuvre elle-même, et donc entre intériorisation du processus de réception et l'extériorisation du processus de création. Il y a donc cette idée que l'œuvre d'art, chez les romantiques, est la fenêtre ouverte sur le monde, comme le disait Friedrich, mais également sur le monde de l'invisible, pour reprendre les propos de Montandon [3].

Le romantisme, pour reprendre les termes de Wolf, est « *l'intimité et les sentiments, la poésie, l'exaltation, le rêve, mais peut aussi qualifier l'irrationnel et même la folie. Il est toujours teinté d'imagination et d'irréel mêlé de nostalgie. Le quotidien, la banalité, le pédantisme sont considérés comme ses antithèses.* [4] » C'est pour cela que nous pensons que l'œuvre en réalité virtuelle a des liens étroits avec le mouvement pictural, puisqu'elle est d'une part une expérience intime, au sens où le spectateur s'immerge dans un monde où il crée sa propre narration par son expérience esthétique, mais également fortement poétique, sensible, demandant l'utilisation du système proprioceptif des spectateurs pour être vécue, performée, interagit. Elle se base sur l'imagination de l'auteur, en amont, dans le processus de développement, mais également de celle du spectateur, en aval, lors de sa performance. Enfin, l'expérience de réalité virtuelle artistique est souvent une coupure avec le monde réel, au même titre qu'un film au cinéma, puisqu'elle immerge le spectateur dans un nouveau monde imaginaire et onirique. Nous pourrions alors reprendre les propos

2. Norbert Wolf, *La peinture romantique*, Taschen, 1999, p. 14.
3. Alain Montandon, « De la peinture romantique allemande », in : *Romantisme* 7.*16* (1977), p. 82-94.
4. Wolf, *La peinture romantique*, *op. cit.*, p. 7.

de Richard qui décrit les personnages de Balzac : « *Abolie la ligne, le corps pictural pourra se laisser glisser enfin dans le plein de l'ambiance, et donc s'animer, s'affirmer comme un corps vivant.* » [5] Si l'auteur présente le rapport figuratif des personnages dans un contexte de nature, nous pouvons faire un parallèle à notre spectateur immergé dans un environnement virtuel. Il est un corps vivant, immergé et interactif, dans une œuvre inspirée d'un mouvement pictural. Et c'est cette force vivante, son engagement, sa volonté et son imagination qui le font avancer dans la narration de l'œuvre, c'est par son expression corporelle qu'il crée un rapport avec le paysage interactif, mais également avec les autres spectateurs, et avec l'œuvre dans sa globalité.

C'est ce dynamisme, cette vitalité qui fait sens dans notre idée de concevoir une œuvre en réalité virtuelle avec des réflexions basées sur le romantisme pictural. Rosenthal explique d'ailleurs : « *Supprimer ou subordonner l'inerte, substituer le dynamisme à la géométrie, renoncer aux précisions qui satisfont l'esprit, faire appel aux sens et à l'âme, préférer, en toutes choses, la vie à l'ordre, obéir aux entraînements de la passion, voilà le fond du romantisme.* » [6] La réalité virtuelle, au même titre que ce que présente l'auteur, c'est les possibilités de mouvement, d'interaction et de création avec l'ensemble de son environnement. Egalement, même si la géométrie est au cœur de l'environnement, son point de vue évolue en permanence, puisque l'image change en fonction de la position de la tête du spectateur dans l'espace, mais également d'un spectateur à l'autre. Il n'y a pas qu'une forme de vision, mais bien une multitude de possibilités d'œuvre, dans leur image non fixe, mais également dans la représentation du paysage qui évolue à chaque performance, grâce aux différentes vies et passions vécues par les spectateurs. « *Abandonner dans leurs toiles la structure rationnelle de la perspective centrale au profit d'un espace indéfini servant d'habitacle aux conceptions universelles.* » [7] comme énonce Wolf, c'est-à-dire laisser les possibilités intersubjectives intervenir dans l'œuvre, de l'auteur au spectateur, grâce à la liberté qu'apporte le créateur en amont au public en aval, grâce à leur possibilité de créer leur propre point de vue.

Enfin, il nous semble important de préciser certaines idées afin de ne pas être contradictoire. Le romantisme, c'est bien une volonté de recréer un lien entre l'humanité et la Nature mais également entre monde externe et monde interne. Cependant, le mouvement était en refus de la société moderne, du classicisme, du monde technologique. Or, nous

5. Jean-Pierre Richard, *Études sur le romantisme*, Média Diffusion, 2014, p. 84-85.
6. Léon Rosenthal, *Le romantisme*, Parkstone International, 2012, p. 55.
7. Wolf, *La peinture romantique*, *op. cit.*, p. 13.

travaillons avec des technologies avancées pour construire notre œuvre, et jouons avec les possibilités techniques qu'elles apportent pour créer des expériences esthétiques sensibles et poétiques. Il est important de dire que nous ne nous considérons pas comme artiste d'un éventuel néo-romantisme centré sur des problématiques sociétales et culturelles actuelles (même si notre œuvre n'est pas non plus dénuée d'intention politique et sociale propre à notre regard d'artiste). Ici, nous pensons que le lien entre réalité virtuelle et romantisme, dans notre recherche, s'effectue justement dans le rôle que l'on peut avoir avec la nature, le rapport que nos gestes ont sur un environnement virtuel. Nous pensons que notre travail réside dans la mise en avant de la beauté du paysage, proposant une connexion entre elle et les spectateurs (connexion que l'on définira plus précisément dans la partie consacrée aux trois scènes de l'œuvre). Egalement, lorsque les peintres romantiques parlent d'extériorisation de l'âme, de l'intériorisation, par le biais de la peinture, nous pensons qu'il existe ce même rapport chez le spectateur dans l'expérience de réalité virtuelle. Nous le disions dans la première partie de notre thèse, lors de notre étude de l'expérience esthétique (Chapitre 4), il réside chez le performeur interactif, un processus d'extériorisation (processus de création) dans le processus d'intériorisation (processus de réception).

D'ailleurs, si nous exploitons certaines spécificités de la réalité virtuelle à travers le prisme d'un médium artistique, comme présenté lors du Chapitre 5, nous pourrions reprendre ces propos de Montandon : « [La peinture romantique *ne recherche pas la valeur plastique pour elle-même, puisque la touche de peinture n'est que le support visible, d'une réalité qui semble échapper à la représentation elle-même. A la limite, l'image n'est plus que cette camera obscura qui donne à voir ce qui est en dehors. Lieu d'un renversement ou tout au moins d'un déplacement, elle se refuse à user de la richesse du sensible pour lui-même, puisque l'objet représenté est en dehors de la toile, dans le cœur de l'artiste et du spectateur d'une part et dans cet au-delà, ce lieu de la transcendance vers lequel tend avec nostalgie le geste de l'artiste, d'autre part.* » [8] Le romantisme a donc bien cette capacité forte de représenter, au-delà de l'image, de l'objet basé sur des technicités et des outils, ce qui gravite autour de l'œuvre, comme le propos de l'artiste, mais également ses émotions. Et tous ces éléments transcendant l'image figurée atteignent et comprennent le spectateur dans l'expérience de l'œuvre elle-même. Le romantisme, tout comme l'œuvre de réalité virtuelle Creative Harmony, joue sur cette double idée de sentiment au-delà de la raison, mais également de la logique permettant le sensible, dans la mesure où la

8. Montandon, « De la peinture romantique allemande », *op. cit.*

réalité virtuelle est un médium logique, basé sur les concepts explorés dans son domaine de recherche.

8.1.2 Le paysage sublime

Si le romantisme a été au cœur des questionnements sur l'interactivité des spectateurs dans l'œuvre de Creative Harmony, le paysage en a été la raison de son existence. Nous souhaitions créer un environnement virtuel où chaque spectateur pouvait créer son paysage par la danse, par la gestuelle, par l'expression corporelle. Alors, en parallèle du romantisme, nous avons trouvé dans la théorie du Sublime, notamment par le biais de Burke, des intérêts particuliers afin de donner un sens à notre paysage génératif et évolutif. Ici, il est important de préciser que lorsque nous parlons de paysage, nous entendons d'un côté l'environnement global (le ciel et les environnements modélisés), mais également l'environnement interactif, généré par les spectateurs (les montagnes, les arbres, les particules). Cependant, nous les considérons comme un ensemble, appelé environnement virtuel, dans lequel les spectateurs peuvent ou non interagir avec. Comme le précise Cauquelin : « *Les objets du paysage, cet arbre, cette fontaine, cette frondaison orageuse ou l'inclinaison des nuages ne renvoient pas pièce à pièce aux choses de la nature prises séparément, c'est l'ordonnance de leur apparition qui signifie : « nature ». La manière d'ordonner ces « choses », le lien qui les unit dépendent alors d'une rhétorique. Ce qu'il y a de « naturel » dans la nature, sa sensualité immédiate, n'est perçu qu'en énigme, par l'artifice d'une construction mentale.* »[9] C'est bien l'interprétation du spectateur (de la nature ou de l'œuvre qui représente la nature) qui crée un ensemble appelé paysage, par sa possibilité à mettre en cohésion chaque élément composant ce qu'il observe. Par la présence d'une multitude d'objets naturels et/ou artificiels, il crée une image globale qu'il appelle paysage.

Mais ce que nous recherchons dans le paysage de Creative Harmony, c'est la capacité d'un panorama à faire vivre des émotions en le contemplant, tout en interagissant avec. Pour reprendre les propos de Richard sur Balzac : « *Balzac recherche le panorama, seule façon d'entrer en possession d'un champ global de forces et de masses. "Un mail, un plan, une promenade d'où se découvre une riche perspective", voilà ce qu'il recherche d'abord au cours de ses voyages. "Une jolie vue", ce sera celle qui lui permettra de saisir tout à la fois la loi et la modulation multiple d'un espace physique.* »[10] Il nous fallait donc partir d'un premier exemple pour en créer une nouvelle construction, interpréter un paysage existant pour en proposer un nouveau, qui sera lui-même interprété par chaque spectateur interagissant avec.

9. Anne Cauquelin, *L'invention du paysage*, Presses universitaires de France, 2004, p. 61.
10. Richard, *Études sur le romantisme*, *op. cit.*, p. 123.



FIGURE 8.2 – John Martin, *La destruction de Pompei et Herculaneum*, 1822, huile sur toile, Tate Britain, Londres.

Nos paysages se sont principalement inspirés des œuvres du peintre John Martin, spécialisé dans les paysages sublimes et apocalyptiques. L'œuvre *La destruction de Pompéi et Herculaneum* (voir Figure 8.2) est un exemple qui a permis de créer notre ciel de la scène 2 de Creative Harmony. Nous souhaitions jouer avec des couleurs intenses grâce à des nuages denses, sans pour autant créer un sentiment d'écrasement comme on peut le retrouver dans le travail John Martin. Comme explique Burke concernant la lumière dans le paysage sublime : « *Après avoir considéré l'étendue comme capable d'éveiller les idées de grandeur, venons-en à la couleur. Toutes les couleurs dépendent de la lumière. Aussi doit-on d'abord examiner celle-ci, avec l'obscurité qui lui est opposée.* [...] *Une lumière qui tantôt apparaît et tantôt s'éclipse, est plus terrible encore que l'obscurité totale ; et, pour peu que les conditions s'y prêtent, certains sons incertains sont plus alarmants qu'un silence total.* »[11] Ainsi, nous avons créé un ciel auroral, aux couleurs rougeoyantes, avec des nuages intenses entourant toute la scène. Le soleil, suggéré par l'éclat de la lumière jaune pâle, permet de donner de l'intensité dans une scène globalement sombre (voir Figure 8.3).

L'horreur et l'effroi sont des concepts importants dans la définition du sublime selon Burke, comme le précise Wolf : « *Maintenant, c'est justement l'ambiance subjective d'un*

11. Edmund BURKE et Baldine SAINT GIRONS, *Recherche philosophique sur l'origine de nos idées du sublime et du beau*, Vrin, 1998, p. 156, 162.



FIGURE 8.3 – Capture d'écran de l'environnement dans la Scène 2 de Creative Harmony.

paysage que l'on appréciera, les qualités qu'il est impossible de presser dans un moule de normes contraignantes. Burke avait considéré le paysage comme le théâtre du sublime, et dans cet ordre d'idées, la Nature sauvage et indomptée, la lande écossaise ou les chaînes alpines, sont au premier plan - ou bien des vues dramatiques censées représenter des lieux où règne l'effroi. »[12] Cependant, avec la réalité virtuelle, nous pensons qu'il est possible de considérer le paysage de sublime, ou du moins de déroutant, sans passer par l'horreur. Il n'est pas impossible que l'appréhension du casque VR puisse provoquer une intense émotion lors de la découverte des environnements virtuels, mais cela ne peut pas être le seul facteur d'émotions liées au sublime en réalité virtuelle.

Ainsi, pour expliquer davantage les possibilités émotionnelles que peut apporter une expérience en réalité virtuelle inspirée du paysage sublime, nous pouvons reprendre l'idée de Baudin : « *L'extase est cette expérience hors du commun, une rencontre dans l'éprouvé avec un évènement qui au lieu de faire trauma et effraction, apporte au contraire la plénitude, le cadeau d'un accord, fugace mais parfait, entre la source de l'évènement et soi-même. C'est l'expérience, vécue intimement (et parfois de façon partagée, par exemple dans une salle de concert) de la surprise excitante, mêlée aux sensations et sentiments d'un accomplissement total «hors limite». Exstase, stase «hors limite», état sub ou extra-liminal que ce moment, où sous l'effet d'un attracteur «étrange» a lieu le dépassement de soi, qui pousse les limites vers le sublime.* »[13] Alors, plutôt que de l'horreur liée aux

12. WOLF, *La peinture romantique*, *op. cit.*, p. 12-13.
13. Marianne BAUDIN, « L'expérience du sublime », in : *Topique* 109.*4* (2009), p. 177-187, p. 178.

paysages, il est possible de vivre une expérience sublime par la surprise, l'étonnement et l'excitation. Et Burke rajoute : « *L'étonnement, comme je l'ai dit, est l'effet du sublime à son plus haut degré ; les effets inférieurs en sont l'admiration, la vénération et le respect.* » [14] Nous pensons également que l'interactivité dans son ensemble apporte une dimension d'auto-satisfaction à créer, composer, même à communiquer avec les autres personnes, jouant sur cette idée d'expérience sublime. Au final, il n'y aurait pas qu'un seul facteur émotionnel qui ferait arriver à ce sentiment général, mais bien une multitude d'événements permettant le sublime. C'est par l'immersion et l'interaction que les spectateurs peuvent vivre un lien étroit avec le paysage sublime, comme le propose Cauquelin lorsqu'elle écrit : « *Maintenant que les arts visuels, sonores, tactiles, se sont transformés à la fois dans leurs manifestations visibles et à la fois dans leur constitution en tant qu'art, puis-je procéder aux mêmes affirmations ? Peintures, sculpture, photographie, vidéo, bandes sonores composent des paysages métissés, hybrides, où le spectateur se sent immergé.* » [15] Le paysage, tout comme ses effets théorisés au XIXe siècle, n'ont plus totalement les mêmes effets sur les spectateurs, puisque leur représentation et les médiums de représentation évoluent. L'immersion et l'interaction jouent ici des rôles clés dans l'émergence de nouvelles sensations et émotions liées à l'expérience du paysage représenté, artistique.

Ainsi, comme le précise Burke : « *La seconde passion relative à la société est l'imitation ou, si l'on veut, le désir d'imiter, et par conséquent le plaisir qu'on y trouve. Cette passion naît presque de la même cause que la sympathie. Car, de même que la sympathie nous intéresse à tout ce que ressentent les hommes, cette affection nous incite à copier tout ce qu'ils font ; et par conséquent nous éprouvons du plaisir dans l'imitation et dans tout ce qui relève de l'imitation comme telle, sans aucune intervention de la faculté de raisonner, mais seulement conformément à notre constitution naturelle que la Providence a formée de manière telle que nous trouvions du plaisir ou du délice, selon la nature de l'objet, dans tout ce qui concerne les fins de notre être.* » [16] Le plaisir, du moins chez le spectateur dans notre cas, viendrait dans la capacité à imiter un paysage, à le créer grâce a ses interactions, pour construire une image similaire à ce qu'il connaît d'un paysage. Il va composer dans l'espace, certes avec des outils qu'il n'aurait probablement jamais pensé

14. Burke et Saint Girons, *Recherche philosophique sur l'origine de nos idées du sublime et du beau*, *op. cit.*, p. 120.
15. Cauquelin, *L'invention du paysage*, *op. cit.*
16. Burke et Saint Girons, *Recherche philosophique sur l'origine de nos idées du sublime et du beau*, *op. cit.*, p. 109-110.

utiliser, tout un relief et une végétation pour parvenir à un résultat qu'il considérera peut-être comme satisfaisant. Nous pensons que la satisfaction qu'il vit vient d'un côté de l'acte performatif, et de l'autre de la fierté du résultat de sa création.

Enfin, même si notre environnement virtuel s'inspire du Sublime, dans cette volonté de créer de l'émotion forte grâce à des jeux de l'infiniment grand et de l'infiniment petit, nous pensons qu'il faut le dissocier de l'idée de la représentation de la catastrophe et de la mort. En effet, nous partageons l'envie de créer un lien entre l'homme et la nature, et même présenter la grandeur de l'environnement, qui parfois nous dépasse, face à la petitesse de l'humanité, mais nous souhaitons que notre œuvre soit vécue comme un ensemble vivant et agréable. Ainsi, nous nous rapprochons davantage de l'idée d'extase dont parlait Baudin avec l'expérience du sublime, et pensons que le paysage sublime peut être source de relaxation dans notre cas. Ceci n'est qu'une hypothèse, qui demanderait des études complémentaires afin de prouver l'idée, mais elle se base sur des constats et des calculs que nous avons menés pendant nos différentes expositions de l'œuvre (nous verrons cela dans la troisième partie de notre thèse). Nous pensons donc qu'il est possible pour les spectateurs, de vivre une expérience sensiblement forte, grâce aux paysages que nous avons créés en amont, et qu'ils peuvent créer en aval. Notre sublime serait alors fortement impacté par la collaboration d'une part, mais également par l'interactivité d'autre part.

Maintenant que nous avons étudié nos principales inspirations concernant l'œuvre, de son interactivité à son environnement, il nous semble important de présenter un autre élément lié à l'immersion, à savoir la musique.

8.1.3 Musique dans Creative Harmony

Une grande part de l'immersion dans une œuvre en réalité virtuelle est due à la musique, qui permet d'amener le spectateur dans des états de présence et émotionnels importants. En effet, nous pensons que l'ambiance sonore est tout aussi importante que l'ambiance visuelle dans la réalité virtuelle, et les deux doivent être entièrement cohérentes pour la bonne expérience des spectateurs. Aussi, par musique, nous devons préciser deux éléments : la musique générale qui accompagne les scènes, et les effets sonores qui apportent du feedback aux interactions.

Si de nombreuses études existent sur la musique dans les jeux vidéo, comme par exemple sur la perception du temps [17] ou sur les interactions [18], nous en avons peu trouvé concernant les liens entre musique, immersion et interaction dans la réalité virtuelle. Une recherche de Rogers et al. [19] propose d'expérimenter un jeu en réalité virtuelle avec et sans musique pour calculer les potentielles différences. Cependant, les chercheurs n'ont pas remarqué de changement significatif du côté de l'immersion ou de la capacité à interagir pour évoluer dans l'histoire. Ils constatent néanmoins que la musique adaptative à l'action peut avoir un impacte sur la présence si jamais les utilisateurs sont focalisés sur la musique elle-même. Egalement, ils ont remarqué que dans leurs tests, et avec la musique qu'ils ont expérimentée, la perception du temps peut être différente. Cela n'est actuellement pas généralisable pour toutes les musiques, mais reste une piste explorable.

Cependant, des recherches existent sur la musique comme thérapie dans des expériences de réalité virtuelle à destination de maladies ou de troubles. Par exemple, les recherches de Chirico et al. [20] ont montré que la réalité virtuelle et la thérapie par la musique pouvaient améliorer les conditions de santé des femmes atteintes d'un cancer du sein, notamment lors de chimiothérapie. Egalement, les chercheurs Seinfeld et al. [21] ont

17. GG Cassidy et Raymond AR MacDonald, « The effects of music on time perception and performance of a driving game », in : *Scandinavian journal of psychology* 51.*6* (2010), p. 455-464.

18. Lennart E Nacke et Mark Grimshaw, « Player-game interaction through affective sound », in : *Game sound technology and player interaction : Concepts and developments*, IGI global, 2011, p. 264-285.

19. Katja Rogers et al., « The potential disconnect between time perception and immersion : Effects of music on vr player experience », in : *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 2020, p. 414-426.

20. Andrea Chirico et al., « Virtual reality and music therapy as distraction interventions to alleviate anxiety and improve mood states in breast cancer patients during chemotherapy », in : *Journal of cellular physiology* 235.*6* (2020), p. 5353-5362.

21. Sofia Seinfeld et al., « Influence of music on anxiety induced by fear of heights in virtual reality », in : *Frontiers in psychology* 6 (2016), p. 1969.

analysé les effets de la musique sur l'anxiété lors d'une expérience du vertige en réalité virtuelle. En comparant une expérience de vertige avec et sans musique relaxante (pendant l'expérience et après l'expérience), les résultats ont montré que l'anxiété due à la peur du vide diminuait considérablement grâce à la capacité de relaxation due à la musique, notamment par les stimuli positifs apportés à la situation effrayante.

Dans notre œuvre, puisque nous proposons aux spectateurs de danser pour créer du paysage et communiquer, nous pensons que la musique a un rôle primordial sur l'expérience immersive et interactive. Egalement, dans la volonté de créer une œuvre à but relaxant, nous avons tenté de créer une musique se voulant la plus immersive possible, jouant parfois sur l'immersion et la lenteur, parfois sur le rythme et l'incitation au mouvement.

L'ensemble de l'ambiance sonore et des effets sonores ont été créés par le musicien Pierre Huyghe (Ephere) [22], pour les trois versions de l'œuvre. L'artiste sonore explore ses créations de la même façon que nous le faisons avec la réalité virtuelle, c'est-à-dire par l'imagination et la représentation de paysages inspirés du romantisme. Huyghe s'inspire notamment du concept de *paysage sonore*, développé en partie par Raymond Muray Schafer, définissant le terme comme : « *champ d'étude acoustique, quel qu'il soit. Ce peut être une composition musicale, un programme de radio ou un environnement acoustique, comme on analyse les caractéristiques d'un paysage donné.* » [23] Avec une pratique basée sur le *field recording*, à savoir l'enregistrement de terrain, le musicien de Creative Harmony appuie notre intérêt global pour la nature, en allant directement dans des paysages montagneux, afin d'enregistrer des sons qui permettront à la suite de créer la musique de l'œuvre. Enfin, l'ensemble est enrichi par un intérêt particulier à la musique électronique *ambient* [24], dont les textures se rapprochent particulièrement de la nature (chants d'oiseaux, bruit du vent, craquèlement des rochers, ...).

De manière générale dans Creative Harmony, la musique accompagne la temporalité des trois scènes, à savoir Scène 1 = 00.00 - 03.00 ; Scène 2 = 03.00 - 09.48 ; Scène 3 = 09.48 - 15.15. Si l'entièreté de la bande sonore accompagne les scènes grâce à une version enregistrée dans le logiciel *Unity*, elle est également pensée pour être jouée en

22. `https://www.pierrehuyghemusique.com/`

23. Raymond Murray Schafer, *Le paysage sonore : le monde comme musique*, Éditions Wildproject, 2010, p. 26.

24. Simon Lehmans, « Musiques ambient : liquéfaction du monde à l'ère de la communication mondialisée », in : *Hermès 1* (2020), p. 244-248.

live, notamment dans Immersia comme durant les performances réalisées pour la Journée Sciences Musiques de 2021 [25] (voir Figure 8.4).



FIGURE 8.4 – Performance de Creative Harmony 2 avec Pierre Huyghe (musique) et Cécile Tasse (danse), lors de la Journée Sciences Musiques de 2021. Crédit photo : Caroline Ablain

Selon les scènes, la musique évolue afin d'accompagner le spectateur dans son expérience de l'œuvre. Voici donc une présentation découpée par les trois moments spécifiques de l'expérience en réalité virtuelle :

— **Scène d'introduction** : Il s'agit d'une scène d'accueil lorsque nous installons les casques de réalité virtuelle sur les différents spectateurs. L'environnement est totalement noir, avec seulement le titre *Creative Harmony* d'indiqué. La musique est monotone, planante et se répète en boucle afin de créer un moment sans temporalité précise, puisque le temps d'installation peut être plus ou moins long.

— **Scène 1** : La musique accompagne les spectateurs dans l'immersion dans le monde virtuel. Elle est donc lente, sans percussion, jouant sur des harmonies assez aiguës pour créer un espace intime et vivifiant. Si notre volonté est de créer de la lenteur pour l'immersion et la détente, nous souhaitons tout de même garder un éveil pour préparer aux interactions des prochaines scènes.

— **Scène 2** : Il s'agit de la scène de cocréation, mais également de la scène la plus longue. Aussi, elle est progressive dans sa montée en rythme et en intensité. Les

25. `https://jsm.irisa.fr/`

premières minutes accompagnent la lenteur de la première scène, mais apportent progressivement du rythme et de la profondeur dans les strates musicales. Les percussions prennent de plus en plus de place au fur et à mesure de la temporalité afin d'accompagner les spectateurs dans la création de montagnes, et donc dans la danse.

— **Scène 3** : C'est la scène de communication, mais également de relaxation. Nous avons donc souhaité créer une ambiance sonore intense, permettant à chacun de vivre une expérience visuelle et auditive forte, tout en ayant la possibilité de danser ensemble. La musique est intense, avec des jeux de percussions s'accélérant et s'intensifiant. La fin est une explosion sonore, permettant de clôturer l'expérience virtuelle globale.

— **Scène de générique final** : Ici, il s'agit du générique de fin et donc du moment où le dispositif VR est déséquipé. La musique accompagne légèrement l'intensité finale, pour venir se replacer sur un même degré d'intensité que la scène d'introduction.

L'ensemble de la musique est donc basée sur des contrastes importants entre les scènes, mais également à l'intérieur d'elle-même. Nous avons voulu accompagner, voire diriger, le plus possible les émotions des spectateurs, afin qu'ils puissent vivre une expérience fortement étonnante (pour reprendre le Sublime), émotionnellement intense. Dans la conception de l'œuvre, nous pouvons dire que la collaboration entre Pierre Huyghe et nous-mêmes en tant qu'auteur était fortement bénéfique et créative, puisque nous partagions les mêmes références artistiques. Egalement, il a été fortement plaisant d'imaginer les différents niveaux d'intensité puisque nous concevions la même volonté d'expérience des spectateurs : une performance intense mêlant relaxation et plaisir d'interactivité.

Nous avons donc schématisé les degrés d'intensité de la musique selon les scènes, représenté par la Figure 8.5.

Ainsi, nous pensons que le vécu intense de l'expérience visuelle et sonore est accentué par le contraste de la courbe de l'intensité. En effet, c'est en créant des moments de relâchement, de respiration, ou bien de stagnation avant un pic, que le spectateur crée de nouvelles émotions au fur et à mesure de la temporalité de l'œuvre. La musique a donc un double intérêt dans notre cas : appuyer l'immersion d'une part grâce à l'univers proposé par Pierre Huyghe, mais également inciter à l'interaction grâce à l'intensité et aux percussions. Des résultats sur l'impact de la musique dans Creative Harmony seront étudiés dans la troisième partie de notre thèse.

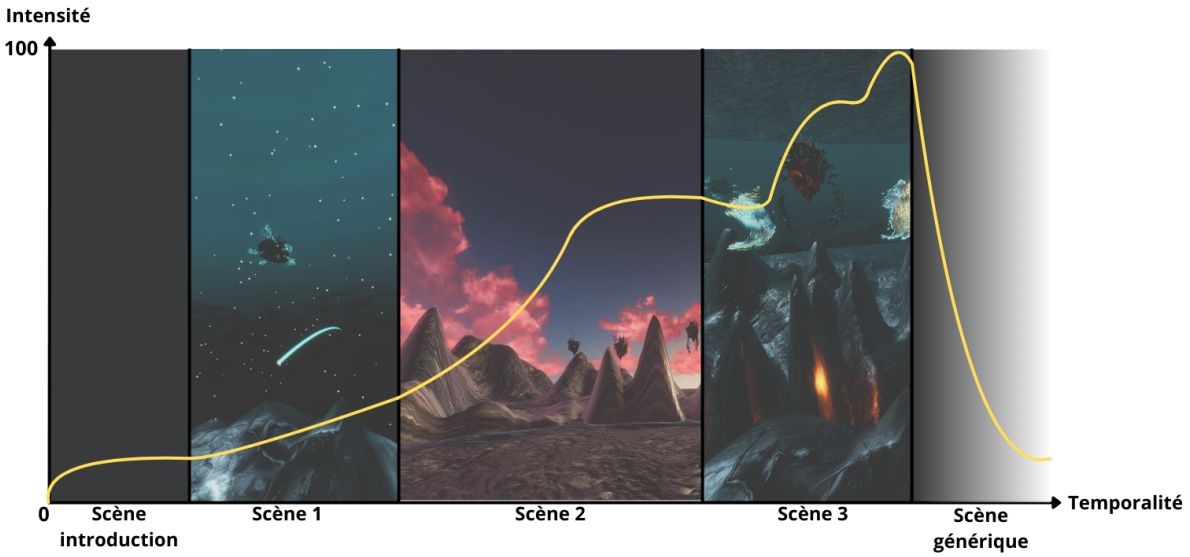


FIGURE 8.5 – Schéma de l'intensité de la musique dans la temporalité globale de Creative Harmony.

La peinture romantique, le paysage sublime et la musique inspirée du *field recording* et du genre ambient sont donc les différentes inspirations qui ont marqué le développement de notre œuvre Creative Harmony. Dans notre dernière partie de chapitre, nous proposerons d'étudier les ambitions de chacune des scènes de l'œuvre, afin de comprendre quel impact elles ont sur le spectateur, son immersion et son interaction.

8.2 Contemplation, hybridation et relaxation

Dans cette partie, nous présenterons les principaux termes qui composent l'entièreté de l'œuvre, et que nous ne pouvions catégoriser dans une scène particulière, tant leur importance est concevable dans l'ensemble de la temporalité de l'œuvre, et même parfois dans le processus de création. Ainsi, nous développerons ici le concept de contemplation dans une œuvre en réalité virtuelle, et notamment son importance émotionnelle dans l'expérience esthétique des spectateurs. Aussi, nous étudierons l'idée d'hybridation, principalement développée par Edmond Couchot, dans l'idée que l'art numérique est un art qui hybride, qui mélange les rôles, les genres et les technicités des médiums. Enfin, nous terminerons par la compréhension de l'aspect relaxant qui compose principalement notre œuvre. Nous tenterons de comprendre les enjeux liés à l'exploration de la relaxation pour les spectateurs, grâce à l'immersion et l'interaction, dans un but de faire vivre une riche expérience esthétique.

8.2.1 Contempler dans une œuvre en réalité virtuelle

Si un dispositif en réalité virtuelle se base sur les principes d'immersion et d'interaction, il est important de garder une part de contemplation possible lors de l'expérience d'une œuvre numérique. Nous appelons donc *contemplation*, l'instant où le spectateur observe son environnement sans interagir avec son corps (mis à part la tête afin d'orienter son regard dans le monde en 360°), afin de pouvoir analyser ou admirer la cocréation. Le terme découle directement du latin *contemplationem* qui signifie "l'acte de regarder", et de *contemplari* qui veut dire "regarder attentivement, observer". Shapiro et al. précisent ceci : « *Les pratiques contemplatives impliquent de prêter attention de manière intentionnelle et soutenue aux expériences internes (par exemple, ses pensées, sensations ou respiration) ou aux perceptions externes (par exemple, le son d'une cloche, une image ou d'autres personnes). Par exemple, des techniques courantes consistent à se concentrer sur sa respiration comme point d'ancrage au moment présent ou à observer les pensées et perceptions qui émergent dans le flot de sa conscience.* [26] » [27] Si les auteurs parlent ici de la contemplation comme pratique de la méditation, notamment dans le but d'améliorer l'éducation des enfants par des exercices amenant à l'auto-régulation, nous pensons qu'il est intéressant d'y retrouver des réflexions que nous avons dans Creative Harmony. La contemplation dans notre œuvre, c'est bien cette capacité du spectateur à prendre un recul sur l'acte interactif, afin d'éprouver des émotions, des souvenirs, des sensations intérieures face aux événements apparaissant à l'extérieur (musique, images, autres spectateurs). Nous pensons donc que la contemplation permet de vivre en partie les émotions liées à l'expérience esthétique, puisqu'elle est notre méthode traditionnelle d'appréhension d'une œuvre d'art muséale (peinture, sculpture, dessin, performance, ...).

Egalement, la contemplation est un processus propre à chaque spectateur, mêlant principe d'observation, d'analyse, de recul sur la situation, afin de prendre du plaisir. Le spectateur en contemplation face à une œuvre convoque des connaissances, des souvenirs, des émotions qui lui permettent d'analyser ce qu'il regarde. C'est un processus fortement actif dans l'expérience esthétique. Selon Lachapelle, l'acte de contemplation d'une œuvre d'art est un processus d'apprentissage. Nous citons ses propos : « *Chaque personne qui*

26. Traduit de l'auteur : Contemplative practices involve paying attention in a purposeful and sustained way to internal experiences (e.g., one's thoughts, sensations, or breath) or external perceptions (e.g., the sound of a bell, an image, or other people). For example, common techniques involve focusing on one's breathing as an anchor to the present moment or attending to the thoughts and perceptions that come to mind in one's stream of consciousness.

27. Shauna L Shapiro et al., « Contemplation in the classroom : A new direction for improving childhood education », in : *Educational psychology review* 27 (2015), p. 1-30.

regarde une œuvre d'art apporte à ses contemplations tout un bagage de connaissances et d'expectatives fondées sur son expérience antérieure. »[28] Ainsi, chaque contemplation requiert des connaissances personnelles, mais apporte également de nouvelles connaissances, enrichissant les futures contemplations. L'auteur se base d'ailleurs sur la théorie de Csikszentmihalyi et Robinson[29], qui défendent l'idée que la contemplation esthétique existe par la triple présence interactive entre l'artiste, l'œuvre et le spectateur. De même, Go affirme qu'il y a un lien étroit entre contemplation et concept : « *Il est à préciser que la différence notée procède non pas d'un rapport d'opposition (comme certaines philosophies ont pu opposer passion et raison) mais d'implication mutuelle : la contemplation prolonge la conceptualisation qui en retour la renforce ; de même l'expérience esthétique ne serait rien sans la charge émotionnelle première de la sensibilité qui elle-même se prolonge et s'affine dans la contemplation.* »[30] Ainsi, l'acte de contempler permet de saisir, par ses connaissances personnelles, mais également les nouvelles apportées par l'œuvre elle-même, le message de l'artiste, créant ainsi des émotions propre à chaque spectateur. Nous retrouvons d'ailleurs ici les idées que nous avons développées dans notre Chapitre 4, lorsque nous développions certains termes de l'expérience esthétique. Enfin, il nous semble important de préciser que si la contemplation demande des connaissances pour faire vivre des émotions, il ne faut pas être un expert de l'art pour contempler une œuvre d'art. Il ne nous semble pas non plus qu'il y ait de "bonne manière" de contempler une œuvre, ni qu'il y ait une "bonne contemplation". Les connaissances dont nous parlons ici sont des vécus personnels, propres à chacun, qui viennent s'ajouter au processus d'observation de l'œuvre, pour faire vivre des émotions. Par cela, nous pouvons dire que chaque personne contemple à sa façon, grâce à ses expériences personnelles et son expérience esthétique. S'il est possible que des connaissances précises sur un artiste ou un médium apportent une dimension différente à la contemplation, nous ne pouvons pas dire qu'elle est meilleure que la contemplation d'un non connaisseur face à une œuvre particulière. D'ailleurs, nous avons personnellement constaté par nos expositions d'œuvres en réalité virtuelle, que le public non connaisseur prend souvent un plaisir plus intense dans une œuvre en réalité virtuelle, qu'un public averti voire expert. Si cela est difficilement scientifiquement prouvable, il n'en reste pas moins intéressant d'en constater les faits, et nous pensons que cela

28. Richard Lachapelle, « La contemplation de l'oeuvre d'art en tant qu'apprentissage : fondements théoriques et applications pratiques », in : *Canadian Review of Art Education* 19.*2* (1992), p. 114-129, p. 114.

29. M Csikszentmihalyi, « The art of seeing : An interpretation of the aesthetic encounter », in : *JP Getty Museum* (1990).

30. Nicolas Go, « La contemplation », in : *Le philosophoire 3* (2003), p. 225-236, p. 229.

puisse en partie venir de l'effet "Waouh" apporté par les technologies immersives et leur méconnaissance du grand public.

Ainsi, dans une expérience de réalité virtuelle, où le spectateur a souvent le sentiment de devoir interagir en permanence pour répondre correctement aux attentes du dispositif lui-même, il nous semble important d'inclure des temps de contemplation lorsqu'il s'agit d'un environnement virtuel artistique. Cependant, il faut pouvoir garder un équilibre entre contemplation et interaction, équilibre dépendant principalement des volontés de l'auteur et de l'interactivité qu'il décide de mettre en place. Si la contemplation paraît être en partie responsable des émotions liées à l'expérience esthétique, nous pensons que ces dernières sont augmentées grâce à l'interactivité des spectateurs. C'est par la succession d'actions interactives et contemplatives que chaque spectateur peut vivre pleinement son expérience de l'œuvre VR, en créant du paysage virtuel par les mouvements, puis en le contemplant, puis en continuant son acte cocréatif. Ainsi, nous pensons que la contemplation et l'interactivité sont les deux manières d'éprouver l'expérience esthétique dans une œuvre en réalité virtuelle.

8.2.2 Hybridation et relaxation

Hybridation

> Mais cette capacité d'hybridation, l'art numérique la fait glisser du plan technique au plan esthétique. L'art numérique est un art de l'hybridation. Renouant ici avec la tradition, la prolongeant et la consolidant, rompant radicalement ailleurs, il occupe dans l'ensemble du champ artistique une place singulière. Sa puissance d'hybridation le rend paradoxalement transversal et spécifique. Transversal à l'ensemble des arts déjà constitués dont il continue de dissoudre les spécificités, les hybridant intimement entre eux, les redynamisant en les déplaçant. Mais aussi spécifique, totalement original dans la manière dont il redéfinit les rapports de l'œuvre, de l'auteur et du spectateur, dans la manière dont il mobilise en les conjuguant les modes de production des formes sensibles et les modes de socialisation de ces formes, dans la manière enfin dont il s'enracine dans la science et la technologie. [31]

Si notre travail de recherche-création a grandement été inspiré par les idées d'Edmond Couchot, cette citation en est le cœur de notre intérêt pour l'art numérique, et notamment l'utilisation de la réalité virtuelle. L'art numérique est un art de l'hybridation, car il permet d'utiliser des technologies immersives et interactives actuelles, pour simuler des technicités et philosophies traditionnelles. Nous avions déjà exploré ces possibilités lors de notre mémoire de Master [32], en créant un trompe-l'œil hollandais du XVIIIe grâce à la photographie numérique et la retouche photographique, mais également par la réalité virtuelle, en proposant aux spectateurs d'entrer dans le tableau intégralement simulé et interactif. Nous continuons ici d'interpréter des pratiques et esthétiques picturales du XIXe, avec le romantisme et le Sublime, mais également en mêlant technicité picturale, expérience des arts vivants, et performance participative et collaborative des spectateurs. Comme nous le disions, nous utilisons le dispositif de réalité virtuelle comme un médium artistique par lequel les spectateurs peuvent intervenir sur l'œuvre, de manière intentionnelle, afin de lui créer une existence globale, entière. C'est d'ailleurs cette participation qui permet de compléter la définition de l'hybridation de Couchot. Il n'y a plus un artiste qui crée une œuvre et un spectateur qui la regarde, mais bien un auteur-amont et un auteur-aval qui participent tous deux à l'existence totale de l'œuvre.

Ainsi, l'hybridation est l'utilisation de facteurs et d'événements multiples dans la créa-

31. Couchot et Hillaire, *L'art numérique*, *op. cit.*

32. Julien Lomet, « L'acte de faire croire : du trompe-l'oeil de chevalet à la réalité virtuelle », in : (2017).

tion d'un nouvel événement. Molinet écrit précisément ceci : « *L'hybridation est abordée par cette étude dans le champ des arts plastiques, en privilégiant une analyse du processus et de la notion d'hybride s'y rattachant. L'hybride étant ici non pas une forme symbolique, mais correspondant à la formation d'un objet par l'action d'une multiplicité d'éléments qui, comme l'indique sa définition, crée, génère une nouvelle catégorie de formes, cette dimension dépassant largement celle de l'emprunt, de la combinatoire ou de la superposition pure et simple de techniques ou de pratiques* » [33] C'est par la multiplicité qu'un objet hybride existe dans sa complexité, dans sa richesse. Et il ne faut pas y voir un effet *patchwork*, c'est-à-dire une accumulation d'éléments différents, mis côte à côte, qui forment un tout, mais bien un mixage des capacités de chaque élément pour créer un résultat unique, où il n'est plus si évident de dissocier un élément d'un autre.

Il y a une autre forme d'hybridation que nous mettons ici en avant, c'est celle entre les sciences humaines et sociales et les sciences de la réalité virtuelle. Dans notre processus de création en amont, nous avons tenté de minimiser au maximum les frontières entre les disciplines respectives, jusqu'à créer un ensemble où chacun peut apporter des suggestions et solutions, sans se sentir bloqué par son domaine d'activité. Ici, il y a donc hybridation des idées, puisque chacun intervient dans le processus de développement de l'œuvre. Cependant, l'hybridation s'arrête d'une part avec les décisions prises par le chef d'orchestre, qui occupe toujours cette posture diagonale que nous avons développée en Chapitre 3, et d'autre part avec la technicité. En effet, si un artiste pouvait proposer une solution logique pour le développement d'une interaction par exemple, il n'en avait pas forcément la technicité, la connaissance du code. Et de même pour un développeur qui n'avait pas forcément les capacités techniques pour modéliser ou bien peindre numériquement un ciel. Nous n'excluons pas non plus que cela puisse arriver, mais tout dépend des possibilités techniques de chaque membre du projet.

Enfin, il faut constater que l'hybridation a une figure optimiste de l'esthétique de l'art numérique. Là où beaucoup d'avant-gardes et de mouvements artistiques ont tenté de créer une nouvelle figuration ou de nouvelles définitions de la création, en s'affranchissant de modèles existants, l'hybridation significative de l'art numérique invite à créer de nouvelles possibilités artistiques en utilisant justement les arts traditionnels. C'est en cela que nous pensons que l'utilisation de la réalité virtuelle dans la création artistique a de très grandes possibilités (peut-être même infinies ?) de formats d'œuvres, puisqu'elle n'est pas restreinte

33. Emmanuel Molinet, « L'hybridation : un processus décisif dans le champ des arts plastiques », in : *Le Portique. Revue de philosophie et de sciences humaines* (2006).

à son médium même. Il faut déjà penser que les possibilités interactives et immersives sont nombreuses, et ajouter que les artistes le sont tout autant. Mais aussi, il faut additionner à cela les possibilités d'utiliser des ressources de l'histoire de l'art qui viennent enrichir, complexifier, créer plus de singularité à chaque œuvre. Enfin, dans la mesure où le rôle des spectateurs est pris en compte dans toutes ces possibilités, créant de nouveaux usages aux environnements immersifs, alors nous pouvons effectivement penser que créer avec la réalité virtuelle offre de formidables possibilités dans le domaine artistique.

L'hybridation touche donc à un grand nombre de facettes de l'œuvre en réalité virtuelle, possiblement toutes si l'on prend le temps de défendre cette idée. Dans notre cas, elle est importante à prendre en compte dans les différents modèles de collaboration que nous avons précédemment décrits, ou encore dans la narration même de l'œuvre et dans nos inspirations. Cependant, il nous reste à présenter un dernier concept qui a donné une colonne vertébrale à Creative Harmony, tout en permettant de réaliser des tests scientifiques auprès des utilisateurs, c'est la capacité de relaxation qu'offre l'expérience.

Relaxation

Nous avons conçu l'expérience de Creative Harmony dans le but d'apporter de la relaxation chez ses participants, grâce à différents jeux interactifs, contemplatifs, et à l'univers visuel et musical. L'utilisation d'un casque de type HMD permet, principalement pas sa grande capacité immersive, de plonger les spectateurs dans un état contemplatif pouvant avoir des conséquences positives importantes sur l'état émotionnel et la détente. Egalement, l'œuvre est née pendant le COVID-19, avec toutes les conséquences liées aux multiples confinements, et au stress que la pandémie a engendré dans le monde entier [34]. Aussi, sa volonté d'avoir un impact émotionnel positif, des facultés de relaxation et en même temps des possibilités de connexion avec soi, avec les autres et avec la nature vient en partie de la période de création influencée par le contexte mondial.

La relaxation a un impact fort sur la santé mentale et le bien-être général, grâce à des exercices précis comme la respiration profonde, l'imagerie guidée, le yoga ou encore la relaxation musculaire progressive. [35] Selon les recherches de Riches et al. [36], les environnements virtuels calmes et agréables permettent d'améliorer les possibilités de relaxation chez les utilisateurs, notamment par la contemplation. Après avoir analysé plus de 6000 études sur la relaxation, dont une partie utilisant un système de casque HMD, ils ont pu démontrer que les environnements virtuels avec des éléments naturels avaient un impact plus fort sur les variables liées à la relaxation, comme la restauration et le niveau de stress, comme le présentait déjà l'étude de Shah et al. [37].

Pour aller plus loin sur les environnements naturels en réalité virtuelle, nous pouvons citer les recherches d'Anderson et al. « *Ces ressources peuvent être restaurées par l'exposition à des environnements qui procurent une distance psychologique par rapport aux préoccupations mentales quotidiennes (c'est-à-dire un sentiment d'« éloignement »), combinée à une attention sans effort et guidée par l'intérêt (« fascination »), soutenue*

34. Danny Horesh et Adam D Brown, « Traumatic stress in the age of COVID-19 : A call to close critical gaps and adapt to new realities. », in : *Psychological Trauma : Theory, Research, Practice, and Policy* 12.*4* (2020), p. 331.

35. Min Li et al., « Relaxation techniques for depressive disorders in adults : a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials », in : *International Journal of Psychiatry in Clinical Practice* 24.*3* (2020), p. 219-226.

36. Simon Riches et al., « Virtual reality relaxation for the general population : a systematic review », in : *Social psychiatry and psychiatric epidemiology* 56 (2021), p. 1707-1727.

37. Lubna Bte Iskhandar Shah et al., « Efficacy of psychoeducation and relaxation interventions on stress-related variables in people with mental disorders : a literature review », in : *Archives of psychiatric nursing* 28.*2* (2014), p. 94-101.

par un environnement de grande ampleur (« étendue »). Chacun de ces trois mécanismes favorisant la restauration mentale (éloignement, fascination et étendue) se retrouve dans les environnements naturels. [38] » [39] Ainsi, contempler un paysage par exemple, peut améliorer les possibilités de relaxation par les trois faits présentés : l'éloignement du quotidien, la fascination par l'observation et l'étendue de l'élément observé. Nous pouvons donc retrouver ces trois éléments dans un environnement virtuel, tout d'abord avec l'éloignement grâce à l'immersion dans un nouveau monde virtuel (et donc une différence de présence entre le monde réel et le monde virtuel), une fascination par l'environnement virtuel observé (et parfois même interactif), et un territoire étendu, ici généralement en 360° grâce au casque de réalité virtuelle. Les recherches faites par Anderson et al. ont également montré qu'un environnement virtuel naturel avait un impact plus fort sur le processus de réduction de stress qu'un environnement virtuel neutre proposant les mêmes exercices de relaxation. Enfin, leurs expériences prouvent que le fait de changer d'environnement permet de changer d'état émotionnel, de varier les différents facteurs réduisant l'anxiété, augmentant ainsi la relaxation.

Cependant, nous disions que la réalité virtuelle, dans notre cas, est également interactive. Puisque nous proposons aux spectateurs de jouer avec leurs gestuelles pour créer du paysage, nous pouvons supposer que la danse, et donc l'interactivité, sont également des facteurs de la relaxation dans Creative Harmony. Dans les années 70, Schmais [40] présentait déjà l'idée que la danse thérapeutique pouvait avoir un impact important sur l'état émotionnel des personnes impliquées dans la thérapie. Dans la même décennie, Serlin [41] présentait l'importance de la danse dans un processus thérapeutique pour réduire l'anxiété. Plus précisément dans notre cas d'étude, des recherches de Radanliev [42] proposent d'ouvrir les interventions non-pharmaceutiques sur la santé mentale aux metavers, notamment par le biais de la danse thérapeutique grâce aux dispositifs de réalité virtuelle.

38. Traduit de l'auteur : These resources can be restored by exposure to environments that provide psychological distance from routine mental concerns (i.e., a sense of "being away") combined with effortless, interest-driven attention ("fascination"), supported by an environment of substantial scope ("extent"). Each of these three mechanisms leading to mental restoration (being away, fascination, and extent) are found in natural settings.

39. Allison P Anderson et al., « Relaxation with immersive natural scenes presented using virtual reality », in : *Aerospace medicine and human performance* 88.*6* (2017), p. 520-526.

40. Claire Schmais, « Dance therapy in perspective », in : *Focus on dance* 7 (1974), p. 7-12.

41. L Serlin, « GESTALT-PHENOMENOLOGICAL APPROACH TO MOVEMENT THERAPY-PORTRAIT OF KAREN », in : *Journal of Contemporary Psychotherapy* 8.*2* (1977), p. 145-152.

42. Petar Radanliev, « Dance as a mental health therapy in the Metaverse : exploring the therapeutic potential of Dance Movement Therapy as a non-pharmacological treatment in the Metaverse », in : *Frontiers in Computer Science* 6 (2024), p. 1334027.

Si nous pensons que, dans le cas de Creative Harmony, l'interaction par la danse a un impact, tout comme le paysage virtuel, sur l'état émotionnel des spectateurs et donc sur les capacités relaxantes de l'œuvre, il nous semble difficile de le justifier ici par un trop faible état de l'art. Nous verrons donc dans la troisième partie de notre thèse les différents tests utilisateurs qui ont été effectués, ainsi que les résultats que nous avons obtenus pour affirmer notre idée de relaxation par l'immersion et l'interaction.

Enfin, il est important d'explorer le rôle de la musique dans la possibilité de faire évoluer positivement l'état émotionnel des spectateurs durant l'expérience. De manière générale, la musique est fortement explorée dans la réduction d'anxiété et dans la relaxation. Par exemple, Hanser et al. [43] ont démontré l'importance de la musique dans le cadre d'un accouchement, et Hobb et al. [44] dans le cadre de réduction de stress préopératoire. En réalité virtuelle, Annerstedt et al. [45] ont présenté dans leurs recherches l'importance des sons de la nature dans une expérience immergeant l'utilisateur dans une forêt. Enfin, Lin et al. [46] proposent une expérience de réalité virtuelle basée sur la musique thérapeutique, *Virtual Harmony*, qui a pour but de réduire l'anxiété et le stress en proposant aux spectateurs d'interagir avec des instruments virtuels pour créer de la musique.

Nous pensons donc que les possibilités de relaxation sont importantes dans des œuvres en réalité virtuelle, tout d'abord par le biais de l'immersion, grâce au paysage virtuel et à la musique, mais également par l'interaction, comme dans notre cas où l'expression corporelle peut diminuer l'anxiété et le stress. Ces effets de l'œuvre sur le public sont un enjeu important dans notre raisonnement global, puisque nous pensons que l'art est un excellent moyen d'aider à améliorer la santé mentale, surtout lorsqu'il est participatif. C'est pour cette raison que nous avons tenté de créer un environnement agréable, poétique, dans lequel les participants sont invités à se détendre et à créer par leur corps, avec une musique et une voix off les accompagnant.

Enfin, nous souhaitons présenter les différentes scènes de Creative Harmony, mettant en application toutes les théories proposées précédemment.

43. Suzanne B Hanser, Sharon Cotteral Larson et Audree S O'Connell, « The effect of music on relaxation of expectant mothers during labor », in : *Journal of Music Therapy* 20.*2* (1983), p. 50-58.

44. Sheri L Robb et al., « The effects of music assisted relaxation on preoperative anxiety », in : *Journal of music therapy* 32.*1* (1995), p. 2-21.

45. Matilda Annerstedt et al., « Inducing physiological stress recovery with sounds of nature in a virtual reality forest—Results from a pilot study », in : *Physiology & behavior* 118 (2013), p. 240-250.

46. Xiangxu Lin et al., « Virtual reality-based musical therapy for mental health management », in : *2020 10th Annual computing and communication workshop and conference (CCWC)*, IEEE, 2020, p. 0948-0952.

8.3 Immersion et interaction en trois scènes

Creative Harmony a été conçue en trois scènes afin d'accompagner les spectateurs dans l'immersion et l'interaction, en leur faisant vivre différents états émotionnels grâce aux différents environnements virtuels interactifs. Dans cette partie, nous présenterons donc les concepts liés à chaque scène, nos volontés quant à l'accompagnement de ces spectateurs tout au long de l'expérience de l'œuvre.

De manière générale, nous pensons qu'immerger progressivement un spectateur dans une expérience de réalité virtuelle artistique permet de lui faire vivre de plus grandes émotions, tout en augmentant sa volonté de participation, son engagement et son implication. De même, puisque nous travaillons sur une œuvre collaborative, nous avons souhaité expérimenter plusieurs modalités interactives collaboratives, de la cocréation à la communication, voire à la synchronisation et au métissage. Creative Harmony se base donc sur une idée de trois connexions proposées aux participants : tout d'abord, une connexion à soi, grâce aux sentiments de présence, d'incarnation et de découverte de son expression corporelle par les gestes. Ensuite, une connexion à la nature par la capacité à cocréer du paysage, à modeler l'environnement virtuel par son corps interactif. Enfin, une connexion aux autres par la communication non verbale, basée sur les gestes expressifs du corps interactif. Nous avons identifié et associé ces trois formes de connexion avec les trois différentes scènes, mais nous n'excluons pas l'idée que la connexion avec soi peut par exemple se faire dans la deuxième scène, et la communication dès la première scène. Nous avons créé cette trilogie afin de pouvoir plus aisément identifier nos axes de réflexion et de création, mais encore une fois, c'est bien aux spectateurs et au groupe de créer leur propre expérience, dans le cheminement qui leur est propre.

Si les trois versions de l'œuvre ont gardé un même schéma de trois scènes distinctes, avec plus ou moins les mêmes ambitions à chaque fois, certaines temporalités ou modalités interactives ont évolué selon les années.

8.3.1 Scène 1 : Immersion, connexion à soi

Nous pensons que la première scène de l'œuvre, dédiée à l'immersion des spectateurs, est une étape importante de l'œuvre pour le vécu émotionnel. Même si elle n'est pas directement liée à l'acte de cocréation ou bien à la communication, et donc au sujet fondamental de l'œuvre, elle est nécessaire dans ses enjeux liés aux sentiments de présence et à la compréhension des possibilités interactives des participants grâce à leur corps virtuel. Nous pensons également que sans ce temps d'immersion et de conscientisation de ses possibilités d'actions, les spectateurs n'évolueraient pas de la même manière, avec la même intensité et la même implication dans l'œuvre, que ça soit par l'interaction, mais également dans leur état émotionnel. Enfin, puisque l'œuvre a pour but d'être un moment de relaxation (comme nous le présenterons à la fin de ce chapitre), il nous semblait nécessaire de mettre le spectateur, dès le début de l'œuvre, dans un état de détente.

Cette première scène de Creative Harmony, basée sur l'immersion et sur la connexion à soi, se base sur un accompagnement des participants à la détente et à la découverte de leur corps interactif. Elle est tout aussi importante qu'un générique d'introduction d'un film, qui accompagne progressivement un spectateur à l'immersion dans le film. Pour reprendre les propos de Inceer : « *De plus, dans un environnement saturé, la première impression d'un film au cinéma ou sur un écran de télévision prépare le spectateur à ce qui va suivre, tout comme la couverture d'un livre. À cet égard, les génériques remplissent le rôle important de présenter les intentions du réalisateur et de fixer les attentes des spectateurs.* [47] » [48] Ainsi, selon le genre du film, l'ambiance proposée par les premières minutes va complètement emporter le spectateur dans un état émotionnel lié à ce qu'il regarde. Counts dit même que c'est l'un des moments les plus importants du film. [49] C'est une préparation cognitive et émotionnelle à l'ensemble du film pour le spectateur, afin qu'il puisse plus facilement comprendre les enjeux artistiques et le message du réalisateur. Dès le générique, il se sent davantage concerné par l'histoire, se sentant présent dans la narration plutôt que dans la salle de cinéma.

47. Traduit de l'auteur : Furthermore, in an environment full of clutter, the first impression of the film in the movie theater, or on the television screen, prepares the viewer for what is to come just like the cover of a book. In this respect, film credits fulfill the important role of outlining the filmmaker's intentions and setting up the expectations of those watching.

48. Melis Inceer, « An analysis of the opening credit sequence in film », in : *cureJ : college undergraduate research electronic Journal* 65 (2007), p. 1-51.

49. James Counts, « Just the beginning : The art of film titles », in : *Retrieved Dec* 20 (2005), p. 2007.

Les recherches de Rose et al. [50] montrent qu'une augmentation de l'immersion entraîne une amélioration de la navigation dans la réalité virtuelle, tout en accroissant la précision dans les tâches à exécuter. Il nous semblait donc important de maintenir un haut niveau d'immersion dès cette première scène, notamment par une voix off et grâce à un univers contemplatif.

Ainsi, des exercices de détente par la respiration et le relâchement des muscles sont proposés aux spectateurs, comme ceux présentés dans les recherches de Necker [51] concernant la détente dans les salles de classe pour favoriser la concentration et l'apprentissage. Par des propositions d'inspiration et d'expiration, les spectateurs se sentent plus présents dans leur corps virtuel, mais également dans leur environnement virtuel. Cela augmente donc leur capacité d'incarnation, tout en leur faisant oublier le quotidien lié au monde virtuel. Ils se sentent plus ancrés dans l'expérience de réalité virtuelle, plus amenés à interagir et cocréer dans les prochaines scènes. C'est en cela que nous appelons la connexion à soi, c'est la capacité à se sentir non seulement immergé, mais également présent et incarné dans son avatar virtuel. C'est un état de conscience subjectif, lié à chacun, qui accroît d'un côté l'immersion par la présence, mais également l'interaction par l'incarnation.

Comme nous le disions précédemment, la musique joue un rôle clé dans l'état émotionnel lié à cette scène. En effet, c'est par sa lenteur qui accompagne la voix off, mais également les éléments mobiles environnants, que le spectateur ralentit son rythme, s'adapte à l'énergie de la scène et donc est amené dans l'état souhaité en amont par l'auteur en amont. Tout comme dans le générique d'un film, la musique contribue à amener le spectateur dans l'ambiance générale du film, dès les premiers instants où l'expérience de l'œuvre commence.

50. Tyler Rose, Chang S Nam et Karen B Chen, « Immersion of virtual reality for rehabilitation-Review », in : *Applied ergonomics* 69 (2018), p. 153-161.

51. Sophie Necker et Magali Boizumault, « «Pratiques corporelles de bien-être» en milieu scolaire : les enjeux sous-jacents à une tentative de définition », in : *Staps* 127.*1* (2020), p. 79-87.

8.3.2 Scène 2 : Cocréation, connexion à la nature

La scène 2 de notre œuvre est sans doute la plus significative concernant la collaboration, puisqu'elle est le moment de cocréation par les interactions des spectateurs sur le paysage. Elle est la représentation directe de l'acte performatif collaboratif, représenté par la richesse du paysage virtuel génératif. Nous pourrions reprendre les propos de Cauquelin qui représentent parfaitement cette conception interactive : « *Les paysages numériques dans lesquels évoluent des personnages héroïques (« l'aventure dont vous êtes le héros »), l'environnement virtuel où vous entrez muni de casque et de gants, non seulement sont des éléments réels du monde où nous habitons, mais encore jouent leur rôle d'apprentissage, comme il en était naguère de l'art pictural, déterminant alors un ensemble de valeurs ordonnées dans une vision, autrement dit : un paysage. Le tournant – technologique – loin de détruire la « valeur paysage » - aide au contraire à en démontrer le statut : la technologie met en effet en évidence l'artificialité de sa construction en tant que paysage. Elle le met ainsi à l'abri d'un retour à une nature dont il serait l'exact équivalent.* »[52] La représentation de la nature par un artefact artistique évolue avec les nouvelles technologies. Même si nous gardons une vision d'apprentissage par le biais de l'art et de sa médiation auprès des spectateurs, dans notre cas, ce n'est plus l'artiste qui le figure, mais bien le public. C'est à lui de construire sa propre vision du paysage artistique par le biais de ses interactions collaboratives. Il y a donc une nouvelle connexion à l'œuvre picturale représentant la nature, et plus généralement, il y a une nouvelle connexion à la nature. Celle-ci n'est pas spécifiquement centrée sur son existence matérielle, sa composition écologique, mais plutôt sur son symbole en tant que nature. Elle est simulée, représentée, générée par les différentes collaborations entre l'auteur-amont, les auteurs-aval, les artisans et le programme.

Ainsi, cette scène s'inspire de l'idée d'écosophie, développée par Arne Næss dans les années 70, et ensuite revue par Félix Guattarri[53]. L'idée philosophique est de repenser notre relation à la nature, non pas comme terre d'accueil des humains, mais plutôt comme objet planétaire sur lequel nous intervenons. Le point de vue est ainsi centré sur notre rapport à la nature, et surtout nos actions sur elle. Comme le précise l'auteur : « *si on est dans un monde éternel, il n'y a qu'à se laisser porter par les choses, on n'a pas à intervenir. Si au contraire on a le sens de la finitude, alors le problème se trouve reposé :*

52. Cauquelin, *L'invention du paysage*, *op. cit.*
53. Félix Guattari, « Qu'est-ce que l'écosophie ? », in : *Lectures, Les livres* (2013).

qu'est-ce que je fais là dans le monde, je suis là pour un laps de temps donné, dans un contexte donné, qu'est-ce que je peux faire pour construire, reconstruire à la fois le monde et moi-même, à la fois le monde des valeurs et le monde des relations ? » [54] Nous trouvions donc un parallèle intéressant dans cette phrase et nos spectateurs immergés et interactifs, présents dans le but de composer leur vision collaborative du paysage. Dans un moment de performance artistique précis et limité, quel impact peuvent-ils avoir sur l'environnement virtuel, et comment se projettent-ils face à cela ? Sans être sûr de la réponse, nous pensons que le "but" [55] des spectateurs dans l'environnement virtuel interactif et collaboratif est bien de prendre conscience de leurs actions interactives (avec le paysage, mais également entre eux), et de prendre plaisir à jouer avec.

Si Barbanti tente de résumer une définition du paysage qui correspond à notre cadre de recherche, il propose également dans ses recherches le terme d'écosophie vibratoire, à savoir une étude reliant objectivité et subjectivité : « *Tremblement sonore, son vibrant, mouvement, état d'un corps qui vibre, lumière vive ou encore excitation, fébrilité, état de celui qui vibre sous le coup d'une vive émotion, sensibilité propre à un individu perceptible par autrui, action de faire vibrer, etc., ce terme de vibration, tout aussi d'ordre physique que perceptif et affectif, trouve dans celui d'écosophie un allié significatif.* » [56] Il aborde donc une vision englobante et non binaire, prenant en compte un sujet-objet dans son entièreté et ses rapports aux mondes dans lesquels il gravite. Et c'est cette vision que nous avons de la collaboration, signifiée dans cette Scène 2. Ce n'est pas simplement un modèle de plusieurs personnes réalisant un but commun, mais plutôt plusieurs modèles de relations, jouant sur plusieurs temporalités, étudiés par différentes entrées, différents points de vue, mais participant globalement à l'expérience commune du paysage comme œuvre. C'est un ensemble intersubjectif, interdisciplinaire, mêlant nature et technologie, simulation et expérience esthétique. Cette Scène 2 de Creative Harmony est donc cette représentation de l'ensemble des articulations qui gravitent autour de la collaboration, comme nous l'avons étudiée depuis le début de notre thèse.

54. *Ibid.*, p. 96.

55. Encore une fois, nous n'estimons pas qu'il y ait un but précis dans notre œuvre en réalité virtuelle, si ce n'est celui d'être performé pleinement.

56. Roberto Barbanti, « Ecosophie vibratoire, pour une nouvelle approche sono-acoustique », in : *Musique et écologie du son : propositions théoriques pour une écoute du monde* (2016), p. 229-237.

8.3.3 Scène 3 : Synchronisation et communication, connexion aux autres

La dernière scène de l'œuvre Creative Harmony met en avant la contemplation et la communication par les gestes. Nous appelons ici la connexion aux autres, cette capacité que peuvent avoir les spectateurs à s'identifier et à rentrer dans une phase de synchronisation grâce à leurs interactions. Ainsi, que ce soit par les gestes, grâce aux particules longues des mains qui peuvent dessiner dans l'espace, ou bien par le souffle qui permet de créer des métissages, la synchronisation est ici une étape importante pour rentrer en phase de communication.

Pour cette scène, nous nous sommes principalement intéressés aux concepts de synchronisation dans la danse improvisée en groupe. Dans leurs études, Smykovskyi et al. [57] tentent de comprendre l'émergence des émotions positives et négatives dans un travail de synchronisation en groupe. Ainsi, leurs résultats montrent que les personnes vivant des émotions positives arrivaient à maintenir un niveau de synchronie plus long que les personnes vivant des émotions négatives ou neutres. Egalement, une étude portée par Torrents et al. [58] a présenté l'utilisation d'un instrument créé spécifiquement pour repérer les moments de synchronisation dans des exercices de danse, avec ou sans contrainte. La méthode consistait à faire danser des groupes de danseurs sur des créneaux de cinq minutes, en ajoutant à chaque fois une contrainte : 1. Mouvements libres / 2. Mouvements libres après une minute de synchronisation de respiration / 3. Seulement marche et mouvements d'un bras / 4. Mouvements libres, mais si l'un des danseurs s'arrête, tout le monde doit s'arrêter en même temps. Grâce à leur instrument *T-patterns*, les chercheurs ont démontré plusieurs temps de synchronisation, notamment dans le troisième exercice où les gestes sont simplifiés. Ils ont également constaté que le quatrième exercice, avec la contrainte des arrêts, favorisait des mouvements simples et répétés, améliorant donc les possibilités de synchronisation. Enfin, l'essai où chacun devait synchroniser son souffle avant de commencer à danser à montré que les danseurs avaient plus de contact physique, favorisant les interactions entre eux et l'utilisation d'un rythme de danse commun.

Cette étude sur le souffle nous intéresse grandement dans notre cas car notre troisième version de l'œuvre cherche à comprendre les rapports intimes qui peuvent exister dans

57. Andrii Smykovskyi et al., « Positive emotions foster spontaneous synchronisation in a group movement improvisation task », in : *Frontiers in Human Neuroscience* 16 (2022), p. 944241.

58. Carlota Torrents, Marta Castañer et Maria Teresa Anguera, « Dancing with complexity : Observation of emergent patterns in dance improvisation », in : *Baltic Journal of Sport and Health Sciences* 1.*80* (2011).

l'acte interactif entre les spectateurs en réalité virtuelle.

Concernant la communication non verbale, passant par la gestuelle, nous pensons qu'elle est directement liée à la synchronisation. C'est-à-dire que deux personnes seraient en situation d'échange communicatif lorsqu'elles sont toutes les deux synchronisées dans leurs intentions (réception d'information et émission d'informations), parfois même littéralement dans leurs gestes. Lefevre précise que la danse contemporaine permet de « *redéfinir le corps comme expérience sensible, comme émotion à partager* » [59], autrement dit, elle permet de créer et véhiculer des émotions par l'expression corporelle, vers des spectateurs. Dans notre cas, ce sont les spectateurs eux-mêmes qui transmettent leurs émotions par la danse, il y a donc une boucle qui se crée entre émission, interception, interprétation, émission, de la même manière que la boucle interactive entre plusieurs personnes que nous avons étudiée dans notre Chapitre 7. L'étude de Charliac [60] appuie cette idée que des postures empathiques en danse contemporaine peuvent apporter des émotions précises chez des spectateurs. Il est donc possible, par la performance et l'expression corporelle, de véhiculer des émotions (ou du moins des intentions émotives) d'une personne à une autre.

Bien entendu, nous pouvons dire que la communication, de manière générale, se base principalement sur le verbal et le gestuel. Nous pouvons également comprendre des émotions, des attitudes ou des intentions grâce à la micro-perception d'événements sur l'autre personne, comme les muscles du visage par exemple [61]. Mais lorsqu'il n'y a plus que la communication gestuelle, par les mains par exemple, nous la rapportons souvent dans un besoin de traduire des mots oraux par des gestes, comme avec le langage des signes par exemple. Ce qui nous intéresse dans Creative Harmony, c'est la manière dont les spectateurs peuvent arriver à communiquer seulement par les gestes, et par communication, nous n'entendons pas forcément la traduction de mots (même si nous ne l'excluons pas non plus), mais plutôt des échanges d'intentions, d'émotions, d'expression corporelle. C'est donc cette double volonté de synchronisation et de communication entre les spectateurs que nous cherchons principalement dans la dernière scène de Creative Harmony.

59. Betty Mercier-Lefèvre, « La danse contemporaine et ses rituels. L'exemple d'un spectacle d'Alain Platel », in : *Corps et culture 4* (1999).

60. Chloé Charliac*, « La posture empathique comme fondement méthodologique pour l'étude de la communication émotionnelle dans le domaine de la danse contemporaine », in : *Sociétés 3* (2014), p. 81-89.

61. Jacques Cosnier, « Communication non verbale et langage », in : *Psychologie médicale* 9.*11* (1977), p. 2033-2049.

Nous pensons que l'acte collaboratif entraîne souvent, presque forcément, une communication entre les acteurs, par besoin d'échanger et de s'exprimer quant à une situation. Cette communication des spectateurs dans notre environnement virtuel ne se restreint d'ailleurs pas forcément à la dernière scène. Elle peut être vécue à n'importe quel moment de l'œuvre, si les spectateurs se synchronisent pour y parvenir.

Nous avons donc étudié les différentes intentions avec lesquelles nous avons créé les trois œuvres de Creative Harmony. Tout d'abord, une première scène invite les spectateurs à s'immerger grâce à une ambiance visuelle et sonore, en plus d'une voix off, mettant chacun dans une condition immersive et interactive propre à l'ensemble de l'expérience de l'œuvre. Ensuite, la deuxième scène met en avant l'acte de collaboration face au paysage génératif. Ce paysage représente les expressivités de chacun, mais permet de créer une connexion globale entre les différents éléments composant l'œuvre, sous l'idée d'une philosophie proche de l'écosophie. Enfin, la troisième scène de l'œuvre invite les spectateurs à se synchroniser et à communiquer par leur gestuelle, non pas pour formuler des mots, mais bien pour présenter des intentions qu'ils s'échangent. Par ce geste, ils peuvent arriver à une forme d'hybridation des expressivités corporelles, des intentions artistiques et intimes.

Conclusion de la Partie 2

Dans cette deuxième partie de notre thèse, consacrée à la participation et l'interactivité dans une Collaborative Virtual Environment Artwork (CVEA), nous avons tout d'abord défini nos termes dans un premier chapitre. Plus précisément, nous avons tenté de proposer une distinction entre interaction et interactivité, tout en explication la manière dont nous convoquons ces termes dans notre thèse. Ensuite, nous avons défini la réalité virtuelle et la réalité virtuelle collaborative, puis nous avons proposé une définition du médium de la réalité virtuelle. Egalement, un dernier point a été consacré à l'étude de l'immersion, afin de compléter les explications sur l'interaction et l'interactivité.

Dans notre Chapitre 6, nous avons présenté les termes techniques liés à l'environnement virtuel. Dans un premier temps, nous avons décrit le terme Collaborative Virtual Environment, spécifique aux dispositifs de réalité virtuelle collaboratifs, puis avons proposé l'intérêt d'ajouter le terme *artwork* pour former la Collaborative Virtual Environment Artwork. Dans un deuxième temps, nous avons détaillé différents modèles de CVE afin de comprendre les enjeux liés aux spectateurs et à leurs modalités immersives et interactives, puis une attention particulière a été apportée aux systèmes symétriques et asymétriques, que nous avons expérimentés avec Creative Harmony. Dernièrement, nous avons défini les principaux termes propres aux spectateurs immergés et interactifs, à savoir la présence, l'incarnation et l'awareness. A la suite de cela, nous avons proposé un schéma tentant de résumer les différents rapports entre spectateurs, environnement virtuel et objets virtuels (voir Figure 8.6).

Notre Chapitre 7 a été principalement dédié à la présentation des modalités interactives liées à notre œuvre. Pour cela, nous avons tout d'abord étudié des modalités de relation et de communication dans une CVEA, puis avons proposé deux nouveaux modèles de relation propres à notre œuvre : le modèle HOOHOOH (voir Figure 8.7) qui présente le circuit des informations circulant dans un environnement virtuel avec trois spectateurs, puis le modèle HOOH+HO (voir Figure 8.8), dans lequel deux personnes sont dans un espace de communication, tandis qu'une personne est concentrée sur son espace de production. Nous avons précisé que chaque spectateur peut basculer d'un espace à un autre, variant donc nos deux modèles présentés pendant tout le temps de la performance. Dans ce même chapitre, nous avons également détaillé la maîtrise de l'interactivité, avec une aide de la compréhension des interactions par la voix off, l'affordance et le feedback, que nous avons

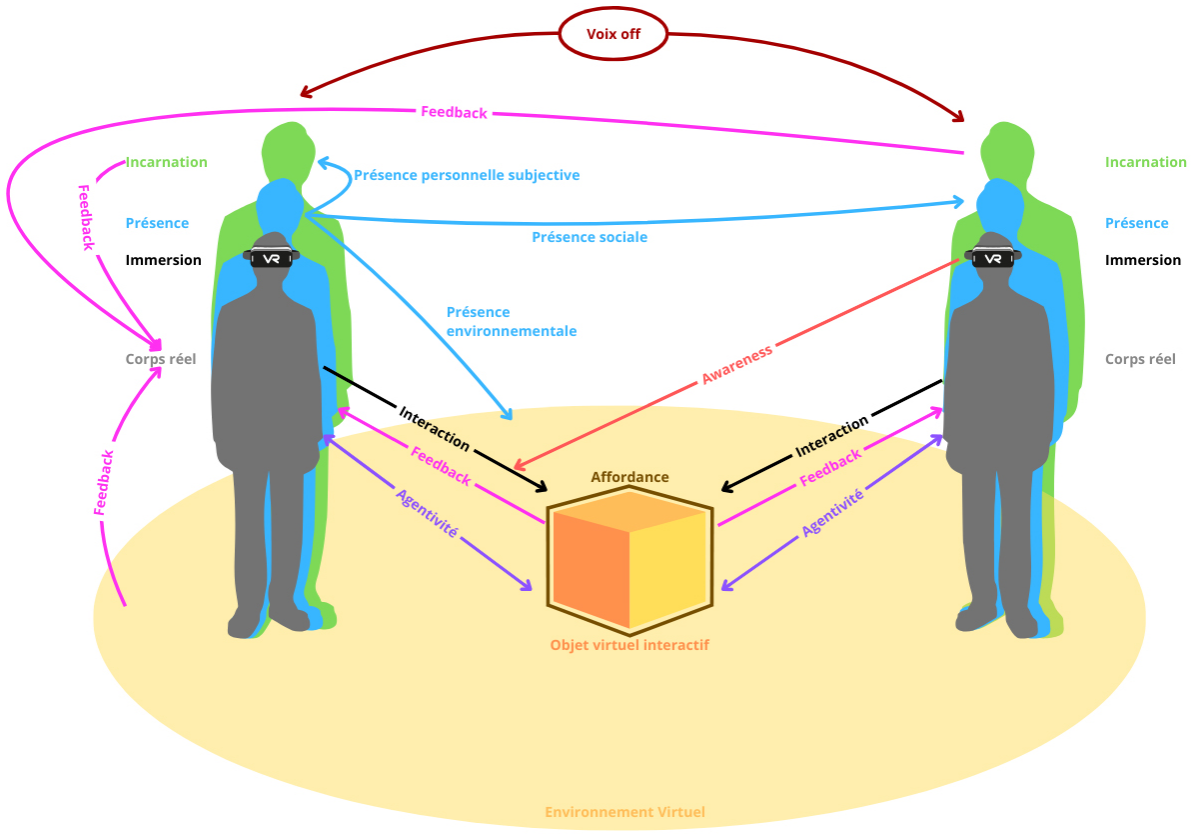


FIGURE 8.6 – Schéma global d'immersion et d'interaction dans un environnement virtuel collaboratif et interactif

inclus dans notre schéma proposé en Chapitre 6 (voir Figure 8.6).

Enfin, nous avons présenté les différents capteurs utilisés dans Creative Harmony, que les spectateurs peuvent utiliser pour créer et interagir avec l'environnement virtuel. Tout d'abord, nous avons étudié la capture de position et de mouvements des spectateurs dans l'espace, que nous avons principalement utilisé pour la première version de l'œuvre, en 2020, avec le public immergé sur un plateau de réalité virtuelle à Linz, en Autriche. Puis, dans un deuxième temps, nous avons décrit l'interaction par suivi des mains grâce à des manettes de casque de réalité virtuelle, interface interactive que l'on retrouve dans toutes les versions de l'œuvre. Enfin, dans un dernier temps, nous avons présenté l'interaction par le souffle, qui a été utilisée globalement dans la troisième version de Creative Harmony.

Finalement, notre dernier chapitre a permis de présenter les différents concepts liés à notre œuvre de recherche-création, dans ses trois versions. Tout d'abord, l'ensemble

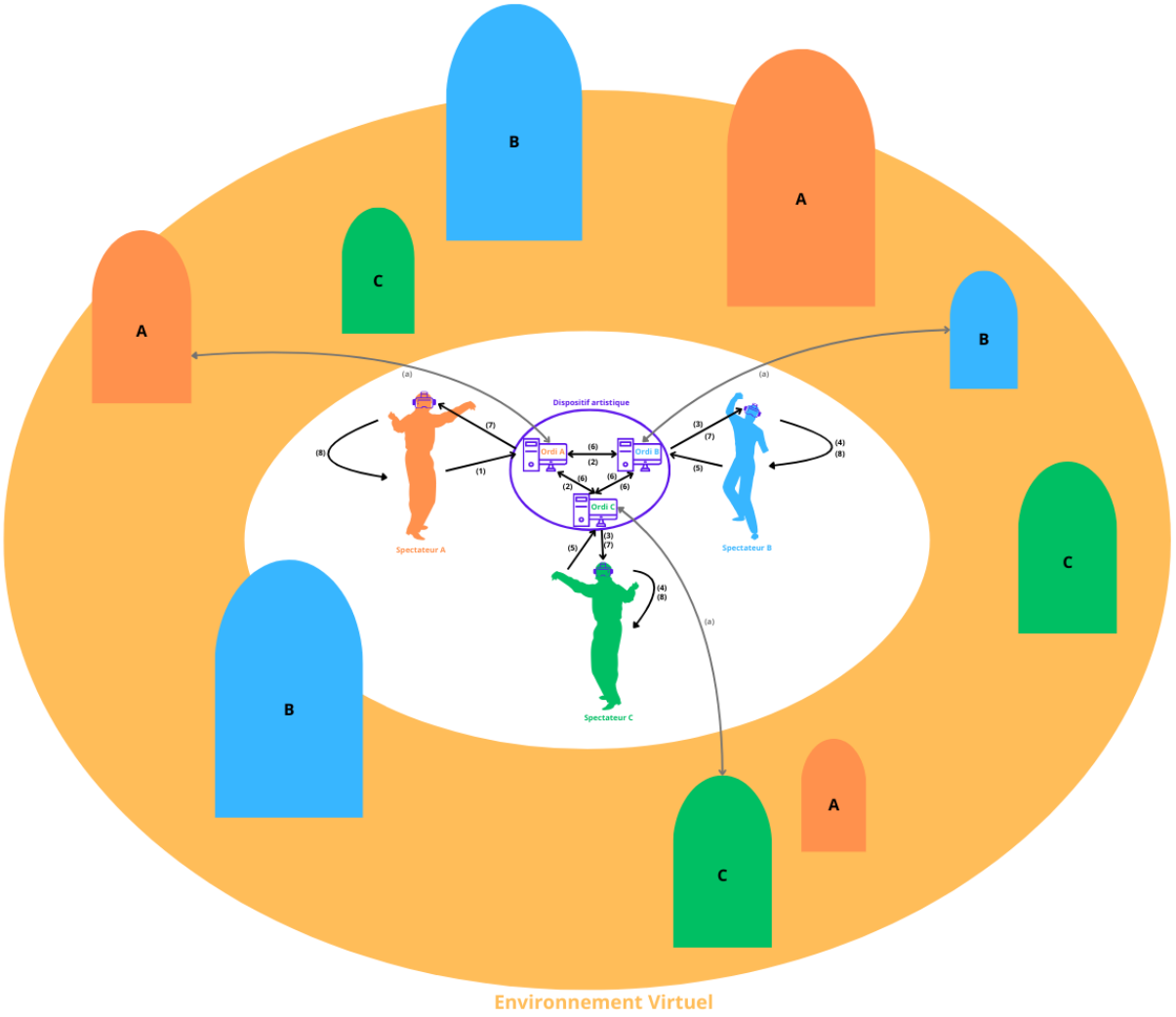


FIGURE 8.7 – Schéma du rapport HOOHOOH dans l'environnement virtuel.

du paysage et de la réflexion sur le spectateur dans une œuvre sont directement inspirés de la peinture romantique allemande, et notamment des paysages. Egalement, la théorie du Sublime avec le point de vue de Burke a permis de compléter cette vision du paysage interactif que nous voulions donner aux spectateurs. Enfin, nous avons étudié l'importance de la musique, et notamment du style *ambient* et du *field recording* dans la création de l'ambiance sonore, afin d'immerger davantage le public dans l'œuvre. Dans cette partie, nous avons présenté un schéma de l'intensité de la musique selon les scènes, afin d'inclure le public dans des états contrastés, et donc jouer avec les émotions qu'il peut vivre pendant la performance.

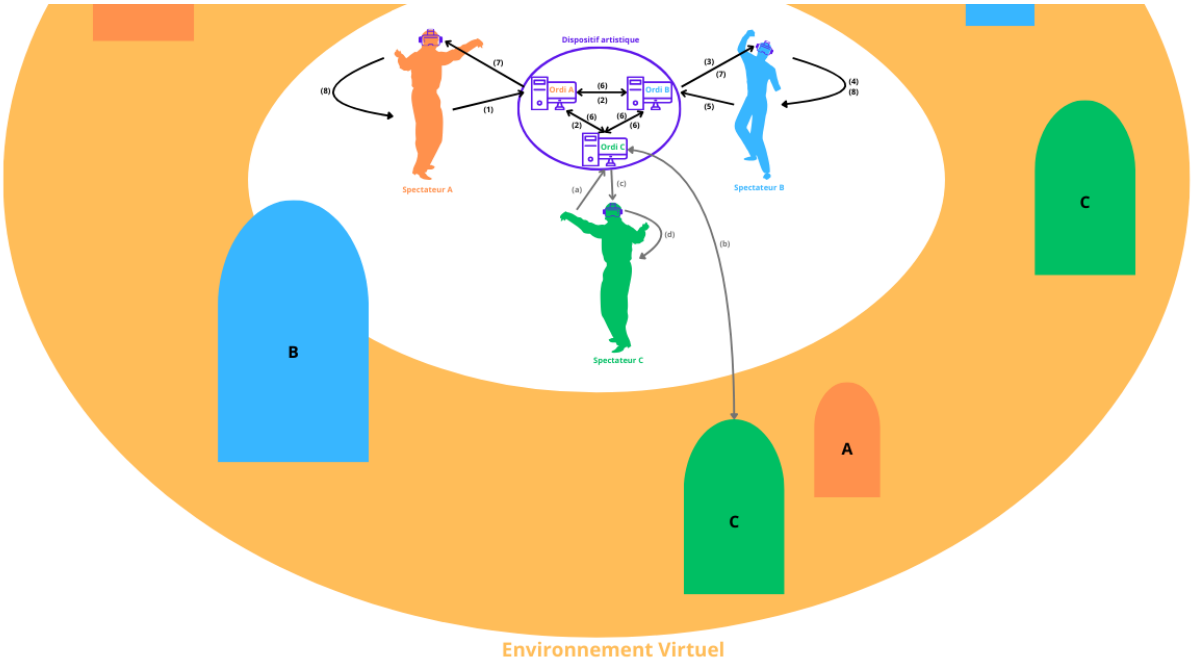


FIGURE 8.8 – Schéma du rapport HOOH+HO où deux spectateurs communiquent entre eux et un autre se focalise sur ses interactions avec le paysage virtuel.

Dans un deuxième temps, nous avons détaillé les concepts généraux qui ont inspiré la création de l'œuvre. Tout d'abord, nous avons étudié l'intérêt de la contemplation dans une œuvre en réalité virtuelle, et notamment sur l'expérience esthétique et les capacités émotionnelles qui peuvent naître pendant l'expérience en réalité virtuelle. Ensuite, nous avons développé l'hybridation, c'est-à-dire la capacité intrinsèque à une œuvre numérique à hybrider les savoir-faire et les médiums de l'histoire de l'art, tout en hybridant les acteurs de l'œuvre, de l'auteur au spectateur. Dernièrement, nous avons défini les possibilités de relaxation dans une œuvre en réalité virtuelle, tout d'abord par l'immersion, puis par l'interaction, et enfin par la musique.

Enfin, la dernière partie de ce Chapitre 8 présente les inspirations spécifiques liées à chaque scène composant l'expérience de Creative Harmony. La scène 1, qui est une phase d'immersion et de détente pour les spectateurs, se focalise principalement sur la connexion à soi, par le biais de la compréhension de son corps virtuel et de ses potentielles interactions avec l'environnement virtuel. La scène 2, qui est la scène de cocréation, s'inspire principalement de l'idée de l'écosophie, à savoir une connexion à la nature et une compréhension de son impact sur elle. Finalement, la Scène 3, qui est une connexion aux autres,

se base sur les axes de la synchronisation et de la communication. Nous souhaitions, dans ce dernier moment, inviter les spectateurs à s'identifier, se comprendre et se synchroniser pour communiquer, non pas verbalement, mais par les gestes et le souffle, pour échanger leurs intentions tout en ayant un impact sur l'environnement virtuel.

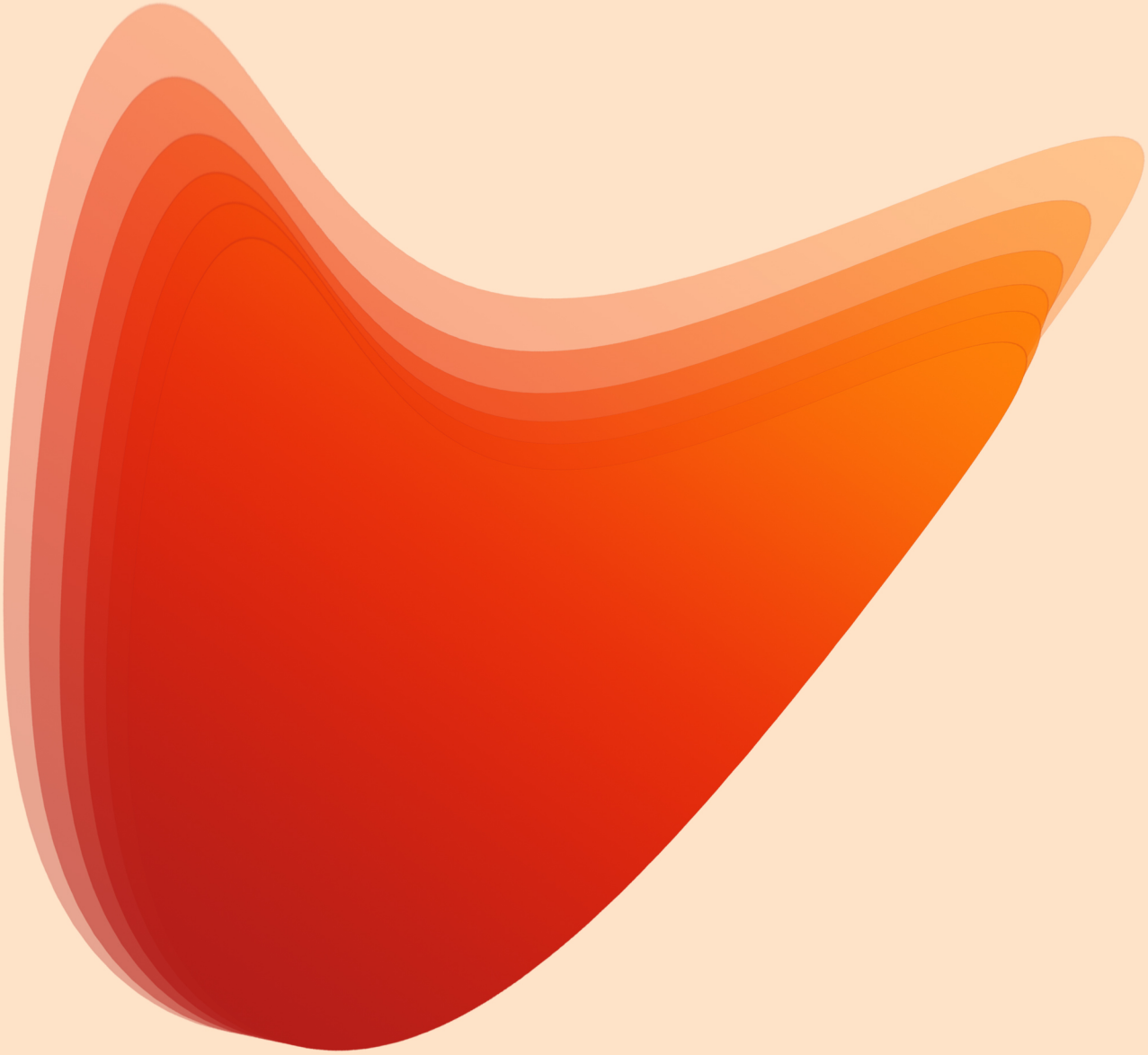
Notre première partie de thèse était consacrée à une étude de la collaboration dans une œuvre en réalité virtuelle. Nous avons donc fait un état de l'art spécifique à l'esthétique et aux sciences sociales, afin de comprendre les différentes formes collaboratives gravitant dans Creative Harmony.

Notre deuxième partie de thèse était davantage consacrée à l'étude spécifique de la réalité virtuelle collaborative, en apportant un regard artistique sur des concepts liés au domaine de recherche, que ce soit pour l'immersion, l'interaction, les environnements virtuels et les modalités interactives. Nous avons également présenté les concepts généraux de notre œuvre.

La troisième partie de cette thèse est une présentation de l'implémentation de Creative Harmony sur ses trois versions, puis des phases de tests par questionnaires et retours d'expériences, pour tenter de répondre à plusieurs hypothèses liées à l'expérience esthétique.

Troisième partie :

Creative Harmony :
Expériences etrésultats de la recherche-création



Troisième partie

Creative Harmony : Expériences et résultats de la recherche-création

Si nous avons, lors des deux précédentes parties de cette thèse, présenté les enjeux artistiques et scientifiques de la collaboration autour d'une œuvre en réalité virtuelle, cette partie sera dédiée à l'étude de l'implémentation de l'œuvre, de ses expérimentations sur plusieurs publics, et des résultats obtenus pouvant répondre à nos différentes hypothèses de recherche. Ainsi, dans un premier chapitre, nous présenterons le développement des trois versions de Creative Harmony, et donc des différentes modalités d'exposition, des dispositifs immersifs et interactifs, mais également des engagements des spectateurs.

Dans un deuxième chapitre, nous étudierons plus précisément notre méthode d'expérimentation auprès de publics volontaires, avec différents questionnaires permettant de calculer l'expérience de chaque spectateur, et indiquant leurs changements d'état émotionnel ainsi que le ressenti de leur performance. Dans ce même chapitre, nous étudierons les résultats de ces questionnaires, mais également les retours d'expériences réalisées dans le cadre d'expositions de l'œuvre, de 2020 à 2024.

Dans un troisième chapitre, nous proposerons de synthétiser nos résultats quant à nos recherches théoriques, en rapport avec ceux des expérimentations précédemment citées. Ainsi, nous présenterons l'idée de l'élasticité de la création, mettant en avant la collaboration entre l'auteur et les spectateurs dans le rapport d'équilibre du compromis que nous avons théorisé tout au long de la thèse. Ensuite, nous présenterons une méthode de relaxation en réalité virtuelle, par l'immersion, l'interaction et la contemplation, basée sur les expériences et résultats de Creative Harmony. Enfin, nous ouvrirons nos réflexions sur la collaboration, en proposant de futurs axes de recherche.

Dans un dernier chapitre, permettant de conclure cette thèse tout en l'ouvrant à de nouvelles perspectives de recherche-création, nous présenterons trois versions alternatives de Creative Harmony, qui ont déjà été expérimentées, ou qui sont en cours, ou encore qui vont exister dans le futur. Ce chapitre nous permet donc d'explorer nos concepts étudiés pendant tout notre doctorat, dans des formats d'œuvres ou d'expériences différentes, ouvrant donc nos travaux de recherche à des formes plus appliquées, comme par exemple dans le domaine de la santé.

Chapitre 9

Implémentation de Creative Harmony

De 2020 à 2024, le format de Creatve Harmony a grandement évolué. Tout d'abord grâce à l'acquisition d'expérience, dans la création artistique (donc dans le rôle d'artiste technique), mais également dans la direction du projet en tant que chef d'orchestre dans un processus d'improvisation guidée. Aussi, Creative Harmony a évolué par ses recherches sur les modalités interactives, en forme asymétrique ou symétrique, ou encore sur les capacités à capter le corps du spectateur dans un processus de création performative dans l'environnement virtuel collaboratif.

Ainsi, ce Chapitre 9 est consacré à la présentation de ces évolutions pendant les trois versions de l'œuvre. Nous verrons, dans une première partie, comment les modalités de création et de développement ont changé selon les différentes versions, mais également avec le contexte et le cadre de travail. Ensuite, dans une deuxième partie, nous étudierons les changements des trois scènes de l'œuvre, dans leur apparence visuelle, mais aussi dans les possibilités interactives liées aux paysages et entre les spectateurs eux-mêmes.

Nous avons développé trois formats de Creative Harmony dans le but d'expérimenter de nouvelles formes de collaboration, de modalités interactives, ou encore d'environnement virtuel. Chaque nouveau format de l'œuvre a permis d'ouvrir davantage nos recherches sur la performance collaborative, tout en précisant les capacités d'incarnation, d'awareness, d'agentivité et de modèles de communication par interaction.

Egalement, CH1 et CH2 ont pu être exposés dans différents contextes d'exposition, permettant de mettre au point des scénographies et modalités de présentation de performances, grâce auxquelles nous avons précisé des questionnements, ou bien ouverts à de nouvelles hypothèses et évolutions de l'œuvre.

9.1 CH1 : Ars Electronica

9.1.1 Cadre de travail

La première version de Creative Harmony a été développée en 2020, dans un contexte de pandémie mondiale ayant influencé les enjeux de l'œuvre. Cette première version, prévue pour connecter les plateformes de réalité virtuelle Deep Space 8K à Linz (Autriche) et Immersia à Rennes (France), propose à deux publics différents d'interagir ensemble dans un même environnement virtuel collaboratif. Pour cette première version, nous avons tout d'abord travaillé avec un ensemble de huit artistes et étudiants en sciences de l'informatique, chacun se spécialisant dans un domaine particulier du projet (danse, musique, design d'environnement, gestion de serveur, interactions, implémentation, ...), puis deux des étudiants spécialisés dans l'implémentation, ainsi que l'artiste danseur, sont restés en stage pour finaliser l'œuvre.

Voici la configuration de l'équipe :

— Direction artistique : Julien Lomet
— Supervision artistique : Joël Laurent
— Développement artistique : Julien Lomet, Johan Julien (stage)
— Direction technique : Ronan Gaugne, Valérie Gouranton
— Développement technique : Bastien Daniel (stage), Timothée Durgeaud (stage), Meven Leblanc, Antoine Philippe, Duncan Sourdin
— Danseur.euse.s : Johan Julien, Cécile Tasse, Bruce Chiefare, Magali Julien, Hajar Nouma
— Musiques : Pierre Huyghe
— Production : IRISA Inria Rennes, Université Rennes 2, Université Paris 8, Ars Electronica

La première temporalité de développement de Creative Harmony, avec l'ensemble de l'équipe, était assez expérimentale. En effet, avec l'isolement de chaque personne provoqué par le Covid-19, il a fallu créer un nouveau système de travail collaboratif, distancé, où chacun évoluait de son côté, puis nous mettions en commun les avancées lors de réunions en visioconférence. Si cette méthode de cocréation a permis de mettre en lumière nos axes théoriques principaux de l'œuvre, ça a également perturbé son avancée, puisque nous n'avions pas accès au matériel de réalité virtuelle avec lequel nous allions performer. Egalement, les réunions avec les spécialistes du Deep Space 8K étaient ralenties par le fait

que nous ne savions pas ce que nous pourrions faire au moment du Festival, avec le peu de visibilité que nous avions sur l'évolution de la pandémie.

Dans cette dynamique incertaine, nous avons donc décidé de créer une performance musicale et dansée dans Immersia à Rennes, devant un public immergé, afin d'assurer le plus possible nos ambitions artistiques liées à Creative Harmony (voir Figure 9.1). Sur le Deep Space à Linz, où la performance musicale était initialement prévue, nous avons préféré assurer les possibilités interactives du public, afin de l'inclure en temps réel dans la performance à Rennes, par le biais du paysage interactif (voir Figure 9.2). Egalement, nous avons décidé d'établir un retour-écran en temps réel dans les deux espaces d'exposition, afin que chaque public puisse voir ce qu'il se passe sur l'autre plateforme.



FIGURE 9.1 – Photo de la performance de Creative Harmony 1, vue de Rennes, avec l'écran présentant en temps réel la performance à Linz.

Cette version de Creative Harmony permettait donc, à Rennes, d'inclure une danseuse professionnelle dans la salle immersive, pour créer des montagnes grâce à la gestuelle. L'artiste était accompagnée du musicien de l'œuvre, Pierre Huyghe, qui jouait en live pour accentuer la dimension performative. Un public de dix personnes, assis devant le plateau, pouvait être immergé dans l'environnement grâce à des lunettes stéréoscopiques. Parallèlement, à Linz, un public de vingt personnes, immergées par lunettes stéréoscopiques,



FIGURE 9.2 – Photo de la performance de Creative Harmony 1, vue de Linz, avec l'écran présentant en temps réel la performance à Rennes.

pouvait interagir sur l'environnement virtuel grâce à des plateformes apparaissant sur l'écran au sol.

Enfin, l'ensemble des deux performances était rediffusé en direct sur la plateforme de streaming Twitch, afin de présenter l'expérience globale à un public en ligne. Ainsi, dans ce format de Creative Harmony, nous avons exploré plusieurs formes de publics plus ou moins interactifs et immergés dans l'œuvre :

1. Le public interactif qui génère des montagnes (Danseuse à Rennes)
2. Le public interactif qui module le paysage (Public à Linz)
3. Le public immergé mais non interactif (Spectateurs à Rennes)
4. Le public non immergé et non interactif, présent dans l'espace réel (Spectateurs à Linz, en dehors du plateau de réalité virtuelle)
5. Le public non immergé, non interactif, présent virtuellement (Spectateurs Twitch).

Pour finir, nous avons présenté trois performances de l'œuvre durant le Festival Ars Electronica, en septembre 2020. Si la performance à Rennes fonctionnait relativement bien, car la présence de la danseuse et du musicien ajoutait une dimension artistique forte à l'environnement virtuel, la performance à Linz a relevé plusieurs problèmes. Tout d'abord, plusieurs événements ont coupé le fonctionnement du réseau entre les deux plateformes, demandant le relancement complet de l'œuvre durant les performances, ou encore

des images bloquées, empêchant les spectateurs autrichiens d'interagir avec les montagnes. Egalement, nous avons constaté qu'une médiation était importante pour comprendre l'entièreté de l'expérience collaborative. Si des spectateurs à Linz n'avaient pas accès à cette communication, l'œuvre devenait non intuitive pour plusieurs personnes sur le Deep Space. Enfin, le système interactif entre les spectateurs qui activaient des plateformes par leur position sur le plateau de Linz et l'évolution de l'environnement virtuel n'était pas suffisamment au point pour être significatif, et donc provoquer l'envie d'interagir davantage. Cale amenait donc de la confusion et de l'incompréhension chez le public, notamment en Autriche.

9.1.2 Scènes de CH1

La première version de Creative Harmony a permis de mettre en place l'environnement global, composé de deux façons différentes : un environnement sous-marin et un autre à la surface de l'eau.

L'idée initiale était donc de proposer aux groupes de spectateurs d'évoluer d'un environnement à un autre selon l'interactivité qui leur était proposée. Voici un tableau partagé dans l'équipe, qui permettait de présenter la narration globale de l'œuvre (voir Figure 9.3) :

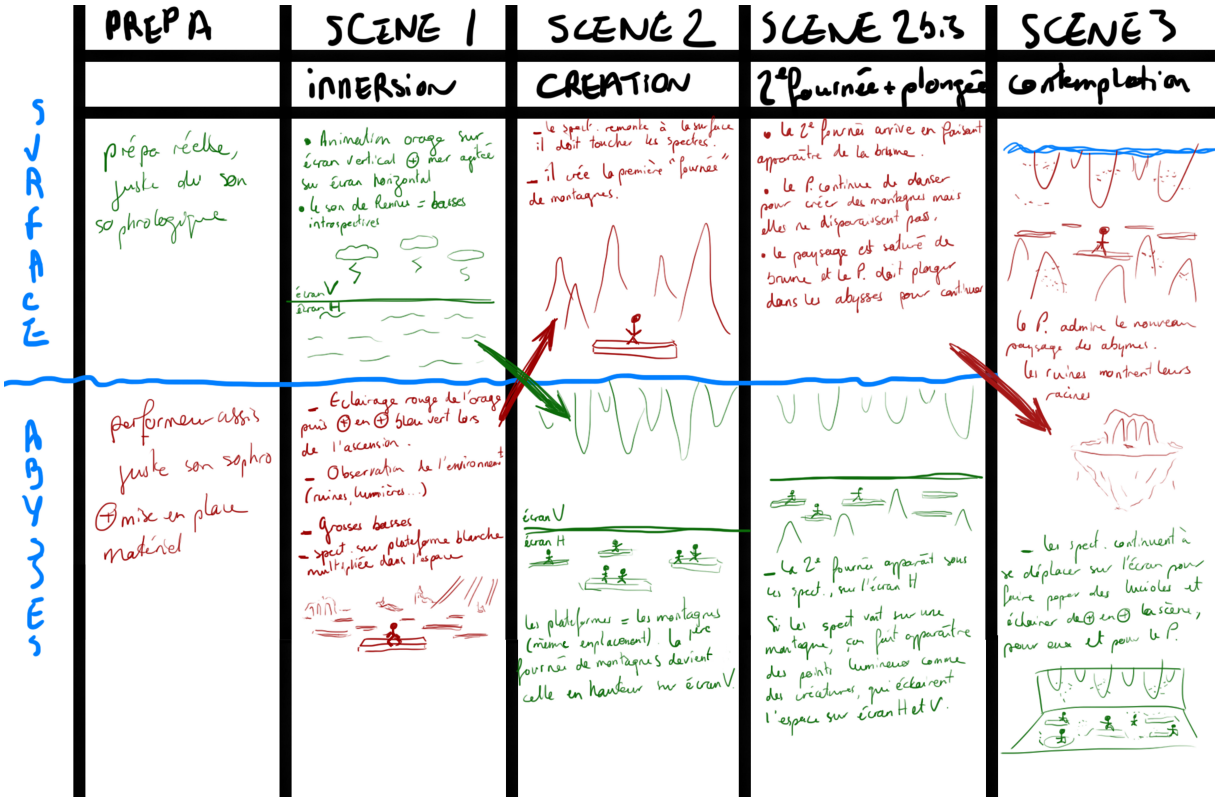


FIGURE 9.3 – Tableau de la narration de CH1 avec les différentes scènes et environnements virtuels

Ainsi, nous pouvons voir que chaque public (en vert celui de Linz, en rouge celui de Rennes) évoluait à la surface ou sous l'eau, selon les modalités interactives qui lui étaient proposées. De même, nous avions déjà imaginé, dès le début de la narration de CH, un premier jeu entre montagnes générées par les spectateurs de Rennes et plateformes interactives pour les spectateurs de Linz. La narration a ensuite évolué avec les contraintes techniques et le contexte sanitaire mondial que nous avons déjà présenté. Finalement,

chaque public commence sous l'eau, puis le public de Rennes remonte à la surface tandis que celui de Linz reste sous l'eau, et enfin, dans la Scène 3, tout le monde retourne dans l'environnement sous-marin.

Scène 1 :

L'environnement virtuel en lui-même se base donc dans les idées présentées en Chapitre 8, sur la contemplation, le romantisme et la relaxation. L'environnement sous-marin est donc un espace virtuel relativement sombre, dans lequel des animaux luminescents évoluent dans l'espace de manière lente et hasardeuse. La skybox [1], tout comme toutes les autres de Creative Harmony 1, 2 et 3, est peinte numériquement par tablette et stylet, sur le logiciel Adobe Photoshop, puis intégrée sur Unity. Si l'environnement ne s'inspire pas directement de tableaux romantiques figurant un fond marin, nous aimions l'idée de jouer avec un orage (représentation de la vie quotidienne impactant les spectateurs), que l'on peut retrouver dans les toiles de Turner par exemple (voir Figure 9.4), et qui fait place ensuite à un environnement calme où chacun se réapproprie son espace virtuel par le mouvement.

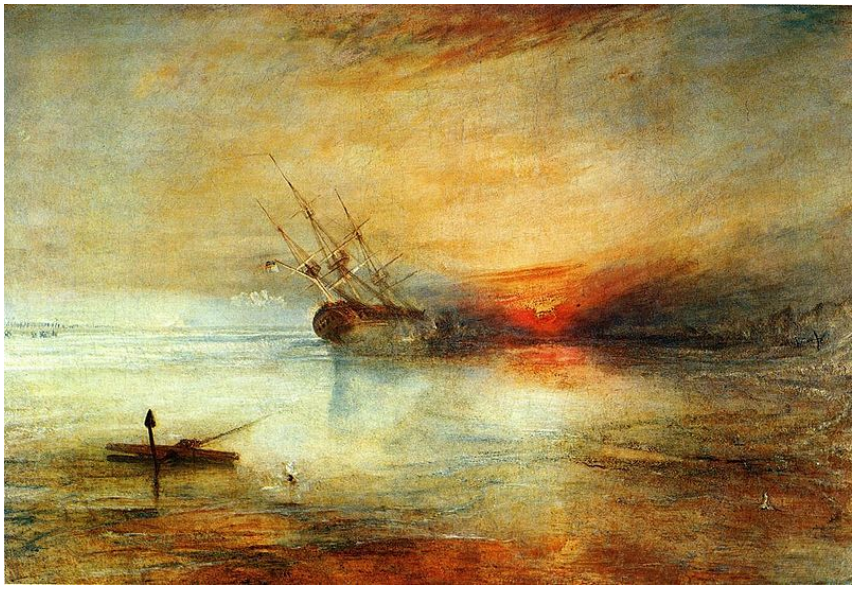


FIGURE 9.4 – Joseph Mallord William Turner, *Fort Vimieux*, 1831, huile sur toile, collection privée.

1. Surface numérique, générée par un cube ou une image 360°, permettant de représenter le ciel et la terre.

Egalement, des animaux dont le corps est composé de particules en mouvement, invitent à une contemplation qui compagne la voix off, et donc proposant aux spectateurs de se détendre. (voir Figure 9.5). Autour des spectateurs évoluaient ainsi une baleine, une tortue, une raie manta, un poisson lune et des lucioles nageant sans direction précise, permettant d'amener à un état de contemplation.



FIGURE 9.5 – Photographie de la Scène 1 de CH1 à Linz.

Les spectateurs pouvaient donc vivre leur moment de détente et d'immersion grâce à ces différents éléments gravitant dans l'environnement virtuel, où les particules sont totalement traversantes dans l'espace de navigation du public, que ça soit dans Immersia ou dans le Deep Space 8K. Egalement, il faut préciser qu'il n'y avait pas d'interaction possible avec l'environnement dans la Scène 1 puisqu'il s'agissait principalement d'un espace d'immersion et de contemplation.

Enfin, dans cette première version de CH1, les publics ne peuvent pas se voir entre eux. Dans un but de favoriser l'immersion et la connexion avec soi, nous avions préféré rester dans une idée de présence solitaire dans l'environnement. Cela s'explique également par des raisons techniques, puisque nous n'avions pas assez de temps de développement pour proposer un retour visuel de la présence des autres directement dans l'espace virtuel. C'est pour cela que nous avions installé un système de retour vidéo dans chaque pièce de la performance, pour que les différents publics puissent voir en temps réel ce qu'il se passe dans chaque plateau de réalité virtuelle.

Scène 2 :

Si le public de Linz restait sous la surface de l'eau, avec les éléments que nous avons précédemment listés, le public de Rennes remontait à la surface pour pouvoir générer des montagnes. Nous voulions créer un espace avec une lumière aurorale, un "calme après la tempête", un moment de réappropriation de son rôle dans la nature, de connexion entre soi et l'environnement. Ainsi, le ciel était principalement doré, avec des pointes de rose et des nuages couvrant l'horizon. Une lumière rasante venait éclairer les montagnes générées par les mouvements des danseurs dans Immersia, créant un dynamisme intéressant, et évolutif, dans la composition de l'environnement (voir Figure 9.6).



FIGURE 9.6 – Photographie de la Scène 2 de CH1 à Rennes, durant la performance devant un public immergé.

Le paysage était également composé de modélisations de ruines surréalistes, positionnées sur des îles flottant dans le ciel. Par ces ruines, nous voulions apporter notre vision intersubjective aux spectateurs, signifier la présence des artistes dans l'environnement que le public cocrée par la collaboration interactive, tout en les amenant à un sentiment de nostalgie par leur présence. Ainsi, nous souhaitions créer une sorte d'Atlantide, la présence discrète d'un processus créatif qui a déjà existé dans cet espace, proposant aux nouveaux auteurs (les spectateurs) d'inclure leur présence par la gestuelle.

Au niveau de l'interaction entre les mains et les montagnes, nous avions conçu un

système qui puisse figurer la création de montagnes, mais pas totalement de manière évolutive. En effet, puisque nous étions dans un format d'œuvre où l'environnement était généré en performance, par des danseurs professionnels, nous avions préféré mettre en avant l'idée d'espace performatif, avec un musicien jouant en live et les retours-écran, mais nous n'étions pas encore dans une volonté d'interaction évolutive à chaque type de mouvement (que l'on a développé dans CH2, comme nous le verrons juste après). Ainsi, les montagnes se connectaient entre elles si elles étaient proches, mais n'évoluaient pas forcément en fonction des formes des gestes proposés par les danseurs sur le plateau de réalité virtuelle.

Dans ce format de l'œuvre, nous souhaitions que les montagnes générées par le danseur dans Immersia soient ensuite envoyées en tant qu'objet interactif dans le Deep Space 8K, afin que le public puisse les faire évoluer, créant ainsi la composition finale de l'environnement grâce à des plateformes. Avec les problèmes rencontrés durant le développement de l'œuvre, nous avons dû concevoir un système interactif plus simple et moins risqué par rapport au réseau fragile entre les deux espaces. Aussi, nous avons préconçu des montagnes en avance, qui apparaissaient au fur et à mesure de la temporalité de la scène 2, et avec lesquelles les spectateurs de Linz pouvaient interagir. En montant sur des plateformes de particules, ils variaient leur taille, mais pouvaient également faire apparaître les îles avec des ruines, des lucioles lumineuses, ou encore des lumières créant plus de nuances dans le paysage montagneux sous-marin (voir Figure 9.7).

Ce système était une manière de faire croire à un principe de collaboration entre les deux publics, mais nous avions conscience que cela sortait l'idée d'un paysage cocréé par deux publics distancés, interactifs en temps réel. Si les montagnes n'étaient plus les mêmes d'un public à un autre, alors nous nous pouvions pas totalement affirmer que ce paysage était créé grâce à l'acte collaboratif. Au final, l'élément qui permettait de relier les deux performances était le réseau et le lancement des différentes scènes de manière synchronisée.

Enfin, la dimension contemplative pour les spectateurs face à Immersia était importante pour nous. En général, lorsqu'un spectateur évolue dans le plateau de réalité virtuelle, l'image vidéoprojetée en temps réel évolue en même temps que lui, afin de l'immerger dans le monde virtuel. Cependant, d'un point de vue extérieur, ces images bougent fortement selon la position des mains et de la tête, pouvant créer un malaise physique important si l'on regardait trop longtemps la performance. Nous avons donc bloqué le point



FIGURE 9.7 – Photographie de la Scène 2 de CH1 à Linz, durant la performance avec un public immergé et interactif.

de vue de la caméra à un endroit fixe, proche de l'espace d'observation du public, afin que la représentation du paysage ne change pas selon les mouvements et le champ de vision des danseurs. Si ce mode de représentation est moins immersif pour le danseur, il nous permet néanmoins d'inclure plus aisément le public dans la performance par l'immersion avec lunettes stéréoscopiques.

Scène 3 :

Comme nous le disions précédemment, la Scène 3 de Creative Harmony est le moment fort de la performance, et ce dans les trois versions de l'œuvre. L'élément principal qui compose CH1, durant ce moment du spectacle, est l'apparition d'un ballet virtuel. Ce dernier a été conçu grâce à la captation de danseurs professionnels sur Immersia, dont le corps était équipé de capteurs de position et de mouvements.

L'artiste et chorégraphe Johan Julien a donc proposé à quatre danseurs professionnels de l'accompagner à performer sur le plateau de réalité virtuelle, de manière libre, afin de recueillir leurs mouvements et de composer un ballet numérique. Pour cela, chaque danseur a proposé des mouvements, qui ont ensuite été récupérés par le système de capture de mouvement, situé sur la tête, les mains, la ceinture et les chevilles. L'ensemble

était accompagné par le musicien Pierre Huyghe qui performait afin d'accompagner et de stimuler les danses (voir Figure 9.8).



FIGURE 9.8 – Photographie d'une séance de danse pour créer le ballet virtuel. Les danseuses performent dans Immersia, accompagnées du musicien en live. Les données sont recueillies par l'ordinateur grâce aux différents capteurs.

Johan Julien a ensuite récupéré les mouvements les plus symboliques et expressifs de chaque danseur, puis les a recomposés dans une même chorégraphie hybride. Dans le ballet, il n'y a donc pas une danse d'un danseur A, mise à côté d'une danse d'un danseur B, mais plutôt une chorégraphie répétée d'un mélange de A, B, C, D et E. Cette chorégraphie est interprétée par des silhouettes de particules dont leur forme évolue dans le temps. Ainsi, si les particules sont courtes, on peut facilement comprendre la silhouette humanoïde du danseur virtuel hybride. Si les particules sont longues, la forme devient complètement abstraite, offrant un spectacle contemplatif dense pour les spectateurs immergés par lunettes stéréoscopiques. Le danseur virtuel est multiplié par cinq, pour créer un ballet, mais chacun commence sa performance à un moment différent, pour proposer de la diversité de mouvement entre chaque acteur virtuel. L'ensemble évolue donc entre silhouette humanoïde et forme abstraite, apparaissant et disparaissant au fil de la performance (voir Figure 9.9).

Le ballet virtuel évolue donc dans la Scène 3 qui immerge tous les spectateurs dans



FIGURE 9.9 – Photographie du ballet virtuel dans Immersia pendant une performance.

l'environnement sous-marin. Cette fois-ci, l'espace est composé de montagnes au sol et au plafond, créant une impression de caverne. Notre souhait était de représenter les montagnes composées par le public de Linz au plafond, et les montagnes générées par le danseur de Rennes au sol. Cependant, dans le même souci de renforcer le réseau entre les deux plateaux, nous avons directement modélisé l'environnement montagneux en amont, afin d'éviter un problème lors de la performance. Des lumières oranges apportent une dimension dramatique à l'ensemble, tandis que les îles et animaux marins évoluent dans l'espace, en même temps que le ballet. Des particules dans l'ensemble de l'environnement permettent d'ajouter un aspect contemplatif et dynamique à la scène. Accompagnés de la musique live, les danseurs performaient donc dans cet ensemble puissant, afin de faire vivre des émotions chez le public immergé. Malheureusement, l'œuvre n'a pas correctement fonctionné dans le plateau Deep Space 8K, où les spectateurs restaient bloqués dans la Scène 2 de l'œuvre, ne pouvant donc pas voir le ballet virtuel et les différents éléments composant l'œuvre finale.

A la suite de ces trois performances réalisées dans le cadre d'Ars Electronica, nous avons décidé de développer une nouvelle version de Creative Harmony, qui puisse être performée dans un format Immersia-Casques HMD, soit seulement par des casques HMD.

Egalement, nous avons voulu revoir les systèmes interactifs pour que l'œuvre soit plus collaborative entre chaque public.

9.2 CH2 : Portabilité dans Immersia ou par casque HMD

9.2.1 Cadre de travail

La deuxième version de Creative Harmony a été développée durant l'été 2021, avec une équipe plus réduite, dans la mesure où nous avions déjà une base de dispositif artistique sur laquelle nous pouvions travailler. En effet, il ne s'agissait pas de tout recréer du début, mais bien de reprendre les concepts principaux qui fonctionnaient correctement, et d'améliorer, artistiquement mais également dans le code et la structure, les points les plus fragiles.

Durant ce développement, nous avons donc gardé la même équipe artistique, mais les étudiants en sciences de l'informatique ont changé, donnant cette nouvelle dynamique :

- Direction artistique : Julien Lomet
- Supervision artistique : Joël Laurent
- Développement artistique : Julien Lomet, Johan Julien
- Direction technique : Ronan Gaugne, Valérie Gouranton
- Développement technique : Pierre Duc-Martin (stage), Mehdi Aouichat (stage)
- Danseur.euse.s : Johan Julien, Cécile Tasse, Bruce Chiefare, Magali Julien, Hajar Nouma
- Musiques : Pierre Huyghe
- Production : IRISA Inria Rennes, Université Rennes 2, Université Paris 8.

Le premier grand changement par rapport à 2020 a été un travail en collaboration dans un bureau partagé, pendant tout le temps du développement. En effet, cette méthode de travail sur place a permis d'avancer beaucoup plus vite dans les axes d'amélioration que nous avions ciblés, mais également dans les avancées qui n'étaient pas encore envisagées. Nous avons donc pu mettre en place les méthodes de collaboration que nous avons développées dans la première partie de notre thèse, notamment sur la coordination des langages et la méthode par expérimentations et itérations. Egalement, l'accès permanent aux casques de réalité virtuelle et à la plateforme Immersia ont permis d'éviter des problèmes trop tardifs liés à l'implémentation du dispositif artistique dans les systèmes de réalité virtuelle.

Durant le développement de cette version, nous avons donc pu renforcer l'univers artistique, notamment les ciels virtuels ainsi que les éléments modélisés, afin d'approfondir

les références à la peinture romantique allemande (voir Figure 9.10), mais également la notion d'immersion et de relaxation. Quant à l'interactivité, nous avons reconstruit l'entièreté de la Scène 2 pour améliorer la compréhension de l'environnement virtuel. Ainsi, nous avons identifié deux types de spectateurs : le Spectateur A pouvant créer des montagnes dans la scène 2, grâce à ses gestes libres dans l'espace, et le Spectateur B pouvant moduler ces montagnes en reproduisant des gestes apparaissant tout autour de lui dans l'espace (voir Figure 9.11). Enfin, nous avons développé le squelette du réseau pour que l'expérience puisse être faite jusqu'à 6 personnes en même temps, en plus d'une caméra virtuelle pouvant filmer l'entièreté des scènes avec un point de vue à la troisième personne.



FIGURE 9.10 – Photo de la performance de Creative Harmony 2, vue du Spectateur A dans Immersia. Crédit photo : Caroline Ablain.

Nous avons pu présenter une première version de l'œuvre lors de la Journée Sciences Musiques de Rennes, en 2021. Dans cette idée, nous avons présenté un format similaire à la première version de Creative Harmony, à savoir une danseuse dans Immersia qui créait des montagnes, le musicien Pierre Huyghe qui performait la musique, et un public de 10 personnes pouvant contempler la performance avec des lunettes stéréoscopiques. Cette fois-ci, le public distancé et collaboratif était immergé par des casques de réalité virtuelle, dans une salle située dans un autre bâtiment du campus universitaire où se déroulait la performance, et pouvait interagir en temps réel sur les montagnes générées par la Spectatrice A sur le plateau de réalité virtuelle. Les spectateurs extérieurs pouvaient donc assister à la performance, soit directement en utilisant les casques de réalité virtuelle, soit comme observateurs immergés face à Immersia. Nous avions ici une possibilité de cocréation à 3 personnes, dans un format avec un Spectateur A et deux Spectateurs B.



FIGURE 9.11 – Photo de la performance de Creative Harmony 2, vue des Spectateurs B dans des casques de réalité virtuelle. Crédit photo : Caroline Ablain.

Egalement, une autre modalité d'exposition a été mise en place durant l'événement de la Semaine des Arts à l'Université Rennes 2, en avril 2022. Dans ce cas-là, nous avons proposé une version de Creative Harmony entièrement accessible par casque de réalité virtuelle, avec trois possibilités de spectateurs connectés en même temps dans une même pièce. Ainsi, nous avons réitéré un format avec un Spectateur A et deux Spectateurs B, mais qui étaient présents réellement dans une même pièce (voir Figures 9.12 et 9.13). Afin de séparer les différents espaces réels propres à chacun, nous avons installé des pans de tulles verticaux, sur lesquels nous projetions les ombres des spectateurs grâce à des projecteurs posés au sol, dont les couleurs variaient selon le rôle (bleu pour le Spectateur A et orange pour les Spectateurs B).

Comme nous pouvons également le constater sur les précédentes photographies, dans le cas où il n'y que des casques de réalité virtuelle pour performer Creative Harmony, nous installons des écrans de retour vers le public extérieur à l'espace performatif, afin de voir ce qu'il se passe en temps réel dans les casques de chacun. Egalement, selon certaines expositions et possibilités techniques, il est possible d'installer un quatrième ordinateur avec un écran ou une vidéoprojection, afin de montrer le point de vue de la caméra à la troisième personne qui filme l'entièreté de la scène.

A travers cette scénographie, notre souhait est de séparer l'espace des spectateurs immergés de l'espace du public observateur de la performance. Dans un but de libérer le plus possible le public immergé de la peur du regard des autres quant à sa danse, nous préférons suggérer sa présence par un jeu d'ombre portée sur tissus semi-transparents. Nous pensons que cette distanciation, au-delà d'apporter un caractère scénographique

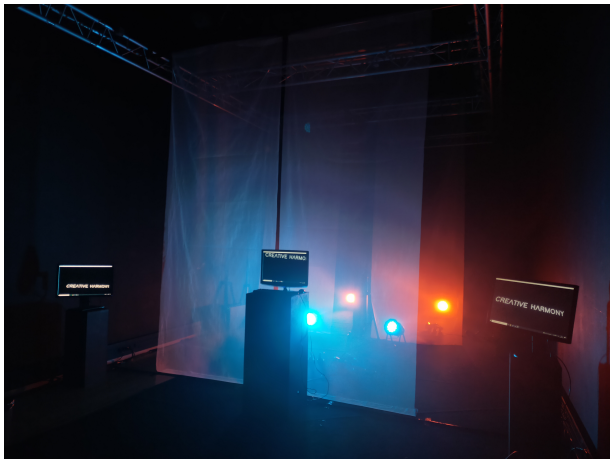


FIGURE 9.12 – Photo de la scénographie de Creative Harmony 2, avec les différents espaces et projecteurs.



FIGURE 9.13 – Photo de la performance de Creative Harmony 2, avec deux spectateurs dont les ombres sont projetées sur le tulle.

impactant, améliore les possibilités d'expression corporelle de la part des participants dans la réalité virtuelle.

9.2.2 Scènes de CH2

Comme nous le disions, au-delà d'améliorer la portabilité de l'œuvre en changeant de dispositif d'immersion en réalité virtuelle, nous avons renforcé l'univers artistique de l'œuvre. En effet, c'est à la suite de retours d'expérience des spectateurs lors de la présentation de CH1 que nous avons déterminé les points qui fonctionnaient, et ceux à améliorer. Comme la structure principale de l'œuvre était assez opérationnelle, nous avons décidé d'améliorer son contenu. Cependant, en passant par le casque de réalité virtuelle, il nous fallait composer un environnement virtuel à 360°, contrairement aux plateaux de réalité virtuelle restreints par les écrans, ne présentant ainsi que 200° (environ) de champ de vision.

Scène 1 :

Ainsi, la première scène de l'œuvre maintenait sa fonction immersive avec proposition de détente du corps par la voix off. Nous avons également gardé les animaux ainsi que les particules pour proposer des éléments de contemplation (voir Figure 9.19). Ce qui a fortement évolué dans cette première scène, c'est la présence du corps virtuel que l'on soit dans Immersia ou dans un casque VR. En effet, voir son corps crée une présence de soi, tout comme une présence environnementale. Egalement, puisque le corps virtuel est interactif, il nous fallait utiliser la voix off pour induire les possibilités d'action sur l'environnement. Les spectateurs étaient donc tout d'abord amenés à se détendre en respirant, relâchant les muscles de leurs épaules, de leur mâchoire, de leur dos, mais également à découvrir leurs mains *qui sont un moyen d'interaction avec l'environnement.* Cependant, nous avons maintenu l'idée d'une vision mono-utilisatrice dans cette scène, pensant que l'immersion serait plus efficace si le spectateur se sentait seul durant cette phase. L'apparition des avatars des autres utilisateurs apparaît donc dans la Scène 2. Ainsi, cette première scène n'a pas visuellement évolué, mis à part l'implémentation du corps virtuel, mais a confirmé son rôle de médiation pour la suite de l'expérience de l'œuvre.

Scène 2 :

La deuxième scène de Creative Harmony 2 est celle qui a vu le plus de modifications. Comme nous le disions dans le Chapitre 6, nous avons conçu un environnement virtuel

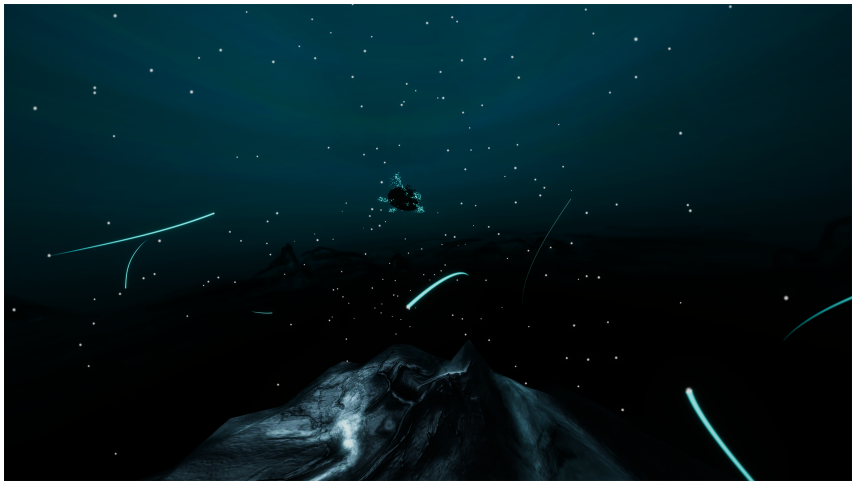


FIGURE 9.14 – Capture d'écran de la Scène 1 de CH2.

asymétrique, avec un Spectateur A et un Spectateur B. Nous avons gardé l'idée que la personne générant des montagnes soit à la surface de l'eau, tandis que celle modulant la composition du paysage soit sous l'eau. Il nous a donc fallu revoir les deux environnements afin d'améliorer l'immersion et l'interactivité.

Surface de l'eau : D'un côté, la skybox de la surface de l'eau a été revue afin d'être plus dramatique et puissante que la précédente. Nous avons accentué la colorimétrie, avec des nuages rouges flamboyants, contrastant avec un ciel encore peu illuminé, et un soleil jaune pâle naissant (voir Figure 9.15).

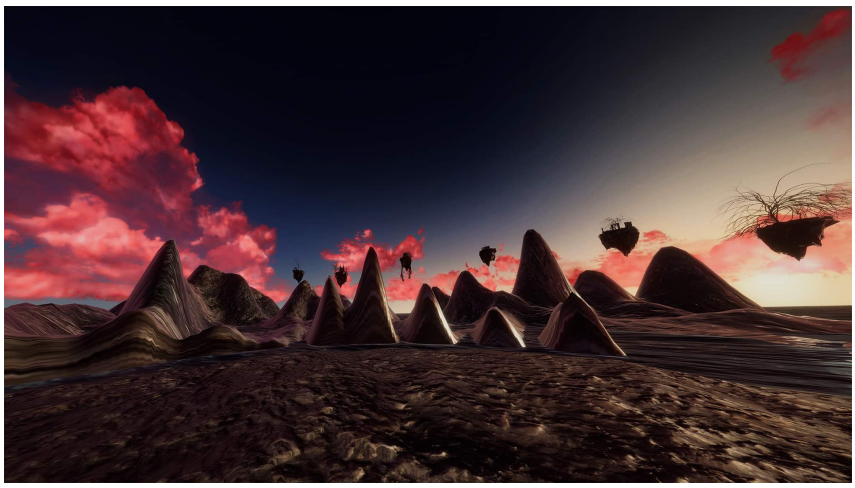


FIGURE 9.15 – Capture d'écran de la Scène 2 de CH2, du point de vue du Spectateur A.

Egalement, la texture des montagnes a été revue pour qu'elles paraissent moins lisses, et donc plus minérales grâce à des contrastes de nuances. Nous présentions aussi dans notre Chapitre 7 la manière dont les mouvements créaient une équivalence de forme de montagne, c'est en cela que nous avons amélioré l'adaptabilité du processus interactif face aux différentes gestuelles. Puisque l'œuvre pouvait être performée par n'importe quel spectateur, et non plus simplement par des danseurs professionnels, il était important de revoir la facilité de créer des montagnes pour n'importe qui, et donc d'améliorer l'intuitivité du dispositif. Enfin, dans cette partie de la Scène 2, le Spectateur A pouvait voir les avatars des autres participants, comme nous le constatons dans la Figure 9.16.



FIGURE 9.16 – Photographie d'une performeuse sur Immersia, dans la Scène 2 de CH2, avec les avatars des autres spectateurs connectés à distance. Crédit photo : Caroline Ablain.

Environnement sous-marin : Pour les spectateurs B, la skybox reste la même que dans la première scène, à savoir un paysage sous-marin assez sombre, dans les tons verts et bleus. Ce qui change principalement ici, c'est la représentation en temps réel des montagnes générées par le spectateur A, sur un anneau entourant les Spectateurs B, comme nous l'avons déjà décrit dans notre Chapitre 6 (voir Figure 9.17).

Dans cet espace, chaque spectateur pouvait voir les autres performer en temps réel. Dans ce format asymétrique, nous souhaitions que les Spectateurs B puissent avoir un impact direct sur les montagnes générées par le Spectateur A. Afin que cela soit compréhensible, il nous a fallu concevoir cette représentation par un anneau plat représentant le cercle d'apparition des montagnes dans l'espace. En répétant des gestes, les Spectateurs B

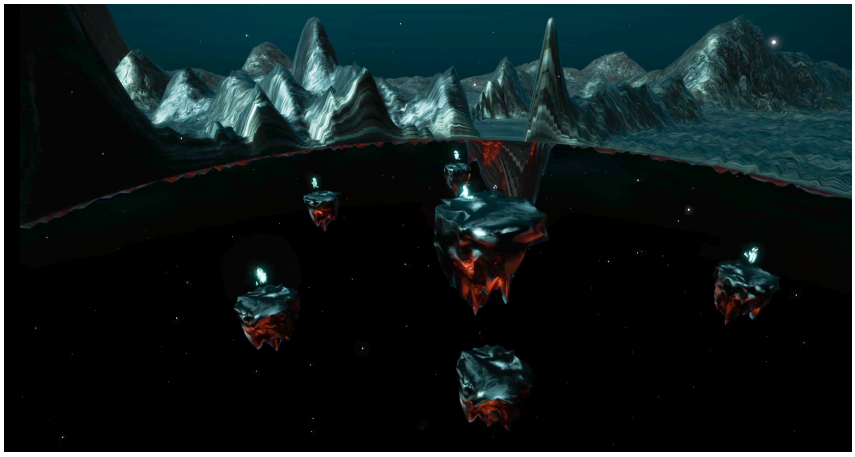


FIGURE 9.17 – Capture d'écran de la Scène 2 de CH2 avec le point de vue sur les Spectateurs B et la représentation de l'environnement virtuel montagneux.

faisaient passer les montagnes de la surface de l'eau à l'environnement sous-marin, par un mouvement de symétrie verticale. Cela avait pour effet, du point de vue de la surface, de faire disparaître les montagnes, et donc de pousser le Spectateur A à en créer davantage pour recomposer l'environnement. Plus il y avait de montagnes à "disparaître", plus le Spectateur A devait recréer du paysage. Ainsi, l'asymétrie permettait ici de stimuler la danse pour l'ensemble des spectateurs. Egalement, nous avons souhaité proposer plusieurs formes d'expression corporelle, selon la facilité des personnes à danser. Si le Spectateur A pouvait directement créer avec une gestuelle libre, les Spectateurs B passaient d'abord par une phase de gestuelle guidée pour les aider à une forme d'expressivité plus libre [2]. Cette transition s'accompagnait d'ailleurs d'une augmentation progressive de la longueur des particules des mains. Plus le temps de la Scène 2 avançait, plus les traînées des particules étaient longues. Nous souhaitions donc, par cela, casser progressivement avec la monotonie de la scène et des actions qui se répétaient, pour passer à une redécouverte du corps interactif, puis à un oubli du geste qui a une action sur le paysage au profit du geste qui permet de s'exprimer.

Scène 3 :

Enfin, dans la troisième scène de CH2, nous avions pu créer ce que nous souhaitions

2. Bien entendu, nous n'empêchions pas les Spectateurs B de s'exprimer librement dès le début de l'expérience, ou bien même pendant la phase guidée.

dès la première version de l'œuvre, à savoir un espace sous-marin où les montagnes des Spectateurs A se retrouvaient au sol, et celles des Spectateurs B au plafond. Nous avions également gardé le ballet, que nous avions amélioré pour qu'il se situe tout autour des spectateurs immergés par casque de réalité virtuelle, plutôt que frontalement lorsqu'on performe dans Immersia (voir Figure 9.18).

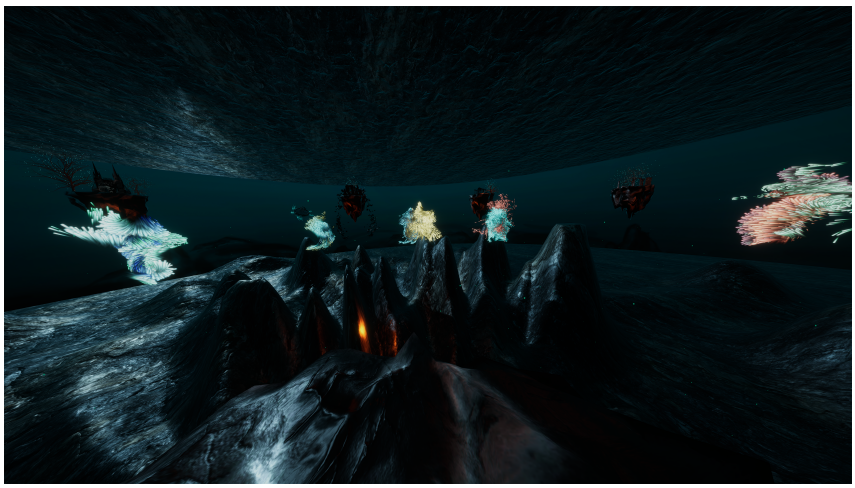


FIGURE 9.18 – Capture d'écran de la Scène 3 dans CH2, avec le ballet virtuel entourant les spectateurs, ainsi que les montagnes du Spectateur A au sol.

Ainsi, dans la deuxième version de Creative Harmony, nous avions globalement réussi à établir l'interactivité collaborative qui était initialement prévue dans la première version de 2020. Nous avions également pu ajouter la dimension communicative, notamment grâce aux particules longues situées sur les mains. Ce développement des particules longues était tout d'abord prévu pour créer de la profondeur dans cette troisième scène plutôt contemplative. Nous voulions que chaque spectateur puisse dessiner dans l'espace grâce à ses mains. L'aspect communicatif est arrivé très rapidement lors des phases de test, lorsque l'on a constaté que l'expressivité de chacun était beaucoup plus forte avec ce système de tracés, mais également que certains participants cherchaient à rentrer en communication par des gestes précis. Nous avions donc axé nos recherches sur cette idée de dialogue et de connexion avec les autres, en améliorant la lisibilité des traînées provoquées par les particules. Ainsi, toute la Scène 3 de Creative Harmony 2 avait pour but de stimuler la danse et l'expression corporelle de chaque spectateur. Que ce soit l'environnement riche en éléments modélisés, le ballet virtuel, ou encore la présence des autres par les avatars, chaque élément permettait d'enrichir la volonté d'évoluer par le corps dans l'espace, de

s'exprimer, de se connecter aux autres.

9.3 CH3 : Breath Together

9.3.1 Cadre de travail

Cette troisième version de Creative Harmony, *Breath Together*, a été développée entre 2023 et 2024, dans une configuration totalement différente que les deux premières versions. Ici, nous n'étions plus que deux à développer le projet, nous-mêmes en auteur, incluant les statuts de chef d'orchestre et d'artiste, et Jean-Paul Sarusri, étudiant en sciences de l'informatique réalisant un stage pour cette occasion. Dans cette version, Pierre Huyghe a également proposé une amélioration de l'ambiance musicale globale. Ainsi, la composition de l'équipe globale est la suivante :

— Direction artistique : Julien Lomet
— Supervision artistique : Joël Laurent
— Développement artistique : Julien Lomet, Johan Julien
— Direction technique : Ronan Gaugne, Valérie Gouranton
— Développement technique : Jean-Paul Surasri (stage)
— Musiques : Pierre Huyghe
— Production : IRISA Inria Rennes, Université Rennes 2, Université Paris 8.

Dans cette version finale de l'œuvre, nous avons également travaillé dans un bureau partagé, dans lequel nous étions présents en temps plein. Nous avons tenté de construire une organisation de travail plus précise et organisée, avec le rétroplanning suivant :

— M1 : Expérience de Creative Harmony 2
— M1-M2 : Veille artistique et état de l'art
— M2-M3 : Ecriture de la narration de l'œuvre
— M3-M4 : Intégration de la nouvelle narration
— M4 : Première phase de tests
— M5-M6 : Développement et améliorations
— M6 : Deuxième phase de tests et résultats des expérimentations

Creative Harmony 3 *Breath Together* est principalement orientée vers l'intégration du souffle comme modalité interactive pour créer du paysage. Une grande partie du travail de recherche que nous avons conjointement réalisé avec Jean-Paul résidait donc dans la capacité à proposer un environnement interactif intuitif, dans lequel la danse et le souffle pouvaient permettre aux spectateurs, de manière symétrique, de cocréer du paysage libre-

ment, tout en gardant une notion de relaxation. Dans ce contexte collaboratif, nous avons constaté que le compromis était très peu déséquilibré lors de la phase de développement du dispositif, puisque nous n'étions que deux acteurs principaux, communiquant beaucoup et partageant nos idées en temps réel sur un tableau blanc. De même, nous portions le même intérêt pour la création artistique, l'utilisation du corps dans l'interaction, le point de vue sur l'écosophie et le souffle. Nous pensons donc que l'état du compromis évolue selon les univers propres à chaque personne dans un travail collaboratif, mais également par rapport aux intérêts communs pouvant être partagés entre chaque personne.

Nous avons donc conçu un rétroplanning pouvant organiser notre calendrier de travail, dans le but de revoir une grande partie du fonctionnement de Creative Harmony afin d'y inclure le souffle. Les premiers mois de travail collaboratif ont permis de rechercher un modèle de capteur de souffle capable de résister à nos expériences multiples, tout en ayant une bonne capacité de réception des données. Cette étude s'est accompagnée, de notre côté, d'une réflexion sur l'interactivité par le souffle, c'est-à-dire sur la manière dont un spectateur pouvait présenter son intention, son individualité par l'expiration, sa simulation, sa représentation. Puis, il a été important de revoir la narration de l'œuvre, notamment car nous étions passés d'un environnement virtuel asymétrique à un environnement collaboratif symétrique. Cette phase a été une représentation intéressante de notre concept de collaboration dans le processus de création d'une œuvre en réalité virtuelle, puisque le rapport entre Jean-Paul et nous-mêmes était complètement différent du groupe de 2020 ou de 2021. Au-delà des intérêts communs que nous avons déjà précisés juste avant, la présence en permanence dans un même bureau, avec des mises en commun presque quotidiennes, et des comptes-rendus auprès de l'équipe de direction scientifique et technique. Nous avions donc un rythme de travail important, avec une clarification de chaque étape qui a permis de favoriser l'émergence d'un environnement virtuel collaboratif complexe et en même temps symbiotique pour les spectateurs.

Si nous n'avons pas encore pu exposer cette version de Creative Harmony dans le cadre d'un festival ou d'événement culturel, nous avons tout de même organisé des journées d'expérimentations auprès de participants volontaires. Ainsi, nous avons pu recueillir des retours qui ont permis l'amélioration de certains axes et incertitudes concernant les possibilités interactives par le souffle, tout en gardant l'identité relaxante propre à l'œuvre.

9.3.2 Scènes de CH3

La dernière version de Creative Harmony, appelée *Breath Together*, propose aux spectateurs de cocréer du paysage par le geste et le souffle. Nous avons souhaité revoir une grande partie des environnements des trois scènes, afin d'adapter les spectateurs aux nouvelles possibilités de cocréation. Egalement, nous avons amélioré certains concepts qui étaient encore trop fragiles dans les autres versions de l'œuvre.

Scène 1 :

La première Scène de CH3 continue d'explorer la dimension relaxante et immersive pour les différents spectateurs. La skybox reste la même, à savoir un environnement sous-marin sombre. Ce qui va grandement changer ici, c'est l'apparition directe des avatars des différents spectateurs connectés dès le lancement de l'œuvre. Ainsi, dès le début, nous pouvons constater la présence des autres, mais également les identifier avec des couleurs différentes (rouge, orange, jaune, bleu, vert, violet).



FIGURE 9.19 – Capture d'écran de la Scène 1 de CH3 avec un Spectateur Violet.

Dans cet environnement, la voix off continue de guider chaque personne vers un relâchement, une relaxation, mais indique davantage les possibilités interactives. Ainsi, nous sommes invités à bouger nos mains dans l'espace, créant ainsi des particules imitant des bulles sur la trajectoire réalisée. De même, la voix nous propose de souffler afin de constater la représentation visuelle de l'intensité de notre expiration dans l'espace. Par cela, nous pouvons également voir celles des autres, qui sont de la même couleur que leur

corps. Enfin, si l'on souffle sur les particules créées par les mains, on peut les projeter dans l'espace. Par cette scène, nous comprenons alors que les mains et le souffle sont les éléments principaux d'interaction avec le paysage global.

Scène 2 :

La scène 2 de *Breath Together* n'évolue pas dans sa forme globale, puisqu'il s'agit toujours de la même skybox rougeoyante, cette fois-ci visible par tout le monde puisque chaque spectateur évolue à la surface de la mer. Nous avons continué d'expérimenter la voix off comme moyen de médiation et de guide à l'interactivité, en la faisant intervenir au début de cette partie de l'œuvre. Ainsi, son intervention indique à chaque spectateur que des montagnes peuvent être générées par les gestes, et des arbres par le souffle. Pour pouvoir identifier les créations de chaque personne, et donc favoriser la compréhension de la collaboration, nous avons amélioré les textures des montagnes afin d'assigner un type de paysage à chaque spectateur, comme on peut le voir sur la Figure 9.20.



FIGURE 9.20 – Capture d'écran des différentes textures de montagnes de la Scène 2 de CH3.

Ainsi, si l'on peut identifier plus aisément chaque spectateur, on peut aussi identifier les différentes textures qu'ils créent par leurs mouvements. Il faut également préciser qu'ici, tout comme dans le reste de l'expérience de cette version, tous les spectateurs sont visibles et ensemble dans le centre de l'environnement virtuel. Par cela, nous avons souhaité faire en sorte qu'il soit plus facile de comprendre la direction de chaque avatar (visage et corps virtuels), mais aussi de comprendre les interactions de chacun.

En plus de pouvoir générer des montagnes aux textures propres à chacun, les specta-

teurs peuvent générer des arbres par le souffle. Afin de créer de la diversité dans le paysage, nous avons développé cinq formes d'arbre différentes, dont les couleurs des feuilles et troncs évoluent selon la personne qui les crée. Par exemple, le Spectateur Rouge peut créer les cinq formes d'arbres, mais ils seront forcément rouges (voir Figure 9.21).

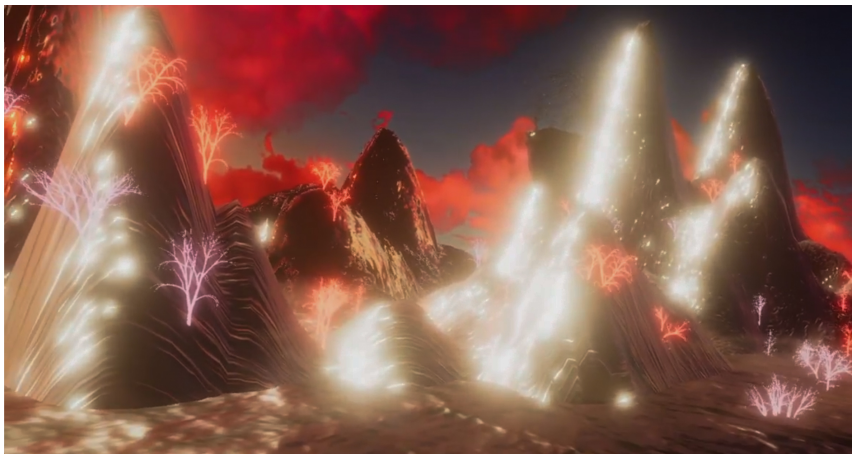


FIGURE 9.21 – Capture d'écran des différentes textures de montagnes et des arbres colorés de la Scène 2.

Par ces nouvelles possibilités interactives, nous avons voulu développer davantage la notion de cocréation, puisqu'ici, chaque personne a un impact différent sur le paysage. Il s'installe alors un jeu entre les différentes textures qui peuvent changer d'une montagne à l'autre, une volonté de mêler les espaces, et donc d'hybrider les différentes volontés artistiques.

Nous avons également tenté d'améliorer certains aspects visuels de l'expérience, pour améliorer l'immersion et l'interaction. Premièrement, nous avons installé une brume sur l'ensemble de la mer, afin de revenir à une dimension romantique, proche des toiles de Friedrich, comme *Le moine au bord de la mer* (voir Figure 9.22).

Ainsi, la brume permet de créer une atmosphère plus mystérieuse, mais camoufle également la limite trop nette qui existe entre les montagnes et la mer. Par ce jeu de particules brumeuses, nous tentons d'atténuer l'aspect trop numérique qui réside dans la délimitation entre les éléments préexistants (mer) et ceux générés qui ne se fondent pas entre eux.

Nous avons aussi déplacé le ballet virtuel dans cette Scène 2, en modifiant leur schéma



FIGURE 9.22 – Caspar David Friedrich, *Le moine au bord de la mer*, entre 1808 et 1810, huilde sur toile, Alte Nationalgalerie, Berlin, Allemagne.

d'apparition. En effet, nous souhaitions inclure de nouveaux éléments visuels qui viennent stimuler la danse dans cette partie de l'œuvre. Chaque danseur virtuel apparaît donc au fur et à mesure du temps de la scène, en provoquant un son spatialisé à chaque arrivée pour signifier leur présence dans l'espace. Concernant la composition, nous avons également fait en sorte que le paysage soit plus harmonieux et lisible. En effet, dans CH2, nous avons remarqué que si de grandes montagnes apparaissaient sur les premiers plans de la zone de génération, cela cachait celles de derrière, cassant ainsi l'intuitivité de l'interaction en cachant le feedback visuel. Dans CH3, les hauteurs maximums des montagnes évoluent donc par palier. Sur le premier plan, elles montent seulement à un tiers de leur potentiel maximum, puis le deuxième palier permet une hauteur à deux tiers du maximum, et enfin les montagnes du fond qui peuvent être entières. Ainsi, tout le monde peut voir des montagnes générées à partir de chacune des gestuelles, sans que celles devant ne cachent celles de derrière. La hauteur maximum de toutes les montagnes et leur vitesse d'apparition ont également été revues à la hausse afin de garder la potentialité d'un environnement impressionnant, basé sur les théories du sublime.

Enfin, un dernier point que nous avons amélioré est la transition entre la Scène 2 et la Scène 3. En effet, puisque dans la troisième partie de l'œuvre, les spectateurs sont en l'air, au dessus de leur création montagneuse, il nous fallait suggérer un mouvement d'ascension à la fin de la deuxième partie. Aussi, une minute avant que la transition de scène ne se

fasse, des particules de plus en plus nombreuses sortent de l'eau et montent vers le ciel, jusqu'à devenir presque occultantes pour la vision des spectateurs.

Scène 3 :

La dernière scène de *Breath Together* a été complètement modifiée pour y intégrer de nouvelles volontés artistiques. En effet, les spectateurs ne replongent plus sous l'eau à ce moment de l'œuvre, mais s'envolent dans les airs pour survoler leur cocréation montagneuse. Ainsi, la skybox est une peinture numérique représentation un environnement nuageux, dans lequel peuvent apparaître quelques pics montagneux enneigés (voir Figure 9.23).



FIGURE 9.23 – Capture d'écran de l'environnement nuageux de la Scène 3 de CH3.

Nous voulions donc que le sentiment d'envol soit accentué par les particules ascendantes apparaissant à la fin de la Scène 2, et que l'on retrouve au début de la Scène 3, après la transition technique des scènes (qui provoque un fondu noir entre les deux moments). Ces particules ascendantes se fondent ensuite dans une sphère de particules, entourant l'ensemble des spectateurs. Ce sont les principaux éléments interactifs de la Scène 3 de CH3. Comme nous le disions lorsque nous présentions les modalités interactives par le souffle dans le Chapitre 7, il est possible d'effectuer deux actions sur ce nuage de particules : du métissage entre les spectateurs et des soleils. Par ces actions, nous avons souhaité mettre en avant les capacités de synchronisation que les spectateurs peuvent avoir entre eux afin de communiquer, jusqu'à hybrider leurs corps virtuels. Elles

sont également suggérées par une voix off qui intervient une dernière fois dans cette Scène 3.

Enfin, nous pensons que la synchronisation est la fonction la plus forte permettant de représenter une bonne communication dans Creative Harmony, tout en validant nos hypothèses sur l'awareness. En effet, si deux personnes arrivent à se souffler mutuellement dessus pour se métisser, cela veut dire qu'ils ont, dans un premier temps, réussi à comprendre mutuellement l'avatar de l'autre et ses possibilités interactives, mais qu'il ont aussi pu communiquer pour arriver à se synchroniser et réaliser une action à partir de cette symbiose interactive.

Si dans un premier temps, nous avions enlevé le système de particules longues sur les mains, car nous pensions qu'il serait difficile de cumuler expressivité par le souffle et expressivité par la gestuelle, des expériences auprès de participants ont montré que le souffle ne suffisait pas à combler les envies interactives de cette scène. Il faut également ajouter le fait que la Scène 3 arrive au bout de dix minutes d'expériences, et qu'il est probable que les spectateurs soient déjà (littéralement) à bout de souffle. Aussi, nous avons décidé de remettre les particules longues sur les mains afin de proposer plusieurs possibilités communicatives, tout en améliorant l'expérience de l'œuvre.

Nous avons donc présenté les trois formes de Creative Harmony, avec leurs évolutions artistiques, théoriques, techniques et interactives. Nous avons montré la manière dont nous avons pu créer de la collaboration pour les spectateurs, dans un but de cocréer du paysage par la gestuelle, dans un environnement onirique inspiré du romantisme et du sublime. Si une grande partie de la création s'est faite de façon intuitive, il faut préciser que chaque forme finale de Creative Harmony dépend de la dynamique du groupe qui l'a développé. Ainsi, c'est par la composition de chaque équipe que l'œuvre a cette forme finale.

Afin de pouvoir répondre à nos hypothèses de recherches liées à l'œuvre, notamment sur la compréhension de la collaboration, les possibilités communicatives et la capacité de l'œuvre à provoquer de la relaxation, nous avons réalisé des phases de tests auprès d'utilisateurs variés. Nous étudierons donc dans le prochain chapitre notre méthode d'expérimentation, ainsi que les résultats obtenus.

Chapitre 10

Expérimentations de l'œuvre

Dans le but de répondre à nos hypothèses, et parce que nous nous basons sur un principe d'inclusion des spectateurs dans le processus de développement du dispositif interactif, nous avons organisé des journées d'expérimentations de l'œuvre auprès de publics volontaires. Durant ces journées, nous proposions à des groupes de deux à trois personnes de performer Creative Harmony, puis leur demandions de remplir des questionnaires afin de recueillir leurs retours. La globalité des réponses nous permettait ensuite de certifier ou non nos questionnements quant à la collaboration, l'état émotionnel ou encore la perception des autres.

Nos questionnaires ont été suffisamment précis à partir de la deuxième version de Creative Harmony, puisque la première était créée dans un cadre spécifique, et n'a pas totalement fonctionné comme nous le souhaitions. Aussi, nous nous concentrons donc ici sur les résultats de Creative Harmony 2 et de *Breath Together*. Enfin, nous ajouterons à ces résultats de questionnaires des réflexions et retours faits lors d'expositions de l'œuvre depuis 2021.

10.1 Méthode d'expérimentations

Les journées d'expérimentations auprès d'un public volontaires se basent sur un même schéma organisationnel. Un appel à volontaire est diffusé largement, afin de recueillir un ensemble diversifié de participants ne connaissant pas l'œuvre. Avec des créneaux précis organisés sur plusieurs jours, les participants viennent expérimenter l'œuvre, avec toujours le même nombre de participants par session et la même narration. Le déroulé de ces journées est le suivant : tout d'abord, les participants remplissent un formulaire de consentement avec une présentation du projet. Ensuite, chaque personne doit remplir une première partie du questionnaire de calcul de l'état émotionnel. Puis, l'équipe de recherche présente l'œuvre et le dispositif technique, avant que chacun performe l'œuvre pendant 17 minutes. Enfin, chaque participant remplit le reste des questionnaires. Un dernier temps peut être organisé ensuite pour des retours à l'oral, si jamais ces derniers ne peuvent être transcrits à l'écrit. Chaque questionnaire est anonyme est n'est utilisé que dans le cadre de nos recherches. En complément, nous pouvons demander l'autorisation d'effectuer des captures photos et vidéos des séances d'expérimentation, afin d'appuyer nos retours et d'alimenter les résultats.

Dans le cadre de notre recherche, nous nous basons sur deux types de questionnaires. Pour calculer l'état émotionnel des participants, et donc répondre à l'hypothèse de la relaxation, nous utilisons le questionnaire Brief Mood Introspection Scale (BMIS) [1]. Pour comprendre les impacts spécifiques de l'œuvre sur les spectateurs, nous utilisons un questionnaire individuel divisé en plusieurs sections : expérience générale / incarnation / interactivité / collaboration / relaxation. Nous présenterons donc plus précisément ces deux questionnaires dans cette partie de chapitre, ainsi que les cadres d'expositions dans lesquelles nous avons présenté Creative Harmony.

1. John D Mayer et Rachael Cavallaro, « Brief mood introspection scale (BMIS) : Technical and scoring manual », in : (2019).

10.1.1 Questionnaire BMIS

Si l'on reprend les recherches de Bradley et Lang [2], l'évaluation émotionnelle d'une personne dépend de trois composantes :

1. La composante cognitive qui correspond aux changements d'état mental liés aux sentiments et émotions. Elle est généralement calculée directement par le sujet en fonction de sa propre perception d'état émotionnel, et répertoriée dans des questionnaires, comme le *Differential Emotion Scale* [3], l'échelle *Self-Assessment Manikin* [4], ou encore comme dans notre cas, le *Brief Mood Introspection Scale* [5].
2. La composante comportementale qui correspond aux indices faciaux, posturaux et également de mouvements. Cette composante peut être calculée par des capteurs, des observations en direct ou par captation photo, vidéo, sonore.
3. La composante physiologique qui correspond aux changements physiologiques, comme le rythme cardiaque, le flux sanguin, ou encore la température du participant. Dans ce cas-là, des capteurs précis sont également utilisés pour calculer cette composante, comme par exemple ceux de l'activité électrodermale (*electrodermal activity* - EDA), l'ECG pour la surveillance du rythme cardiaque, ou bien l'EEG pour calculer l'activité cérébrale.

Pour davantage de recherches sur le calcul de l'état émotionnel dans des œuvres numériques, nous nous permettons de renvoyer le lecteur aux recherches de Dedola et Fuchs [6] qui proposent un ouvrage complet sur l'ensemble des recherches autour du sujet.

Le questionnaire BMIS nous a donc semblé intéressant dans notre recherche, puisqu'il se base sur l'auto-évaluation des spectateurs avant et après l'expérience de l'œuvre. Egalement, cette méthode de calcul des émotions a été utilisée dans d'autres contextes artistiques, comme par exemple en musique avec les recherches de Martin et Metha [7], en

2. Margaret M Bradley et Peter J Lang, « Measuring emotion : Behavior, feeling, and physiology. », in : (2000).
3. Carroll E Izard, *Human emotions*, Springer Science & Business Media, 2013.
4. Margaret M Bradley et Peter J Lang, « Measuring emotion : the self-assessment manikin and the semantic differential », in : *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry* 25.*1* (1994), p. 49-59.
5. Mayer et Cavallaro, « Brief mood introspection scale (BMIS) : Technical and scoring manual », *op. cit.*
6. Léa Dedola et Philippe Fuchs, « Les émotions dans les créations artistiques. Arts interactifs et films de réalité virtuelle », in : (2024).
7. Martha Ann Martin et Arlene Metha, « Recall of early childhood memories through musical mood induction. », in : *The Arts in Psychotherapy* (1997).

cinéma avec Jović et Jovančević [8], ou encore en art dans un contexte hospitalier, grâce aux travaux de Ho et al. [9]

Ainsi, le questionnaire BMIS se base sur l'auto-évaluation de 16 adjectifs qualifiant l'état émotionnel : dynamique, heureux, triste, fatigué, bienveillant, content, excité, épuisé, grincheux, énergique, nerveux, calme, affectueux, agacé, vif, ennuyé. Ces adjectifs sont mesurés sur une échelle de 1 à 4, signifiée par :

— XX : le participant ne ressent pas du tout l'état mentionné
— X : le participant ressent un peu l'état mentionné
— V : le participant ressent un peu plus l'état mentionné
— VV : le participant ressent tout à fait l'état mentionné

Dans notre cas d'étude, nous avons voulu ajouter quatre adjectifs précis qui peuvent apporter un contexte à l'œuvre, à savoir "introspectif", "nostalgique", "mélancolique" et "appréhensif". En effet, comme nous travaillons sur l'idée du romantisme et de l'inter-subjectivité, nous voulions savoir si le spectateur pouvait se projeter dans des souvenirs grâce à l'environnement virtuel créé, mais également par sa performance interactive et contemplative. Le questionnaire BMIS dans Creative Harmony se présente donc comme sur la Figure 10.1.

8. Miljan Jović et Ana Jovančević, « Optimism-pessimism and emotional reactions to unpleasant movie scenes », in : *Facta Universitatis, Series : Visual Arts and Music* (2019), p. 041-047.

9. Rainbow TH Ho et al., « Art viewing directives in hospital settings effect on mood », in : *HERD : Health Environments Research & Design Journal* 8.*3* (2015), p. 30-43.

Cette liste contient 20 adjectifs qui font référence à différents états émotionnels. Pour chacun d'eux, vous devez entourer le symbole qui correspond au mieux, à l'état que vous ressentez en ce moment. Vous pouvez graduer vos réponses en fonction de l'intensité émotionnelle que vous ressentez actuellement.
Si vous ne ressentez pas du tout l'état mentionné, entourez XX
Si vous ressentez un peu cet état, entourez X
Si vous ressentez un peu plus cet état, entourez V
Si vous ressentez tout à fait cet état, entourez VV

• Dynamique	XX	X	V	VV
• Heureux	XX	X	V	VV
• Triste	XX	X	V	VV
• Fatigué	XX	X	V	VV
• Bienveillant	XX	X	V	VV
• Content	XX	X	V	VV
• Mélancolique	XX	X	V	VV
• Excité	XX	X	V	VV
• Epuisé	XX	X	V	VV
• Grincheux	XX	X	V	VV
• Énergique	XX	X	V	VV
• Nerveux	XX	X	V	VV
• Calme	XX	X	V	VV
• Affectueux	XX	X	V	VV
• Agacé	XX	X	V	VV
• Vif	XX	X	V	VV
• Ennuyé	XX	X	V	VV
• Appréhensif	XX	X	V	VV
• Introspectif	XX	X	V	VV
• Nostalgique	XX	X	V	VV

FIGURE 10.1 – Exemple du questionnaire BMIS utilisé pour Creative Harmony 2 et 3.

10.1.2 Questionnaire individuel

Pour compléter nos études, nous avons créé un questionnaire individuel, composé de questions segmentées en cinq sections :

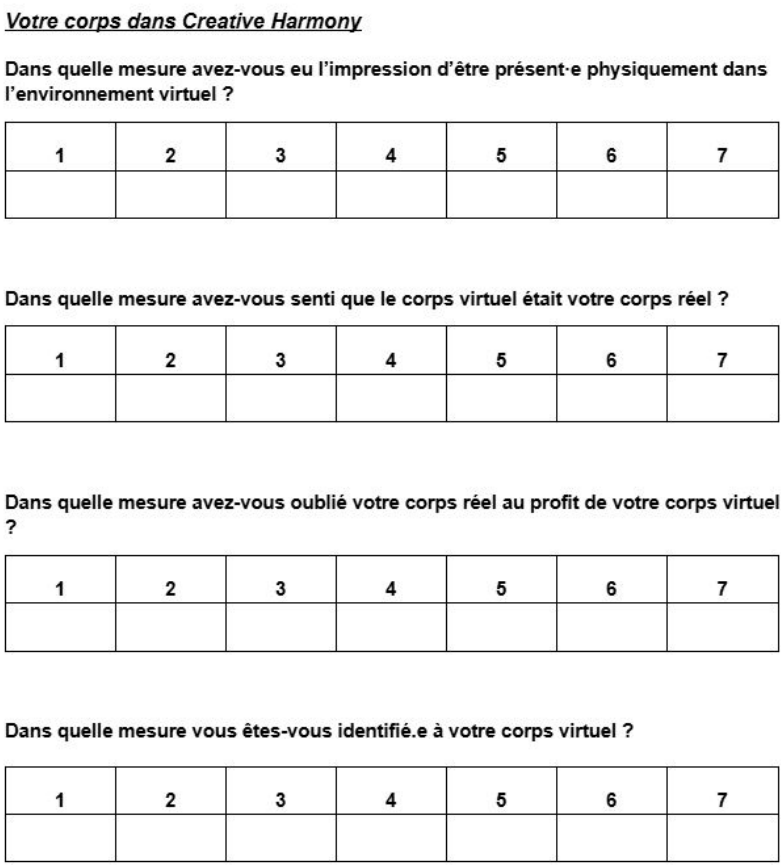
— Expérience générale dans laquelle nous calculons l'immersion et la présence dans le monde virtuel,
— Incarnation qui permet de mesurer le degré de présence dans le corps virtuel du spectateur,
— Interactivité où nous calculons le rapport interactif entre le spectateur et l'environnement virtuel,
— Collaboration qui permet de mesurer le ressenti de présence des autres et des actions de chacun sur l'environnement virtuel,
— Relaxation, qui permet de compléter le questionnaire BMIS par des questions précises liées à l'expérience interactive et contemplative.

Chaque personne répond à des questions avec une échelle de 1 à 7, où 1 représente "très peu" et 7 représente "beaucoup" (voir Figure 10.2). En addition à ces échelles, des cases d'expression libre permettent aux spectateurs de préciser leurs réponses lorsque cela est nécessaire. Une partie du questionnaire, notamment sur les questions d'incarnation et de présence, se base sur les expérimentations de Gorisse et al. [10]. Dans le but d'adapter ces premières études à notre cas d'usage, nous avons centré les questions sur nos hypothèses, à savoir :

1. (H1) L'expérience de Creative Harmony a un impact positif sur l'état émotionnel des participants.
2. (H2) Les participants ressentent la cocréation du paysage avec les autres spectateurs immergés dans l'expérience interactive virtuelle.
3. (H3) Les participants ressentent une relaxation quand ils performent Creative Harmony.

Si le questionnaire BMIS est resté le même durant les différentes expérimentations de Creative Harmony, au fur et à mesure des évolutions de l'œuvre, le questionnaire individuel a été modifié entre CH2 et CH3, pour notamment s'adapter au souffle. Ainsi, dans *Breath Together*, nous avons ajouté des questions sur le souffle dans chaque catégorie,

10. Geoffrey Gorisse et al., « First-and third-person perspectives in immersive virtual environments : presence and performance analysis of embodied users », in : *Frontiers in Robotics and AI* 4 (2017), p. 33.



Votre corps dans Creative Harmony

Dans quelle mesure avez-vous eu l'impression d'être présent·e physiquement dans l'environnement virtuel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous senti que le corps virtuel était votre corps réel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous oublié votre corps réel au profit de votre corps virtuel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure vous êtes-vous identifié.e à votre corps virtuel ?

1	2	3	4	5	6	7

FIGURE 10.2 – Exemple du questionnaire individuel utilisé dans CH2.

notamment sur l'interactivité, la collaboration et la relaxation (voir Figure 10.3). Cet ajout a pour but de répondre à une quatrième hypothèse intervenant en plus des autres : (H4) Les participants comprennent correctement la représentation de leur souffle et peuvent facilement cocréer avec.

Enfin, pour certaines questions, l'échelle de 1 à 7 ne représente pas un ordre de grandeur de ressenti, mais plutôt une échelle entre deux données précises. Par exemple, à la question *"Avez-vous été plus focalisé.e sur le paysage ou sur vos partenaires d'expérience ?"*, 1 représente le paysage et 7 représente les partenaires.

Ainsi, par ce questionnaire, nous avons tenté de cibler les questions de retour d'expérience autour de nos hypothèses afin de pouvoir les valider ou non. En complément du BMIS, nous avons pu établir de premières réponses à cela. Cependant, une dernière don-

Dans quelle mesure les particules de vos mains vous ont-elles aidées à bouger et créer ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu cibler précisément avec vos mains ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure les particules de votre souffle vous ont-elles aidées à souffler et créer ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu identifier l'intensité de votre souffle ?

1	2	3	4	5	6	7

FIGURE 10.3 – Exemple du questionnaire individuel utilisé dans CH3.

née importante nous a permis d'améliorer certains points de l'œuvre, à savoir les retours de spectateurs lors d'expositions.

10.1.3 Expositions

Après avoir développé Creative Harmony 2, nous avons pu l'exposer à différents événements culturels, comme des expositions, des journées d'étude ou encore des conférences. En effet, nous pensons que l'impact de l'œuvre sur l'état émotionnel des spectateurs évolue selon la scénographie du dispositif. Dans un contexte artistique, nous souhaitons créer un espace jouant sur les lumières, avec des pans de tulles et des écrans de retour pour signifier la présence des spectateurs dans l'environnement virtuel.

Cependant, nous avons pu présenter Creative Harmony dans des cadres spécifiques à la recherche, comme lors du LEV Festival Matadero, en 2021, dans la section dédiée aux recherches sur les nouvelles technologies. Pour cette occasion, le festival nous a invité à présenter notre création devant un public de spécialistes, puis de proposer une performance (voir Figure 10.4).



FIGURE 10.4 – Photographie de la présentation de Creative Harmony lors du LEV Festival Matadero 2021

L'enjeu de cette conférence était de présenter les méthodes de conception de dispositifs interactifs, dans un domaine artistique ou non. Notre travail a donc pu mettre en avant l'importance du travail en collaboration, que ce soit dans le développement d'une œuvre en réalité virtuelle, ou alors dans la performance. Deux spectateurs volontaires ont pu expérimenter Creative Harmony devant un public, qui avait un retour-écran de chaque participant pour comprendre ce qu'il se passait en temps réel dans le casque (voir Figure 10.5).

Lors de cet événement, il était difficile de prévoir une scénographie ambitieuse car



FIGURE 10.5 – Photographie de la performance de Creative Harmony lors du LEV Festival Matadero 2021

l'espace était axé sur la recherche avec un cycle de conférences. Ainsi, il était compliqué, dans ce cadre-là, de demander aux participants de répondre à un questionnaire d'auto-évaluation de l'état émotionnel ou encore de retour d'expérience. Cependant, tout un échange entre le public et nous-mêmes, accompagné des remarques des deux spectateurs immergés dans Creative Harmony, nous a permis de cibler de nouveaux axes de réflexion et d'améliorations pour la continuité de l'œuvre. Nous étudierons ces retours dans la deuxième partie de ce chapitre.

Un autre événement autour des arts numériques, et qui a été important pour Creative Harmony, est son exposition au festival Recto VRso 2022, dont la thématique était *Environnement réel / Environnement Virtuel*. Contrairement à l'exemple précédent qui était principalement centré sur la recherche, dans Recto VRso, l'accent était mis sur l'œuvre et ses modalités scénographiques. Nous avons donc pu explorer de nouvelles possibilités de présentation en utilisant l'entièreté d'une salle (voir Figure 10.6).

Dans cette configuration, nous avions demandé à ce que la salle soit totalement recouverte de pendrillons noirs afin de créer un espace plus artistique et intimiste. Egalement, nous avons réitéré l'expérience des pans de tulles pour séparer l'espace de performance de l'espace du public extérieur. Des retours-écrans étaient également positionnés dans ce deuxième espace pour présenter l'expérience des participants en temps réel. Pour ajouter une dimension plus immersive, et comme nous ne pouvions créer une pénombre totale



FIGURE 10.6 – Photographie de la performance de Creative Harmony lors du festival Recto VRso 2022.

dans la salle, nous avons préféré jouer avec des projecteurs RGBW de type bar [11] qui englobaient l'espace de couleurs à défaut de pouvoir projeter l'ombre des spectateurs sur le tulle. Enfin, un vidéoprojecteur permettait de diffuser en temps réel la vue globale des spectateurs dans l'environnement virtuel, grâce à la caméra virtuelle programmée dans l'œuvre. Nous pouvions donc observer d'un côté les points de vue de chaque personne, mais également une vision de toute la scène virtuelle avec chaque avatar interactif en temps réel.

Durant cette semaine d'exposition, nous avons pu présenter notre travail à un public varié de spécialistes ou non de l'art numérique, et donc collecter des retours pertinents quant à l'impact de l'œuvre sur les spectateurs.

Nous avons eu l'occasion de présenter Creative Harmony 2 lors d'autres événements comme les Journées Sciences Musiques de Rennes en 2021, ou encore la Semaine des Arts de l'université de Rennes 2, également en 2021. Cependant, nous pensons que nos deux exemples cités dans cette partie représentent les moments où nous avons pu recueillir les meilleurs retours d'expérience, avec des modalités d'exposition et de publics importantes.

11. Projecteur longiligne avec plusieurs sources lumineuses pouvant changer de couleurs sur le spectre Rouge Vert Bleu et Blanc.



FIGURE 10.7 – Photographie de la performance de Creative Harmony lors du festival Recto VRso 2022. Crédit photo : Laval Virtual.

Nous avons donc présenté dans cette première partie de chapitre, nos différentes méthodes d'analyse et de recueil de données quant à l'expérience de Creative Harmony 2 et 3. Par un questionnaire basé sur l'état émotionnel, un autre sur différents points précis de l'œuvre, ou encore par des expositions dans des événements culturels internationaux, nous avons pu récupérer un grand nombre de retours, de remarques, de conseils et de résultats qui nous permettent de valider nos hypothèses, ou bien d'améliorer certains points de l'œuvre. Notre prochaine partie sera donc dédiée à l'analyse de ces résultats.

10.2 Résultats

Pour chaque expérience de Creative Harmony, nous avons effectué des journées d'expérimentations auprès de publics variés afin de valider nos hypothèses. Dans cette partie de chapitre, nous allons donc présenter ces résultats afin de pouvoir valider ou non nos hypothèses que nous nous permettons de rappeler ici :
(H1) L'expérience de Creative Harmony a un impact positif sur l'état émotionnel des participants.
(H2) Les participants ressentent de la relaxation durant la performance de Creative Harmony.
(H3) Les systèmes interactifs sont suffisamment compréhensibles pour prendre du plaisir lors de l'acte de cocréation.
(H4) Les participants ressentent et comprennent la cocréation du paysage avec les autres spectateurs immergés dans l'expérience VR.

Dans un premier temps, nous allons étudier les résultats des données recueillies lors de Creative Harmony 2, puis nous développerons les résultats de Creative Harmony 3 dans un second temps. Nous rappelons également que nous ne faisons pas de retour construit sur Creative Harmony 1, puisque nous n'avions pas fait d'étude suffisamment précise après la performance de l'œuvre pour valider nos premières hypothèses.

10.2.1 Résultats de CH2

Méthode

Afin de pouvoir valider nos hypothèses, nous avons organisé des journées d'expérimentations de Creative Harmony, après avoir développé son format final.

La configuration de l'œuvre était la suivante : nous interprétions le Spectateur A en performant de la même manière, pour chaque expérience, dans le plateau de réalité virtuelle Immersia. Nous essayions d'effectuer le même schéma gestuel durant le temps de l'œuvre à chaque réitération, afin de ne pas influencer différemment les comportements des spectateurs B. Enfin, nous alternions entre concentration sur la génération du paysage, et invitation à la communication par la gestuelle auprès de chaque participant. Parallèlement, deux Spectateurs B étaient connectés à distance par des casques de réalité virtuelle HMD, dans des salles séparées afin de ne pas provoquer de communication verbale. Cette séparation permettait donc d'optimiser au mieux les résultats sur l'intuitivité de l'œuvre et les possibilités de synchronisation entre chaque participant, sans le biais de la parole.

Le protocole de présentation de l'œuvre était le suivant : **(1)** nous accueillions les participants dans Immersia ; **(2)** les participants signent un formulaire de consentement expliquant le cadre de la recherche et l'utilisation des données recueillies ; **(3)** nous présentions l'œuvre et ses modalités interactives collaboratives ; **(4)** les participants remplissaient une première partie du questionnaire BMIS ; **(5)** nous performons Creative Harmony pendant 17 minutes ; **(6)** les participants remplissent la deuxième partie du questionnaire BMIS, ainsi que le questionnaire individuel ; **(7)** un éventuel temps d'échange est possible avant l'arrivée de l'autre groupe.

Chaque session durait 40 minutes pour chaque groupe de personnes et s'étalait sur deux jours d'expériences. Nous avons au total recueilli les données de 28 personnes, âgées entre 20 et 43 ans, dont les connaissances sur la réalité virtuelle et les arts numériques étaient plus ou moins approfondies. Aucune personne ne connaissait ou n'avait performé l'œuvre auparavant, afin d'avoir des résultats les plus justes possibles.

Enfin, nous avons synthétisé l'ensemble du protocole et des résultats dans un article [12] publié à la conférence internationale ICAT-EGVE de 2022.

12. Julien Lomet, Ronan Gaugne et Valérie Gouranton, « Could you relax in an artistic co-creative virtual reality experience ? », in : *ICAT-EGVE, joint international conference of the the 32nd International Conference on Artificial Reality and Telexistence & the 27th Eurographics Symposium on Virtual Environments*. 2022, p. 1-9.

Questionnaires BMIS

Chaque participant a rempli le questionnaire BMIS avant et après l'expérience de Creative Harmony. L'étude de ce questionnaire consiste à mesurer les écarts entre chaque adjectif lié à l'état émotionnel, eux-mêmes catégorisés en deux catégories, les adjectifs positifs et les adjectifs négatifs.

A la suite de cela, nous avons calculé ces données, par la méthode de score inversé [13], sur quatre indicateurs standards de référencement : Agréable-Désagréable (PU), Excité-Calme (AC), Énergique-Fatigué (PT) et Stressé-Relaxé (NR) [14]

Un premier comparateur par le test Shapiro-Wilk [15] a présenté une augmentation du rapport PU de 3.8, avec un écart type de 3.1, ainsi qu'une augmentation du rapport PT de 1.5 (écart type 2.9) et d'une diminution du rapport NR de 1.6 (écart type 1.9). Le rapport AC n'a pas relevé de changement suffisamment significatif pour valider notre hypothèse (voir Figure 10.8).

Indicator	Mean	*SD*	*p-val*
PU	3.8	3.1	0.5
AC	-0.5	3.8	0.8
PT	1.5	2.9	0.7
NR	-1.6	1.9	0.5

FIGURE 10.8 – Résultats de la variation de l'état émotionnel avant et après l'expérience, fait par le test Shapiro-Wilk.

Egalement, l'évolution détaillée par adjectif a montré qu'il y avait une augmentation significative de la notion de *Calme*, tandis que *Fatigué* et *Nerveux* diminuaient fortement. En ajoutant aussi les quatre adjectifs que nous avons apportés à l'étude, nous avons constaté une forte diminution de l'appréhension ainsi qu'une forte augmentation de la nostalgie.

Pour résumer cela, nous pouvons reprendre le schéma 10.9 qui permet de mettre en forme les résultats globaux de l'expérience par questionnaire BMIS.

13. MAYER et CAVALLARO, « Brief mood introspection scale (BMIS) : Technical and scoring manual », *op. cit.*

14. Traduit des termes initiaux : Pleasant-Unpleasant (PU), Arousal-Calm (AC), Positive-Tired (PT) et Negative-Relaxed (NR).

15. Samuel Sanford SHAPIRO et Martin B WILK, « An analysis of variance test for normality (complete

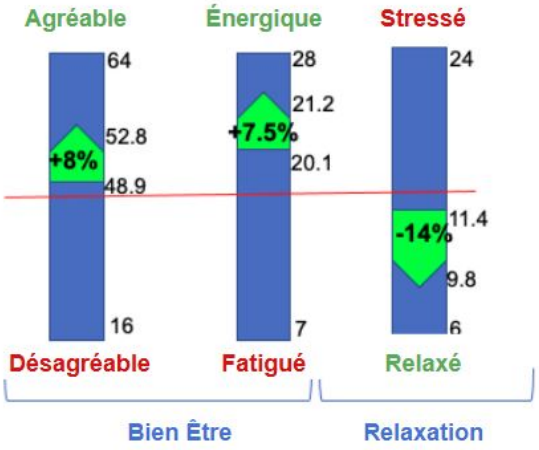


FIGURE 10.9 – Résultats de la variation, en pourcentage, des indicateurs standards de référencement du BMIS.

Ainsi, nous pouvons constater que les deux standards faisant partie de la catégorie liée au bien-être, PU et PT, augmentent respectivement de 8% et de 7.5%, tandis que le standard lié à la relaxation, NR, diminue fortement de 14%. Cette étude peut donc valider notre première hypothèse sur l'impact positif de l'œuvre sur l'état émotionnel.

samples) », in : *Biometrika* 52.*3-4* (1965), p. 591-611.

Questionnaires individuels

En addition au questionnaire BMIS, chaque spectateur devait remplir un questionnaire composé de 19 questions, regroupées par thématiques déjà développées. L'ensemble de ces questions peuvent être retrouvées dans la Figure 10.10, avec les référencements correspondants.

Id	Question
GEN1	How comfortable did you feel with the experience?
GEN2	To what extent did you feel "really there" in the virtual experience?
GEN3	To what extent have you forgotten the real space?
GEN4	How has the music impacted your experience of the work?
BOD1	To what extent did you feel that you were physically present in the VE
BOD2	To what extent have you forgotten your real body in favor of your virtual body
BOD3	To what extent did you feel the need to physically explore the virtual space through your real body?
BOD4	Did you feel a change in your breathing or body attitude during your experience?
BOD5	How much shortness of breath or muscle fatigue did you feel during the experiment?
INT1	To what extent did you feel like a creator of the virtual landscape?
INT2	To what extent have the particles in your hands helped you to move and create?
COL1	To what extent did you feel your partner's presence through their virtual body?
COL2	To what extent were you able to exchange gestures with your experience partner?
COL3	How much did you feel the collaboration with your partner on the virtual landscape?
LET1	Did you feel relaxed in the scene?
LET2	To what extent did you feel the sensation of letting go (feeling of well-being, letting go, relaxation of muscles, desire to dance, ...)
LET3	How much did you enjoy contemplating?
LET4	How much fun did you have interacting with the environment?
LET5	To what extent have you felt the urge to explore gestures that you are not used to do?

FIGURE 10.10 – Contenu du questionnaire individuel de CH2.

Afin de valider nos hypothèses, nous nous sommes principalement concentrés sur les résultats des questions INT1, COL1, COL2 et COL3, pour lesquelles nous attentions un score supérieur à 5 grâce au test Shapiro-Wilk. Toutefois, nous présentons le tableau complet des résultats de nos calculs, afin de mettre en avant plusieurs constats (voir Figure 10.11).

Tout d'abord, par des scores supérieurs à 6, nous pouvons dire que la musique a un impact significatif sur l'expérience de l'œuvre (GEN4), que les spectateurs avaient envie d'explorer l'espace virtuel avec leur corps réel (BOD3), que les particules des mains

Id	Mean	SD	*p-val*	Id	Mean	SD	*p-val*
GEN1	5.68	1.06	0.006	INT2	6.07	1.02	<0.001
GEN2	5.46	1.20	0.01	COL1	5	1.28	0.007
GEN3	5.64	1.13	0.007	COL2	3.54	1.60	0.02
GEN4	6.21	1.26	<0.001	COL3	2.39	1.31	<0.001
BOD1	5.46	0.96	0.005	LET1	5.64	1.13	0.006
BOD2	4.68	1.48	0.01	LET2	5.29	1.49	0.007
BOD3	6.03	1.07	<0.001	LET3	6.54	0.84	<0.001
BOD4	4.57	1.60	0.008	LET4	5.68	1.36	<0.001
BOD5	1.57	1.03	<0.001	LET5	5.89	1.13	<0.001
INT1	3.43	1.43	0.01				

FIGURE 10.11 – Résultats du questionnaire individuel de CH2 par le test Shapiro-Wilk.

virtuelles aidaient à interagir (INT2), et que la contemplation prenait une grande part de plaisir dans l'expérience (LET3). Egalement, un faible score sur le ressenti de la fatigue dans l'expérience (BOD5) accompagne l'idée d'une performance agréable de l'œuvre. Nous pouvons donc valider notre hypothèse (H3) sur la perception du système interactif.

Deuxièmement, avec des scores autour de 4.5, nous pouvons dire qu'il y a un bon sentiment de présence dans l'environnement et dans son corps virtuel (GEN2, GEN3, BOD1 et BOD2). Ainsi, les spectateurs sont correctement immergés dans l'expérience pour pouvoir la vivre pleinement.

Troisièmement, les scores sur la perception et la compréhension de la cocréation (COL2 et COL3) ne sont pas assez élevés pour valider notre hypothèse (H4).

Dernièrement, nous avons constaté des scores très intéressants concernant la partie sur la relaxation (que l'on appelait anciennement lâcher-prise). Ainsi, l'ensemble des questions de cette catégorie, de LET1 à LET5, ont des résultats supérieurs à 5, notamment celles sur la contemplation, que nous avons déjà évoquées, avec un score supérieur à 6. Nous pouvons donc, en complément du questionnaire BMIS, valider nos hypothèses (H1) et (H2).

Pour conclure sur les résultats de Creative Harmony 2, nous pouvons valider l'idée que l'expérience de l'œuvre a un impact positif sur l'état émotionnel des participants (H1), grâce aux questionnaires BMIS et les questions sur l'expérience globale et la relaxation du questionnaire individuel. Egalement, nous pouvons certifier que les participants

ressentent de la relaxation grâce à la performance de l'œuvre (H2), grâce aux mêmes éléments précédemment cités. Nous pouvons également dire que les systèmes interactifs sont compréhensibles et permettent de donner du plaisir (H3), notamment grâce aux questions sur l'interactivité du questionnaire individuel. Cependant, nous ne pouvons pas valider la bonne compréhension de la collaboration dans l'environnement car les résultats du questionnaire individuel, relatifs à cette hypothèse, ne sont pas satisfaisants.

Il nous semble important d'ajouter à ces résultats nos analyses personnelles des expériences de l'œuvre dans le cadre d'expositions.

Retours d'exposition

Nous allons reprendre les deux exemples de présentation de Creative Harmony que nous avons précédemment cités, à savoir le LEV Festival Matadero 2021 et le festival Recto VRso 2022.

LEV Festival Matadero 2021, Madrid, Espagne

Durant ce festival, nous avons présenté l'œuvre dans un cadre scientifique, où deux spectateurs évoluaient devant un public d'une trentaine de personnes. Nous avons conscience que ce cadre d'expérimentation ne convient pas forcément aux notions d'introspection et de relaxation qui sont propres à Creative Harmony. L'espace scénique n'était pas du tout prévu pour créer un cadre artistique par la scénographie, favorisant l'immersion et la compréhension de l'univers artistique. Également, la présence des autres spectateurs extérieurs à l'œuvre pouvait grandement influencer les possibilités d'expression corporelle des deux participants. Cependant, chacun a pu évoluer correctement dans l'œuvre pendant toute la temporalité de la performance.

A la sortie de l'expérience, nous avons constaté que chaque spectateur volontaire était heureux de leur performance, et que le monde virtuel avait eu un impact positif sur le ressenti global. Ils ont mis en avant la beauté d'un univers singulier qui, accompagné de la musique, favorisait l'envie de danser. Egalement, les deux participants ont compris la collaboration sur le paysage et leur impact respectif sur les montagnes. Nous avons constaté qu'ils échangeaient oralement afin de pouvoir identifier leur position dans l'espace virtuel, mais également leurs actions communes et leurs modalités interactives asymétriques. Cet

échange oral a donc possiblement favorisé la compréhension du dispositif interactif et collaboratif, contrairement aux expériences précédentes où chaque spectateur était isolé pour favoriser une communication non verbale.

Cependant, lors de la performance au LEV Festival, les spectateurs ont relevé plusieurs points importants :

— Il y avait une différence d'orientation du corps entre l'espace réel et l'espace virtuel. En effet, si dans l'environnement virtuel les deux spectateurs se faisaient face, ils étaient dos à dos dans le monde réel. Accompagné de la possibilité de communication orale, cette incohérence de l'orientation du corps peut créer un malaise dans la possibilité de communiquer virtuellement par les mains, mais également diminuer le sentiment de présence environnementale. Cela est également appuyé par la différence de distance entre les deux personnes, proches dans le monde réel, et éloignées dans le monde virtuel. Comme nous n'avions encore pas mis en place l'œuvre dans une même salle jusqu'à cette expérience, nous n'avions jamais constaté ce problème, ou du moins, ne pensions pas qu'il serait aussi impactant sur l'expérience.

— Le rôle du Spectateur B est difficilement compréhensible car les feedbacks des actions sur le paysage ne sont pas assez visibles. Cela a pour conséquence de créer une incompréhension de son rôle sur le paysage collaboratif, et donc de perdre la conscientisation de la collaboration. Si la communication orale peut aider à maintenir cette compréhension de l'acte de cocréation, cela ne suffit malheureusement pas à créer une expérience intuitive pour tout le monde. Nous pensons que ce point est la raison de la mauvaise perception de la collaboration que nous avons retrouvée ensuite dans les questionnaires individuels, relatifs à notre quatrième hypothèse.

— Puisque le cadre d'exposition n'était pas prévu pour être performé dans un espace calme, aucun spectateur n'a ressenti de relaxation. De plus, la voix-off étant anglaise, la barrière de la langue a pu avoir un impact négatif sur la possibilité de détente de la Scène 1. Ce problème a donc un impact direct sur notre première hypothèse liée a l'impact positif de l'œuvre sur l'état émotionnel.

Ainsi, ces résultats nous permettent de concevoir autrement notre médiation de l'œuvre, en précisant certains points lors de l'explication du dispositif aux spectateurs. Egalement, nous avons réfléchi à une scénographie beaucoup plus immersive afin de pouvoir améliorer au mieux la possibilité de relaxation que présente Creative Harmony. Ces nouveaux axes de réflexion ont permis d'exposer l'œuvre dans de nouvelles conditions lors du festival Recto VRso en 2022.

Festival Recto VRso 2022, Laval, France

Afin d'éviter de reproduire les mêmes réactions qu'en Espagne en 2021, nous avons priorisé une scénographie immersive, amenant progressivement les spectateurs dans l'œuvre dès l'arrivée dans l'espace réel. Nous avons précédemment développé notre dispositif scénographique avec les deux casques de réalité virtuelle et le système de vidéoprojection, aussi, nous nous concentrerons sur les retours des spectateurs.

De manière générale, les spectateurs ont pris plaisir à explorer l'environnement virtuel et à cocréer du paysage par la gestuelle. Dans ce cadre où nous étions la seule œuvre présente dans la salle, nous avons pu constater un grand sentiment de relaxation pour la plupart des participants, favorisé, nous le pensons, par l'isolement avant même d'entrer dans le monde virtuel. Ici encore, les participants étaient côte à côte, créant ainsi une possibilité de communication verbale. Voici donc plusieurs points que nous avons relevés :

— Le rôle interactif du Spectateur B, et son impact sur le paysage, n'est pas assez intuitif pour la majorité des personnes. Même si l'on insiste lors de la médiation sur les explications techniques et les règles à suivre pour évoluer dans l'environnement, la plupart des spectateurs oublient ces instructions dès l'arrivée dans la Scène 2. Aussi, il était fréquent que nous devions interrompre le spectateur immergé pendant son expérience de l'œuvre, afin de le guider plus précisément sur l'interaction à réaliser. Nous avons également constaté que cette interruption, au-delà de couper la présence, provoquait parfois un ennui dans la scène, puisque le spectateur ne se concentrait que sur la répétition des gestes à réaliser, et non plus sur son expression corporelle personnelle. Il était ainsi bridé dans sa liberté d'interactivité, puisque nous lui avions expliqué une règle trop précise, ne le faisant se concentrer que sur cette unique tâche.
— Contrairement au cas précédent, nous avons constaté que quelques spectateurs étaient perdus dans le rôle du Spectateur A, puisque sa gestuelle est totalement libre. Aussi, certains attendaient que des événements se produisent pour interagir, car ils ne comprenaient pas qu'ils pouvaient bouger comme ils le voulaient, et que ces mouvements créeraient des montagnes. Cette incompréhension était appuyée par une trop faible force d'apparition des montagnes par rapport aux gestes. Ainsi, un grand mouvement de main pouvait faire apparaître une petite montagne, parfois difficilement perceptible, cassant ainsi l'intuitivité du dispositif interactif.
— Tout comme l'expérience au LEV Festival, nous avons remarqué que la communication orale pouvait améliorer la compréhension de l'interactivité et de la collabo-

ration. Nous avons également constaté que cette communication pouvait affecter positivement le plaisir de l'autre, soit par l'identification des événements (synchronisation des gestes), mais également par l'entente de rires et d'exclamations. Enfin, cette communication orale est d'autant plus forte lorsque les deux spectateurs se connaissent. Ainsi, nous avons pu discuter avec un couple ému par l'expérience globale, notamment par la possibilité de danser en symbiose ensemble, ouvrant de nouvelles possibilités communicatives entre eux deux.

— Nous avons utilisé, pour le Spectateur B, un casque Meta Quest 2 durant ce festival. Cependant, le système de la zone virtuelle interne au dispositif HMD peut avoir des problèmes de calibration dans un espace sombre où les limites entre les murs et le sol sont floues pour les capteurs. Ainsi, il était fréquent que la zone virtuelle indiquant les murs virtuels (et donc les murs réels), se déplace totalement d'une expérience à l'autre, ou parfois même au cours de l'expérience. Il fallait donc fréquemment recréer l'espace virtuel afin d'éviter une collision entre le spectateur et son environnement réel. De plus, les gestes à répéter étant localisés en fonction de la zone virtuelle, il arrivait souvent qu'ils soient non accessibles à cause d'un mur réel, ou bien dans le corps virtuel du spectateur. Cela impactait donc davantage les problèmes d'intuitivité du Spectateur B que nous avons déjà évoqués.

Ces différents retours ont donc pu consolider nos résultats sur nos hypothèses. Tout d'abord, nous avons constaté à Laval que l'impact positif de l'œuvre sur l'état émotionnel était fort (H1), et ce pour la grande majorité des expériences. Cet impact évolue forcément d'un spectateur à l'autre, et d'une performance à l'autre, mais reste cependant présent pour la plupart des participants. Egalement, nous savons que les participants ressentent de la relaxation et du plaisir durant leur expérience de Creative Harmony (H2), puisque beaucoup de questions et de réflexions sur les possibilités thérapeutiques d'une œuvre en réalité virtuelle sont nées durant le festival. Troisièmement, nous savons que le système interactif est globalement compris et permet de prendre du plaisir à créer, mais il est plus difficile de comprendre l'impact du Spectateur B sur le paysage. L'hypothèse (H3) n'est donc que partiellement validée pour cette deuxième version de Creative Harmony. Enfin, avec une vision d'ensemble sur tous nos résultats, la compréhension de la cocréation semble compliquée à être perçue dans son ensemble (H4). Si la communication orale aide dans la plupart des cas à améliorer cette cocréation, elle n'est pas présente dans tous les formats d'exposition de l'œuvre. Nous ne pouvons donc pas valider notre quatrième

hypothèse.

Tous ces retours de Creative Harmony 2 nous ont permis d'imaginer une nouvelle version de l'œuvre, basée sur la double interaction des mains et du souffle pour cocréer du paysage virtuel, amenant ainsi de nouvelles hypothèses liées à la collaboration.

10.2.2 Résultats de CH3

Méthode

Nous l'avons dit, *Breath Together* a été développée pour créer une version symétrique de Creative Harmony, tout en apportant le souffle comme nouvelle modalité interactive dans le but de cocréer du paysage en collaboration.

Durant le développement de l'œuvre, nous avons effectué une journée de tests afin de valider la perception de la collaboration dans l'environnement virtuel, qui était le point d'amélioration de CH2. Pendant cette journée, nous avons configuré l'expérience de cette façon : trois spectateurs étaient immergés dans une même pièce réelle, par trois casques de réalité virtuelle HMD différents. Ils pouvaient cocréer du paysage dans le monde virtuel grâce à leurs mains et leur souffle. Le protocole de présentation de l'œuvre pour chaque groupe était le même que celui de CH2, à savoir : **(1)** nous accueillions les participants dans la salle de réalité virtuelle ; **(2)** les participants signent un formulaire de consentement expliquant le cadre de la recherche et l'utilisation des données recueillies ; **(3)** nous présentions l'œuvre et ses modalités interactives collaboratives ; **(4)** les participants remplissaient une première partie du questionnaire BMIS ; **(5)** les participants performaient Creative Harmony pendant 16 minutes ; **(6)** les participants remplissent la deuxième partie du questionnaire BMIS, ainsi que le questionnaire individuel ; **(7)** un éventuel temps d'échange est possible avant l'arrivée de l'autre groupe.

Chaque session durait ici 45 minutes afin de prévoir le temps nécessaire pour équiper chaque personne, puis de réaliser l'expérience et de répondre aux questionnaires. Le questionnaire individuel étant plus long que la version de CH2, nous avons rajouté ce temps afin d'être confortable sur le déroulement de la journée. Nous avons au total recueilli les données de 12 personnes âgées de 22 à 58 ans, divisées en quatre groupes de trois participants collaboratifs. En plus des deux types de questionnaires que nous faisons remplir, nous avons enregistré des données de captation du souffle sur les ordinateurs de chaque personne, nous indiquant l'évolution de l'intensité du souffle recueilli lors des performances. Ici encore, chaque personne était plus ou moins connaisseuse des arts numériques et de la réalité virtuelle, permettant de couvrir un large spectre de retours d'expériences pour valider nos hypothèses qui sont les suivantes :

— **(H1)** L'expérience de Creative Harmony *Breath Together* a un impact positif sur l'état émotionnel des participants.

— **(H2)** Les participants comprennent correctement la représentation de leur souffle

et peuvent facilement créer avec.

— **(H3)** Les participants ressentent l'acte de cocréation entre eux lors de l'interaction avec le paysage.

Dans une première partie, nous allons étudier les résultats obtenus par le questionnaire BMIS, puis, dans une deuxième partie, nous décrirons les retours par questionnaire individuel ainsi que des données recueillies par nos outils de captation directement sur les ordinateurs. Enfin, nous avons pu présenter notre expérience à nos collègues de l'atelier INREV du laboratoire AIAC de l'Université Paris 8. Nous ferons donc un compte-rendu des différentes remarques effectuées lors de ces tests de l'œuvre.

Questionnaires BMIS

Nous rappelons le fonctionnement du questionnaire BMIS : chaque participant remplit un tableau figurant une série de 20 adjectifs qualifiés de positifs ou de négatifs avant et après l'expérience de l'œuvre. Nous calculons ensuite l'écart entre chaque adjectif grâce au *bilateral paired student test*[16] pour comprendre l'évolution de l'état émotionnel après la performance de Creative Harmony. Ces variations sont catégorisées en quatre indicateurs référentiels : Agréable-Désagréable (PU), Excité-Calme (AC), Énergique-Fatigué (PT) et Stressé-Relaxé (NR).

En se référant au Tableau 10.1, l'outil de mesure a donc mis en évidence une augmentation significative de l'indicateur PU (+9.23%), passant d'une moyenne de 47 et d'un écart type de 6.18 avant l'expérience, à une moyenne de 51.33 et d'un écart type de 3.96 après l'expérience. A l'inverse de cette augmentation, l'indicateur NR a diminué de 13.85%, avec une moyenne de 10.83 et un écart type de 2.32 avant l'expérience à une moyenne de 9.33 et d'un écart type de 2.31 après l'expérience. Enfin, l'évolution des deux autres indicateurs AC et PT ne sont pas assez significatifs pour relever un changement d'état émotionnel précis.

L'augmentation de l'indicateur Agréable-Désagréable et la diminution de l'indicateur Stressé-Relaxé nous permettent donc de partiellement valider notre première hypothèse sur l'impact positif de l'œuvre sur les participants. Cependant, il nous semble important

16. Outil de calcul de statistiques. Le test Shapiro-Wilk utilisé pour CH2 ne montrait pas de résultat significatif dans le cadre de CH3, c'est donc pour cela que nous avons utilisé ce deuxième outil de mesure.

Pleasant-Unpleasant				Arousal-Calm			
$\|t\|$	**df**	$p-val$		$\|t\|$	**df**	$p-val$	
3.62	12	0.004		0.19	12	0.85	
Measure	**Size**	**Mean**	SD	**Measure**	**Size**	**Mean**	SD
Before	12	47	6.18	Before	12	—-	—-
After	12	51.33	3.96	After	12	—-	—-
Positive-Tired				Negative-Relaxed			
$\|t\|$	**df**	$p-val$		$\|t\|$	**df**	$p-val$	
1.55	12	0.034		3.0	12	0.01	
Measure	**Size**	**Mean**	SD	**Measure**	**Size**	**Mean**	SD
Before	12	—-	—-	Before	12	10.83	2.32
After	12	—-	—-	After	12	9.33	2.31

TABLE 10.1 – Julien Lomet, Bilateral paired Student test pour mesurer les indicateurs BMIS de CH3.

d'étudier les questionnaires individuels et les données recueillies par l'ordinateur pour approfondir ces résultats et de valider ou non nos autres questionnements.

Questionnaires individuels et données du souffle

Nous le disions, nos questionnaires individuels étaient plus complets que ceux de la version de CH2, puisque nous y intégrions le souffle. Nous avons également précisé certaines questions sur la perception de la collaboration afin de cibler davantage nos hypothèses et nos résultats.

Nous avons réitéré l'échelle de mesure de 1 à 7 afin de pouvoir calculer au mieux les perceptions de chacun quant aux éléments que nous souhaitons quantifier. L'ensemble comprenait 41 questions, répertoriées en cinq catégories : Expérience générale (9 questions) / Interaction avec l'environnement (4 questions) / Interaction avec le souffle (7 questions) / Collaboration (15 questions) / Relaxation (6 questions). Nous avons ensuite défini trois indicateurs à partir de ces questions : le premier lié à l'expérience globale (Qexp), le deuxième lié à la qualité de l'expérience du souffle (Qblow), et enfin le dernier sur la qualité de l'expérience collaborative (Qcollab). Notre seuil de réussite estimé pour valider nos hypothèses est fixé à 5.

Les résultats des trois indicateurs, où Mean est la moyenne et SD l'écart type, sont

respectivement :

— **Qexp** : Mean = 5.62 ; SD = 0.80.
— **Qcol** : Mean = 3.61 ; SD = 1.49.
— **Qblow** : Mean = 5.59 ; SD = 0.77.

Nous constatons donc un seuil supérieur à 5 pour les questions liées à l'expérience générale, ainsi que celles liées au souffle. Nous pouvons également dire que les questions liées à la collaboration sont équivalentes entre Creative Harmony 2 et Creative Harmony 3. A la question *"Vous êtes-vous senti détendu.e pendant l'expérience ?"*, nous avons obtenu une moyenne de 5.8 (écart type : 1.2), de même qu'à la question *"Dans quelle mesure avez-vous ressenti une sensation de relaxation ?"* où nous avons obtenu une moyenne de 5.8 (écart type : 1.4), permettant donc de valider notre hypothèse (H1) sur l'impact positif de l'expérience.

Nous avons également eu une moyenne de 6.1 (écart type : 1.1) à la question *"Dans quelle mesure les particules de votre souffle vous ont-elles aidé à souffler et créer ?"* ainsi qu'une moyenne de 5.7 (écart type : 1.3) à la question *"Dans quelle mesure avez-vous pu identifier l'intensité de votre souffle ?"* et une moyenne de 6.3 (écart type : 0.7) à la question *"Dans quelle mesure avez-vous pu cibler précisément avec votre souffle ?"*. Ces résultats ainsi que la moyenne de Cblow permettent donc de valider notre hypothèse (H2) sur la compréhension de l'interaction par le souffle. L'hypothèse (H3) ne peut pas être validée par les résultats que nous avons obtenus, malgré une bonne moyenne de 6.3 (écart type : 0.7) à la question *"Dans quelle mesure avez-vous pu distinguer chaque partenaire par son corps virtuel ?"* et une moyenne de 4.7 (écart type 2.1) à la question *"Dans quelle mesure étiez-vous conscient des actions de vos partenaires dans l'environnement ?"*.

Enfin, il faut également prendre en compte les résultats des données recueillies par les ordinateurs lors des expériences des participants. Ces résultats se concentrent principalement sur les scènes 1 et 2, puisque la troisième scène de l'œuvre n'était pas totalement fonctionnelle lors de nos tests. Nous avons donc collecté les périodes de souffle actif et calculé leur durée, leur intensité moyenne et maximale sur l'ensemble des scènes.

Pour la première scène d'immersion et de contemplation, nous avons obtenu un nombre moyen de périodes de souffle actif par participant de 18.3, avec un écart type de 7.7. La durée moyenne de chaque souffle est de 1.12 seconde (écart type : 1.25), l'intensité moyenne est de 42.6 (écart type : 45.0) et l'intensité maximale de 615.

Pour la deuxième scène de cocréation, nous avons obtenu un nombre moyen de périodes

de souffle actif par participant de 57.8, avec un écart type de 26.3. La durée moyenne de ces périodes actives était de 1.8 secondes (écart type : 2.6), l'intensité moyenne de 96.6 (écart type : 86.2) et l'intensité maximale de 954.

Enfin, nous avons utilisé le test U de Mann-Whitney pour comparer la différence de durée des périodes de souffle actif et l'intensité moyenne entre les deux scènes. La durée du souffle actif (Stat = 30551.5 ; $p < 0.001$) et l'intensité moyenne (Stat = 60657.5 ; $p < 0.001$) sont toutes deux significativement différentes entre les deux scènes, avec une forte augmentation dans la deuxième scène de cocréation. L'intensité moyenne du souffle dans la dernière scène est de 136.67 avec un écart type de 45.3.

Nous pouvons donc dire que l'intensité générale du souffle, sa durée et son évolution progressive durant les trois scènes permettent de valider notre hypothèse (H2) sur la compréhension du souffle et sa facilité d'utilisation.

Retours d'expériences de l'œuvre

Afin de conclure sur les résultats de Creative Harmony 3, nous devons présenter les retours qui ont été faits lors de son expérience à l'Université Paris 8, auprès de collègues artistes et chercheurs en arts numériques. Durant cette journée d'expérimentations, nous avons présenté l'œuvre dans un format à deux spectateurs, présents dans une même pièce. Ici, le cadre était beaucoup plus restreint par l'espace et les modalités d'exposition qui n'étaient pas du tout centrées sur la scénographie. Il nous semblait important de mettre en avant le dispositif, ainsi que de recueillir des retours sur le système interactif collaboratif.

Voici donc les remarques principales qui ont été faites :

— La troisième scène de l'œuvre est belle et provoque un bon sentiment de présence environnementale par le jeu de la hauteur, mais n'est pas intuitive dans les possibilités de synchronisation. En effet, les spectateurs n'arrivaient pas correctement à créer un métissage (action de se souffler dessus mutuellement et en synchronisation), et ne cherchaient absolument pas à créer de soleil (en croisant leur souffle dans l'espace autour d'eux). Nous pensons que le problème lié au métissage est un temps trop long de maintien du souffle synchronisé et croisé (0.6 secondes actuellement), ainsi qu'une imprécision de la zone de collision des souffles, qui est trop petite et donc perd rapidement la synchronisation croisée. Nous pensions que

la voix off permettrait d'amener à la découverte de ces possibles actions, mais ne semble pas assez impactante pour bien comprendre le dispositif interactif global dans cette Scène 3.

— Il manque une diversité des actions possibles dans la Scène 3 qui inviterait les spectateurs à explorer davantage le souffle, sans pour autant augmenter son intensité ou son rythme qui sont déjà très intenses, et donc fatiguantes au bout de 10 minutes d'expérience. Nous craignons donc que l'œuvre, dans sa globalité, engage trop l'utilisation du souffle, créant des vertiges voire des malaises chez les participants. Il nous semble donc important de remettre en avant les interactions par les mains pour pouvoir interagir différemment selon son état de fatigue.

— Nous avons constaté qu'il y a beaucoup moins, voire plus du tout de communication orale lors des séances d'expérimentation de Creative Harmony 3, malgré la présence commune des participants dans une même pièce. Nous pensons que le capteur de souffle en est la raison, par sa forme et l'engagement qu'il demande pour chaque spectateur. Aussi, nous n'avons pas encore pu calculer les possibilités de communication non verbale dans cette version de Creative Harmony.

Dans l'ensemble, nous pensons que Creative Harmony, dans ses deux dernières versions, offre une grande possibilité de relaxation et d'impact positif sur le bien-être pour ses spectateurs. Nous avons constaté que les émotions négatives diminuaient et les émotions positives augmentaient à chaque performance de l'œuvre, durant des journées de test ou pendant des expositions. Nous pensons également que l'expérience agréable est améliorée par la musique spécifique à l'œuvre, par la possibilité de contemplation, mais aussi par le plaisir qu'apporte l'interaction avec l'environnement. Pour le système symétrique, nous avons constaté une amélioration de la compréhension des systèmes interactifs, et également de l'identification des spectateurs. Nous pensons enfin que la perception de la collaboration s'est améliorée avec CH3, puisque chaque spectateur possédait une texture de montagne et une couleur d'arbres différentes. Nous voudrions donc davantage creuser ces points-là pour réussir à améliorer la conscientisation de l'acte cocréatif sur l'environnement virtuel.

Pour conclure ce Chapitre 10, nous avons validé nos hypothèses liées à l'impact positif de l'œuvre sur les spectateurs et au plaisir de participer à l'expérience. Egalement, dans notre troisième version, le souffle a permis d'améliorer la compréhension du système interactif dans son ensemble, notamment par la symétrie des rôles qui ne créait plus de confusion entre les spectateurs et leur impact sur le paysage, que l'on retrouvait dans

CH2. De manière générale, nous avons utilisé le questionnaire BMIS pour calculer l'impact émotionnel de l'œuvre sur le spectateur, et nous pensons qu'il s'agit d'un bon moyen de mesure. Cependant, nous pourrions explorer davantage cela grâce à d'autres moyens de captation, comme ceux évoqués lors de la présentation du questionnaire BMIS. Egalement, le souffle est un excellent moyen d'induire les possibilités interactives puisqu'il se base sur un principe très intuitif de respiration. Cependant, nous avons constaté qu'il prenait une place importante dans l'engagement du spectateur face au système interactif, et qu'il était parfois difficile de créer par les mains et le souffle en même temps. Les spectateurs alternaient donc l'un et l'autre pour intervenir sur l'environnement. Il serait ainsi intéressant de concevoir un dispositif plus simple où les deux modèles interactifs peuvent être utilisés ensemble pour comprendre l'impact que cela peut avoir sur l'expérience esthétique. Enfin, le questionnaire individuel reste une excellente méthode pour collecter des données précises chez les spectateurs, mais il est important de pouvoir le compléter avec d'autres moyens de calculs, comme nous l'avons fait avec le questionnaire BMIS ou encore la captation des données par les ordinateurs. Bien entendu, d'autres moyens peuvent être utilisés comme l'analyse de captations vidéo et photo pour identifier les gestuelles et actions de chacun pendant les phases d'expérimentation.

Nous avons donc pu expérimenter Creative Harmony 2 et 3 dans des cadres spécifiques, comme des journées de tests auprès de participants volontaires, ou encore lors d'expositions. A partir de ces moment-là, nous avons recueilli des informations et des retours d'expériences, par questionnaires, échanges et captations vidéo. A la suite de cela, nous avons établi des résultats pour valider ou non nos hypothèses liées à l'impact de l'œuvre sur les spectateurs. Il nous semble donc important d'expliquer nos résultats quant à notre recherche générale, d'abord dans le principe de développement de l'œuvre en collaboration, puis dans l'expérience collaborative des spectateurs dans l'œuvre virtuelle. Ainsi, dans notre prochain chapitre, nous conclurons nos recherches théoriques sur le principe de la création en collaboration, nous synthétiserons notre méthode de relaxation dans une œuvre en réalité virtuelle, puis nous ouvrirons sur des observations et remarques quant à certains termes liés à la collaboration.

Chapitre 11

Résultats de recherche et observations

Nous avons présenté, dans notre première partie de thèse, les enjeux esthétiques et artistiques qui entourent les différentes formes de collaboration dans notre recherche-création. Nous avons principalement mis en avant les notions de compromis, d'intersubjectivité, de création par l'action et l'improvisation guidée. Dans une deuxième partie de thèse, nous avons abordé les concepts qui entourent la collaboration dans le domaine de la réalité virtuelle, avec un regard centré sur le cas d'une œuvre en réalité virtuelle. Nous avons notamment présenté l'enjeu d'un environnement virtuel collaboratif, et également présenté nos différentes modalités interactives en captant le corps des spectateurs de plusieurs façons. Enfin, nous avons expliqué les références et concepts qui gravitent dans l'œuvre de Creative Harmony. Notre dernière partie de thèse est donc consacrée aux expérimentations de l'œuvre et aux résultats obtenus lors de journées de tests et d'expositions. Il nous semble important, maintenant, d'observer les résultats de nos concepts théoriques, notamment développés dans notre première partie de thèse. Aussi, ce chapitre sera divisé en trois parties. Un premier temps sera consacré à un concept pouvant résumer notre modèle de création en tant qu'auteur : l'élasticité de la création. Ensuite, nous proposerons un modèle d'environnement en réalité virtuelle pouvant créer de la relaxation. Dernièrement, nous ouvrirons des réflexions sur la collaboration, en observant les différents points que nous avons constaté dans notre travail, et s'interrogeant sur des évolutions futures.

11.1 Élasticité de la création

Dans la collaboration entre l'auteur-amont et l'auteur-aval, ou autrement dit, entre l'auteur qui encadre le développement du dispositif artistique et le spectateur qui le performe, nous avons établi l'idée d'un compromis. En effet, d'un côté, l'auteur en amont accepte de ne pas totalement intervenir sur la finalité de l'œuvre, laissant un champ des possibles chez le spectateur, et de l'autre, ce dernier accepte d'intervenir sur l'œuvre afin de proposer son interprétation par sa performance. Si ce compromis reste dans le même état pour l'auteur, dans sa temporalité de création du dispositif, il évolue pour chaque spectateur puisque chacun vit sa propre expérience artistique, et donc son degré d'implication, de volonté et la forme que la performance va prendre *in fine*. En comparant notre méthode de création dans le cas de Creative Harmony, nous avons constaté que plus nous souhaitons laisser le spectateur intervenir dans l'œuvre, en cocréant du paysage virtuel précisément, moins nous intervenons sur l'univers de l'œuvre. A l'inverse, dans d'autres œuvres réalisées en parallèle, plus nous intervenons sur l'environnement virtuel, et moins nous laissons de part d'intervention par l'interactivité chez le spectateur. Nous avons donc appelé cet événement, ce concept de recherche-création, l'élasticité de la création.

11.1.1 Du modèle économique au modèle artistique

Le terme d'élasticité de la création désignerait l'idée que plus l'auteur intervient sur l'œuvre numérique, dans son apparence finale, moins le spectateur peut intervenir sur cette finalité. A l'inverse, moins l'auteur induit sa présence dans l'œuvre, et plus le spectateur a la possibilité de le faire. Cette proposition ne s'applique pas spécialement à toutes les œuvres numériques, mais au moins à toutes celles que nous avons créées, dans le cadre de cette thèse ou non.

Cette idée d'élasticité peut être comparée à la théorie de l'élasticité dans les sciences économiques. Benzécri définit ce terme comme : « *l'ensemble des propriétés mécaniques des structures rigides suivant lesquelles celles-ci répondent par des déformations réversibles à des forces et à des conditions aux limites variables. En économie on entend par élasticité l'ensemble des variations de consommations ou de dépenses, par lesquelles les consommateurs répondent à des variations dans leurs revenus propres ou dans les prix du marché.* » [1] L'élasticité, c'est donc le lien mouvement qui permet de créer un calcul de ressources entre des entités spécifiques, comme le prix d'un produit, les consommateurs et les revenus. D'ordinaire, nous distinguons plusieurs types d'élasticité selon le point de vue que nous voulons prendre :

- Elasticité relative au revenu : mesure la variation de la quantité demandée en réponse à une variation du revenu.
- Elasticité au prix : mesure la variation de la quantité offerte en réponse à une variation du prix.
- Elasticité instantanée : relative aux différences de consommation existant entre des individus ou des ménages, bénéficiant de revenus différents, ou ayant accès à des marchés pratiquant des prix plus ou moins favorables.
- Elasticité temporelle : relative aux variations dans la consommation d'un agent unique ou d'un ensemble d'agents, qui accompagnent les variations des revenus et des prix.

Nous pensons donc qu'il est possible d'établir un lien entre le rapport de compromis qui existe entre un auteur et un spectateur et le concept d'élasticité en économie. En effet, nous pouvons concevoir l'idée qu'un auteur établisse un niveau d'intervention possible dans son œuvre numérique, auquel le spectateur interviendrait par son engagement par

1. JP Benzécri, « Définition et mesure de l'élasticité des consommations », in : *Les cahiers de l'analyse des données* 8.*1* (1983), p. 73-88.

l'interactivité. Au même titre que la quantité de ressources apportées par un marché dépend de la quantité de revenus (et donc de ressources, ce qu'on appelle le pouvoir d'achat), ce qui augmente ou diminue les stocks selon cette condition énoncée, l'artiste apporte de la possibilité d'intervention sur la finalité de l'œuvre en fonction des possibilités interactives et des engagements des spectateurs. Cependant, il faut bien préciser qu'ici, l'équation ne dépend pas initialement des spectateurs, là où le marché s'adapte à la possibilité d'achat des ménages. Dans notre cas, c'est bien l'auteur qui crée la condition en délimitant le champ des possibles du spectateur, et c'est bien ce dernier qui s'adapte à ces possibilités interactives [2]. Et ici, il ne faut pas non plus penser à une forme de hiérarchie ou de rapport de domination, que nous tentons de supprimer dans toute notre thèse lorsque nous parlons de collaboration. En effet, il n'y aurait aucun intérêt pour un auteur de ne pas respecter un équilibre, ou un rapport positif entre lui et les spectateurs, car l'enjeu de cette élasticité, cette équation entre les deux entités, est bien la bonne expérience esthétique de l'œuvre, la création des deux auteurs (amont et aval) pour créer une finalité à l'objet artistique.

Ainsi, pour reprendre les formes d'élasticités décrites par Benzécri, nous pourrions dire que dans notre rapport auteur-spectateur, en prenant en compte l'œuvre, il y a une élasticité relative à l'intention artistique, où l'on "mesure" la variation de la quantité d'intention apportée par le spectateur en réponse à une variation de l'intention apportée par l'auteur. Nous sommes également dans un schéma proche de l'élasticité temporelle avec un point de vue centré sur l'intention artistique propre à un spectateur, ou un groupe de spectateurs (agissant dans une même performance), qui accompagne la variation des intentions artistiques de l'auteur, ou dans le cas d'un groupe, des autres spectateurs dans la même performance. Ici, nous retrouvons complètement le compromis développé dans notre première partie. Il y a un équilibre de l'état du compromis entre l'auteur-amont et l'auteur-aval dans leur relation complémentaire, dans un but de créer une œuvre globale, mais également équilibre de l'état du compromis entre les spectateurs eux-mêmes qui sont immergés et interactifs ensemble dans un même environnement virtuel interactif et génératif, lors d'une même performance.

Nous pouvons donc reprendre l'idée d'une suite de ressorts enfilés sur une barre, pro-

2. Nous n'interdisons pas non plus l'idée du marché économique qui offre plus de produits que les ménages ne peuvent acquérir par leurs revenus, renversant donc le sens de l'équation. Ce problème engendre, en partie, l'idée de pousser à la consommation, faisant en sorte que les ménages ne dépensent plus que ce que leurs revenus ne peuvent subvenir.

posée par Benzécri pour présenter l'utilité du compromis (voir Figure 11.1).

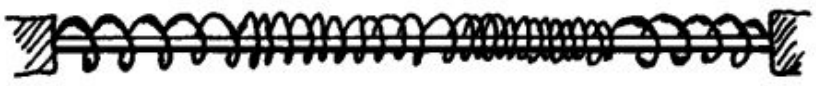


FIGURE 11.1 – Dessin représentant l'élasticité par des ressorts, selon Benzécri.

L'auteur explique son dessin comme ceci : « *Quelque chose de semblable se produit lorsque le revenu total doit être partagé entre plusieurs postes, dont chacun, isolément tendrait à tout absorber : à la longueur de chaque ressort, correspond la dépense totale wi ; de même que l'équilibre statique est régi par le principe des travaux virtuels, ainsi l'équilibre entre les postes résulte d'un principe des dépenses virtuelles, suivant lequel l'utilité totale des biens consommés est stationnaire pour toute modification infinitésimale du partage des dépenses.* »[3] Si l'on prend une position centrée sur l'ensemble des ménages dans le rapport d'élasticité, nous pouvons donc dire que l'ensemble des ressorts s'équilibre sur un espace délimité par les entités en jeu (dans notre cas auteur et spectateur). Le ressort va donc s'équilibrer en occupant tout l'espace de la tige par son principe de force. Dans notre cas, disons que l'intention artistique de l'auteur et l'intention artistique des spectateurs sur l'œuvre évoluent de cette manière. Chacun occupe une part du ressort, part non égale selon les volontés de l'artiste, mais formant un équilibre global sur l'ensemble de l'axe figuré par une barre. Néanmoins, nous pouvons constater que certains ressorts sont plus resserrés et d'autres plus élargis. Au même titre que certains ménages possèdent plus de possibilités de consommation (par de plus grands revenus par exemple) et inversement d'autres ménages en possèdent moins, cela ne les empêche pas d'être présents sur une même barre. L'équilibre de la consommation s'effectue de cette manière, que chaque ménage ne consomme pas de la même manière un même produit, mais le consomme tout de même, les faisant ainsi figurer dans le rapport d'élasticité. Dans notre cas, il en est exactement pareil avec l'intention artistique, ou l'engagement. Certains spectateurs vont fortement s'engager dans le champ des possibles, explorant beaucoup plus les possibilités interactives de l'œuvre, et d'autres spectateurs ne vont pas en faire autant. Cependant, chaque spectateur peut être représenté sur la barre de l'élasticité car, comme nous l'avons plusieurs fois répété dans cette thèse, c'est leur performance et leur intention qui est importante, et non l'intensité de leur engagement. Ainsi, ce dessin représente l'équilibre entre

3. BENZÉCRI, « Définition et mesure de l'élasticité des consommations », *op. cit.*

l'auteur et les spectateurs dans un ensemble de toutes les performances de l'œuvre, où chaque spectateur s'engage a un degré qui lui est propre, et donc évolutif sur un ensemble. L'enjeu majeur dans tout ce rapport d'élasticité n'est au final pas d'avoir un équilibre des intensités d'engagement, mais un équilibre des intentions entre l'auteur et l'ensemble des spectateurs.

Pour aller plus loin, il faut imaginer l'idée que les spectateurs s'engagent dans des intentions artistiques qui ne sont pas cadrées par l'auteur en amont. Par exemple, des spectateurs vont interagir d'une manière non prévue, ou créer une nouvelle forme de communication qui n'était pas anticipée. Nous pourrions dire qu'ici que la barre représentant l'élasticité augmente car le champ des possibles augmente par l'imprévu. [4] Ici, l'émergence d'un imprévu dans l'intention du spectateur ne met pas en péril l'élasticité dans sa globalité, mais propose une augmentation du schéma déjà existant. Il est cependant nécessaire que l'auteur-amont accueille cette évolution afin de recréer un équilibre global.

Bien entendu, le concept d'élasticité dans les sciences économiques est vaste et largement étudié. Nous ne prenons ici qu'une définition très abrégées pour la comparer à notre cas d'usage, et nous pensons que le sujet pourrait être plus détaillé. Cela pourra faire l'objet d'études et de recherches dans le futur afin de creuser le lien d'élasticité entre l'auteur et les spectateurs.

Cependant, dans notre prochaine partie, nous proposerons deux exemples d'œuvres et de situations de création pouvant figurer l'élasticité dans deux états d'équilibre différents.

4. Il faudrait cependant sortir de cette image trop linéaire et bilatérale pour imaginer une forme plus abstraite, fluctuante à chaque variation et à chaque performance.

11.1.2 L'élasticité de création : deux cas d'étude

Nous allons à présent présenter deux créations artistiques où l'élasticité de la création peut être présente. Tout d'abord, nous décrirons l'œuvre *Paradigme Optique*, créée en 2021 pour le festival Recto VRso, dont la thématique était *Exposition réelle - Exposition virtuelle*. Puis, nous étudierons le cas de la Creative Jam réalisée par des étudiants des Universités Paris 8, Artec et Rennes 2 en collaboration, lors du festival Recto VRso de 2023.

Paradigme Optique

L'œuvre *Paradigme Optique* est un environnement virtuel interactif en ligne où les spectateurs déambulent dans un espace surréaliste par casque de réalité virtuelle ou sur ordinateur avec un clavier et une souris. Le monde virtuel est inspiré des illustrations du studio de graphisme *A droite de la main gauche*, et met en scène nos photographies réalisées en parallèle de notre doctorat (voir Figure 11.2).

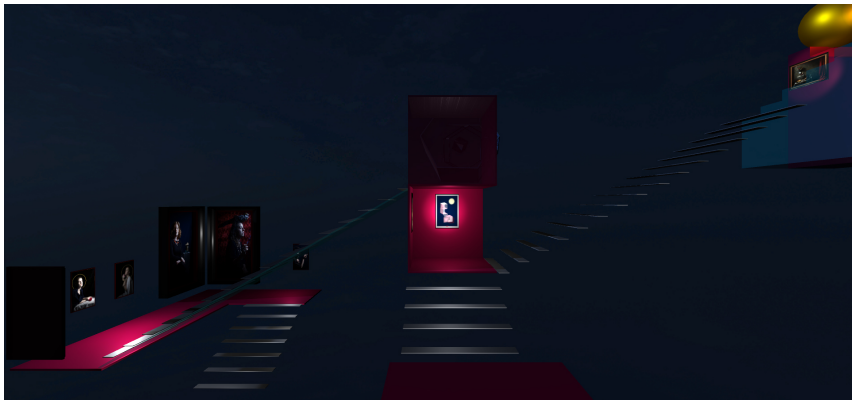


FIGURE 11.2 – Capture d'écran de l'œuvre Paradigme Optique.

L'idée était donc de proposer aux spectateurs, par un accès en ligne, d'entrer dans ce monde virtuel pour découvrir des œuvres d'art à une période où les centres culturels étaient encore fermés à cause de la situation sanitaire mondiale. Après la déambulation dans la partie muséale de l'environnement virtuel, un deuxième espace présentait des salles inspirées de nos rêves et de nos souvenirs, modélisés ensuite avec le logiciel *Blender* et implémentés dans *Unity*. L'ensemble était accompagné d'une musique composée spécialement pour l'occasion par l'artiste Dyëzohi. L'œuvre était ensuite intégrée directement sur le site internet du festival Recto VRso, aux côtés de nombreuses autres créations en ligne, questionnant ces modalités d'exposition virtuelle.

Dans ce cas de figure, nous pouvons émettre une première forme de collaboration entre l'auteur-amont et l'auteur-aval dans le principe de performativité de l'œuvre pour lui donner une forme finale. Les spectateurs interagissent avec le dispositif en ligne pour déambuler dans l'espace virtuel, créant leur propre expérience esthétique du musée virtuel surréaliste. Nous pouvons également proposer une forme de collaboration entre les différents artistes qui ont proposé des œuvres pour ce format de festival, mais cela ne fait pas l'objet de notre étude ici.

Ici, nous pouvons constater que la part d'interaction du spectateur n'est pas aussi importante que dans le cas de Creative Harmony par exemple. En effet, chaque personne peut évoluer dans l'espace en orientant son regard virtuel, grâce aux flèches du clavier et à la souris, mais ne peut directement intervenir sur l'environnement virtuel. Nous pouvons donc dire ici, dans le rapport d'élasticité, que l'auteur (nous) a pris une grande part d'intervention dans l'œuvre, en proposant un univers complet, où les interactions sont volontairement à un degré relativement faible.

Creative Jam Recto VRso 2023

Cet exemple n'est pas une œuvre d'arts numériques sur laquelle nous sommes auteur et à laquelle des spectateurs sont confrontés par l'interactivité, mais plutôt un projet de création dont nous sommes à l'initiative, et pour lequel nous avons proposé à un groupe d'artistes de collaborer (avec nous, mais également entre eux). En 2023, nous avons eu l'opportunité d'être responsable du festival Recto VRso, dans un format inédit appelé *Invitation*. Durant cette édition, nous avons proposé aux artistes gagnants de l'award Recto VRso des éditions précédentes, d'exposer une nouvelle œuvre au sein de l'Art&VR Gallery, galerie officielle du festival. En parallèle, nous avons invité les universités partenaires historiques du festival à présenter des travaux d'étudiants en recherche-création en arts numériques, au sein du Quarante, lieu culturel emblématique du centre-ville de Laval. Dans le cadre de ce partenariat, un groupe d'étudiants de l'université Paris 8 (formation Arts et Technologies de l'Image), d'étudiants de l'EUR Artec et d'étudiants de l'université Rennes 2 (formation Création Numérique) ont eu l'occasion de participer à une Creative Jam d'une semaine. Ces artistes avaient cinq jours pour créer une performance sur scène mélangeant création sonore et vidéo, qui était ensuite restituée pendant trois représentations le week-end, devant un public (voir Figure 11.3).

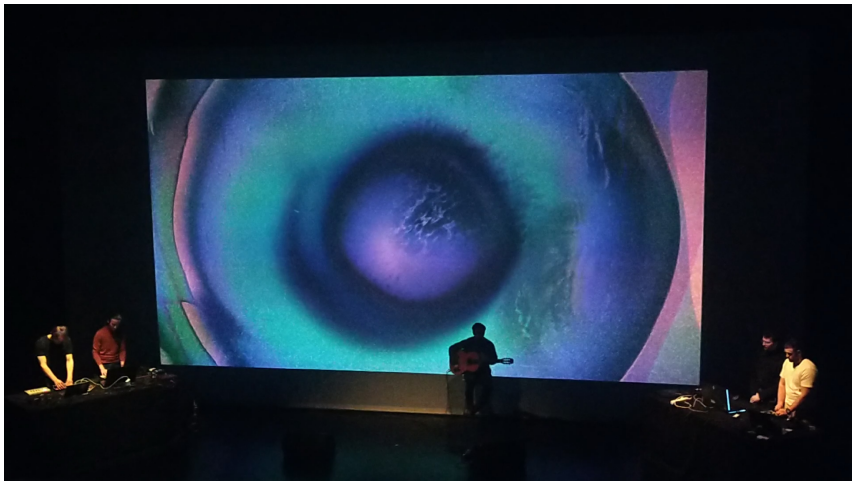


FIGURE 11.3 – Photographie de la représentation du spectacle créé par les étudiants interuniversités lors de la Creative Jam de Recto VRso 2023.

Dans le cadre de cette jam, les étudiants n'avaient presque aucune règle pré-définie, si ce n'est un travail en collaboration entre eux, mêlant image et son, et une durée de performance d'une vingtaine de minutes. Chaque participant était donc libre de créer comme il le souhaitait, dans la mesure où cela correspondait avec l'ensemble de la pièce. L'ensemble du groupe a donc dû équilibrer son propre état du compromis afin de donner une cohérence globale à leur œuvre, avec une ambition qui leur était propre. Nous n'avions donc fixé aucune contrainte afin qu'ils puissent se les imposer eux-mêmes et donc répondre de manière autonome à leurs propres restrictions. De même, ce sont eux qui ont directement vu avec la régie lumière et son afin de mettre en place une scénographie propre à leur œuvre.

Dans ce cas de figure, l'élasticité de la création est totalement différente que dans le cas de Paradigme Optique. En effet, en tant qu'initiateur du projet, nous avons laissé une très grande part de liberté des artistes dans leur intervention, effaçant presque entièrement notre présence dans l'œuvre finale.

Par ces deux exemples collaboratifs, et même si les conditions de collaboration et le cadre de l'œuvre ne sont pas les mêmes, nous pouvons comprendre le principe de l'élasticité de la création. Ainsi, dans notre travail général, lorsqu'il s'agit d'une œuvre ou d'un travail collaboratif, plus nous intervenons dans le processus de développement du dispositif artistique, moins nous laissons de place aux spectateurs pour intervenir, comme c'est le cas avec Paradigme Optique. A l'inverse, moins nous intervenons dans le processus

de création, et plus les spectateurs peuvent ajouter leur part de subjectivité, leur point de vue par la création, comme avec les étudiants de la Creative Jam de 2023.

Dans Creative Harmony, nous sommes plutôt sur un rapport où nous, auteur-amont, proposons un environnement virtuel propre à notre univers artistique, mais laissons une grande part d'intervention aux spectateurs par leur interactivité. Nous pouvons donc schématiser nos propos et les différents degrés d'implication que nous laissons à nos collaborateurs dans le cadre des projets de création que nous avons explorés dans cette thèse (voir Figure 11.4).



FIGURE 11.4 – Schéma des niveaux d'implication représentant l'élasticité de la création dans les différents projets collaboratifs de notre thèse.

Nous pensons que l'élasticité de la création peut s'ouvrir à de nombreux projets artistiques collaboratifs, que ce soit dans le rapport auteur-amont / auteur-aval, mais également avec les autres formes de collaborations que l'on a décrites en première partie. Ce concept développé ici pourrait permettre à de futurs projets de se construire plus précisément, notamment lors de la compréhension des rôles de chacun sur la création de l'œuvre. Bien entendu, il faut ajouter à l'élasticité de la création, qui semble être le concept théorique qui encadre les enjeux d'une œuvre et la manière dont se place l'auteur face à ses collaborateurs, à l'équilibre du compromis qui est présent dans tout l'acte de création, du début à la fin de l'œuvre. Les deux concepts doivent former un ensemble équilibré en permanence afin de créer une collaboration stable, heureuse, et distincte.

11.2 Méthode de relaxation

Si nos résultats de Creative Harmony montrent qu'il y a un impact notoire de l'environnement virtuel sur l'état émotionnel, notamment par l'augmentation des émotions positives, il serait intéressant ici de proposer une étude méthodologique des différents éléments amenant à ces effets sur les spectateurs. Bien entendu, il s'agira ici d'établir une liste non exhaustive des moyens de créer de la relaxation dans une expérience de réalité virtuelle, et cette liste peut tout à fait être complétée par d'autres événements qui ne font pas partie de Creative Harmony, sur laquelle nous nous basons comme étude expérimentale.

1. **Trois scènes progressives :** Nous pensons que la structure même de l'œuvre Creative Harmony est une première étape à la relaxation, ou du moins à la détente et au plaisir par l'expérience. Nous avons présenté les trois scènes de l'œuvre avec une thématique pour chacune, à savoir la Scène 1 pour l'immersion, la Scène 2 pour l'interactivité et la Scène 3 pour la communication. Par cette structure, nous amenons chaque spectateur progressivement dans différents états interactifs et contemplatifs, dans des univers artistiques proposant de l'intimité, de la nostalgie, parfois de la mélancolie. Notre recherche invite les spectateurs à vivre un panel large d'émotions et d'intensités d'émotions, afin de proposer une expérience totale grâce à la réalité virtuelle et à l'œuvre collaborative.
2. **La musique :** Nous avons vu que l'environnement virtuel peut être accompagné par la musique pour cibler et intensifier les intentions émotionnelles proposées par l'auteur. En effet, en variant sur les rythmes, les mélodies, ou encore la profondeur de l'univers sonore, nous pouvons accentuer le ressenti de chaque spectateur. C'est pour cela que la musique *ambient* peut jouer un rôle fondamental dans sa capacité introspective, par son impact sur le ressenti émotionnel des spectateurs, son accompagnement du paysage visuel et sa structure évolutive au fil de l'expérience. Enfin la technique du *field recording* peut être un moyen de donner davantage le sentiment de présence dans un environnement virtuel, par la capture de sons dans un environnement réel. Retrouver des éléments naturels correspondants à l'environnement virtuel peut donner davantage de crédibilité à la scène, tout en accentuant les effets positifs d'un paysage sur l'état émotionnel.
3. **L'immersion :** Plus précisément sur l'immersion, elle est le moyen technique de procurer aux spectateurs le sentiment de présence dans un environnement virtuel.

Elle est donc fondamentale à l'expérience esthétique en réalité virtuelle, et donc à la possibilité de relaxation. Si l'immersion est la fonction principale de la Scène 1, nous pensons qu'un univers progressivement lumineux et intense dans les demandes interactives permet aux spectateurs de faire une transition sereine entre le monde réel et le monde virtuel. Cela peut également favoriser l'aspect intimiste de notre œuvre tout comme l'engagement d'interactivité par l'expression corporelle que nous demandons dans la deuxième scène.

4. **L'interactivité :** Créer par son corps entier est une action très intime dans un environnement virtuel. S'exprimer corporellement, pour ne pas dire danser, n'est pas forcément une action évidente ou agréable pour tout le monde selon sa relation à son corps et l'image que l'on renvoie. Aussi, la détente est importante pour arriver à des envies de gestes dans le but de créer un paysage, ou encore de communiquer avec d'autres personnes. Nous pensons donc que plus l'immersion est importante, plus l'interactivité peut être riche, impactant donc positivement la communication. Egalement, par nos différentes expériences d'exposition de Creative Harmony, nous pensons que l'interactivité est un moyen de créer de la relaxation, lorsque les personnes sont synchronisées avec l'entièreté du rythme de l'œuvre (la musique, le paysage, les autres spectateurs).
5. **La contemplation :** Il s'agit d'un élément essentiel de notre œuvre en réalité virtuelle, qui joue fortement sur l'impact émotionnel des spectateurs. Il est donc important de proposer un environnement virtuel riche et agréable, afin que chaque personne puisse prendre du plaisir à contempler le monde virtuel l'entourant. Si cette action semble assez évidente à concevoir dans le principe de réception d'une œuvre d'art, comme une peinture traditionnelle par exemple, ou encore face à un beau paysage, cela n'est pas aussi simple de l'indexer dans un environnement en réalité virtuelle, où la technologie pousse généralement à l'action (nous ne prenons pas en compte les films en 360° qui ne sont pas pris en compte dans notre recherche). Ainsi, proposer des moments de recul, où la seule interaction est la variation du point de vue du spectateur, sans pour autant créer d'incompréhension, de malaise voire une perte de présence, est un enjeu essentiel de l'œuvre dans sa capacité à créer de la relaxation. Il faut donc avoir en permanence un équilibre entre possibilité d'interaction et possibilité de contemplation.
6. **La voix off :** Un élément fondamental de la première scène est la voix off, qui permet dans un premier temps d'immerger le spectateur dans l'œuvre en s'adres-

sant directement à lui, et dans un deuxième temps de le détendre par des exercices de relaxation par le souffle, le mouvement et la conscientisation de son corps dans l'espace. Ainsi, elle permet d'amener directement les spectateurs dans un état facilitant la relaxation, et ce de manière assez naturelle puisqu'elle intervient dès le début de l'expérience.

Ainsi, chacun de ces éléments listés permettent d'amener à un état général de relaxation. Il est important de préciser que chaque personne vit différemment l'expérience, et donc le degré de relaxation par la performance de l'œuvre. Egalement, il est possible que certains spectateurs ne vivent pas du tout un sentiment de détente, n'empêchant pas de vivre une expérience agréable de l'œuvre. La relaxation n'est pas un élément obligatoire pour vivre une expérience esthétique forte, ou du moins intense par rapport à l'œuvre, mais bien une possibilité d'état à vivre grâce à Creative Harmony.

Sur le souffle : Nous pensons que c'est un moyen très intéressant d'interagir avec un environnement, ou bien même pour se synchroniser avec l'œuvre. Que ce soit pour suivre le rythme de la musique, ou bien pour pouvoir interagir avec les autres spectateurs, le souffle est très intuitif dans son rôle interactif. Egalement, il joue avec la question de l'intimité de manière assez forte. Si dans la vie réelle, souffler sur quelqu'un est assez mal perçu car nous franchissons les limites de l'intimité propre à chacun, en réalité virtuelle, il n'y a que très peu de perception de ces barrières personnelles. Les spectateurs se soufflent donc aisément dessus afin d'explorer les possibilités interactives qui existent dans l'œuvre. Ce dépassement du cadre de l'intimité nous semble donner des possibilités poétiques très fortes dans un contexte artistique, lorsque souffler devient un moyen de créer, d'interagir, de donner vie à l'image. Enfin, utiliser le souffle a un impact direct sur l'état émotionnel et la capacité de relaxation, puisqu'il accompagne l'idée de détente par la respiration profonde que nous avons mise en place dans la première scène de Creative Harmony. Cependant, nous avons également constaté que le souffle pouvait faire l'effet inverse, provoquer du malaise ou encore de la déception pour les personnes dépassant leurs limites. Il faut donc amener plus précisément son utilisation, guider correctement les spectateurs dans ses possibilités interactives, afin de rester dans un cadre de vécu positif de l'œuvre. Il serait donc intéressant de continuer nos recherches sur cette modalité interactive afin de parvenir à un résultat relaxant intéressant, sans pour autant provoquer du malaise par sa trop intense utilisation.

Nous venons donc de proposer plusieurs éléments amenant à un état de relaxation dans notre expérience de réalité virtuelle collaborative. Encore une fois, il est important de préciser que cette liste se base sur les expériences de Creative Harmony et les retours d'expositions, ainsi que des journées de tests auprès de participants volontaires. Dans notre prochaine et dernière partie de chapitre, nous ouvrirons nos recherches globales sur la cocréation, la collaboration et la comanipulation.

11.3 Sur la collaboration

11.3.1 Collaborer pour développer une œuvre

Toute notre réflexion sur la création d'une œuvre en collaboration se base sur nos expériences passées, avec deux exemples d'œuvres, *Numerica* (2017) et *David&Goliath* (2019). Si pour la première œuvre, l'expérience de développement avec des étudiants en sciences de l'informatique, une artiste modélisation 3D et un musicien était stable et concluante, nous avons rencontré des problèmes avec le développement de la deuxième œuvre en réalité virtuelle citée. En effet, nous avions manqué d'un temps de mise en place de l'équipe de développement, et donc d'équilibre du compromis, provoquant ainsi une instabilité des rôles, des compréhensions des univers respectifs, et même des enjeux principaux de l'œuvre. Le dispositif artistique a pu être présenté lors du festival Recto VRso 2019, mais avec un fonctionnement fragile et un retour d'expérience non concluant de la part des spectateurs.

Avec Creative Harmony, nous avons donc voulu reprendre les éléments positifs de chaque expérience de collaboration déjà vécue, tout en améliorant les points qui avaient été problématiques. C'est donc pour cela que nous avons insisté sur la présentation du scénario, avec un retour de chaque artisan de la collaboration, mais également une **coordination des langages** afin que chacun puisse se comprendre et avancer correctement. Nous pensons que les espaces de travail partagés sont un point essentiel de cette coordination d'équipe dans le développement. Que ce soit réellement par un bureau partagé, une présence fréquente de chacun des membres, et l'utilisation d'un tableau blanc, ou bien virtuellement avec un espace commun de partage de documents (Google Drive, GitLab) et un espace de discussion (Discord), il est nécessaire de pouvoir échanger le plus possible les informations, de manière équilibrée, entre chaque personne participant au projet. Tous ces espaces doivent être accessibles à tout le monde, afin que chacun puisse avoir connaissance des autres données relatives à l'œuvre. La **communication** et la transparence nous semblent donc être les points centraux de la collaboration dans le développement d'un projet.

Un autre concept essentiel à un développement favorable est la **déconstruction du concept de hiérarchie**. En effet, il est important de garder des rôles qui ont une vision globale sur l'ensemble du projet et qui prennent donc les décisions finales. C'est donc ici la fonction de l'auteur, par son statut de chef d'orchestre que l'on a présenté, qui assure

ce regard omniprésent, avec dans notre cas, la présence de la supervision artistique (Joël Laurent et Cédric Plessiet) et de la direction technique (Ronan Gaugne et Valérie Gouranton). Cependant, cette présence n'entraîne pas forcément, du moins pas dans notre cas, une vision de hiérarchie basée sur le concept de domination. Nous considérons que chaque artisan du projet a un rôle nécessaire et important dans son apport de subjectivité dans le projet, et ce sans considération de frontières entre les disciplines. Nous estimons que chaque personne a un intérêt particulier à travailler sur le développement de l'œuvre, avec un savoir-faire relatif à sa discipline, mais qui n'empêche pas d'être ouvert sur d'autres disciplines. Ainsi, durant la première version de Creative Harmony, Johan Julien qui s'occupait du ballet virtuel, et donc de la réflexion sur le geste chorégraphié, a proposé des solutions pour améliorer la captation des mains pour la génération de montagnes. Également, Bastien Daniel qui travaillait sur l'implémentation de l'œuvre dans Unity, a proposé plusieurs solutions artistiques qui amélioraient l'expérience visuelle des spectateurs immergés. Notre forme de hiérarchie se base donc sur le principe de diagonalité, comme nous l'avons déjà dit, avec des moments où nous sommes internes au processus de création lorsque nous sommes artiste, et des moments où nous sommes frontal à l'équipe de développement quand on est chef d'orchestre. Ainsi, ce rôle même de chef d'orchestre est paradoxal puisque nous ne sommes pas dans une volonté de chef dirigeant une équipe, mais plutôt d'un guide permettant l'équilibre constant de l'état du compromis dans la création de l'œuvre.

Nous pensons donc que cette notion d'**équilibre** est centrale dans la collaboration, peu importe le degré de direction que se donne l'auteur au début de développement d'une œuvre. Afin de garder un développement positif, riche et stable d'une œuvre (et d'ailleurs pas seulement un projet relatif au domaine artistique), il est important de garder un équilibre constant entre direction et liberté de proposition. Car pour qu'il y ait collaboration, il faut qu'il y ait envie de collaborer. Or, nous supposons l'idée que s'il y a une volonté de domination, ou bien un non-équilibre entre l'effort de création et les résultats obtenus, cela nuit à l'idée de collaboration. Si notre vision est probablement utopiste dans cette idée d'équilibre entre les acteurs d'une œuvre, puisqu'au final, c'est bien l'auteur qui reste le principal décisionnaire de l'œuvre, nous pensons qu'elle reste un axe important à respecter dans le développement d'un projet à plusieurs. Nous estimons également que proposer à chacun d'intervenir sur une œuvre permet de l'enrichir, de la complexifier et de dynamiser le processus de création afin d'arriver à un dispositif artistique heureux.

11.3.2 La collaboration des spectateurs

Faire collaborer des spectateurs ne signifie pas simplement les faire participer mutuellement à une expérience de réalité virtuelle. La collaboration réside dans le fait que chacun, par ses actions individuelles ou synchronisées, a un impact sur l'environnement virtuel. La narration interactive est donc primordiale dans une œuvre en réalité virtuelle collaborative.

Dans Creative Harmony, si nous avons tenté plusieurs modalités d'environnements virtuels asymétriques et symétriques, en plus de varier les possibilités d'interaction, nous ne sommes pas totalement parvenus à une bonne perception de cet acte collaboratif. En effet, d'après nos expériences et résultats, nous avons constaté que la perception des actions des autres sur l'environnement est complexe à signifier dans notre cas. Nous pensons que l'apparence des spectateurs joue un rôle essentiel dans cette conscientisation. Si les avatars ne sont pas assez significatifs et représentatifs des actions interactives, que ce soit sur le paysage ou bien vers d'autres spectateurs, alors la perception de la collaboration n'est pas totalement validée. D'ailleurs, nos résultats n'ont pas pu valider notre hypothèse liée à la perception de l'acte collaboratif. Nous pensons qu'avec Creative Harmony 3, nous avons pu améliorer cette conscientisation des actions de chacun sur l'environnement virtuel, grâce à l'identification par couleurs et textures différentes de chaque spectateur. Les participants pouvaient comprendre, par la différence d'aspect des montagnes et des arbres, que chacun pouvait intervenir à sa manière sur le paysage évolutif. Cependant, il était plus difficile de comprendre quel spectateur avait créé une montagne particulière.

Dans Creative Harmony 2, nous pensons que la difficulté à percevoir la collaboration résidait dans l'asymétrie, notamment avec le point de vue des Spectateurs B. Chacun pouvait comprendre et percevoir la présence des autres, mais il était difficile de savoir ce que ses propres gestes provoquaient sur l'environnement. Les feedbacks n'étaient pas assez forts pour améliorer ce problème. Egalement, même si chacun pouvait percevoir les autres, les distances étaient trop grandes pour interpréter correctement les gestes de la Scène 2. Ce problème était moins important pour le Spectateur A puisqu'il pouvait aisément faire un lien entre ses gestes et les créations de montagnes, et remarquait également que certaines parties de son paysage disparaissaient avec les actions des autres spectateurs. Cependant, lui-même ne pouvait pas savoir comment ces montagnes disparaissaient exactement, par quel moyen ou quel geste particulier.

Au final, nous avons remarqué, notamment par Creative Harmony 3, que l'interactivité par la danse et le souffle sont deux grandes charges mentales pour les spectateurs. Créer du paysage par ces moyens interactifs demande beaucoup d'intention, diminuant ainsi celle apportée à la communication. Inclure la conscience de la collaboration et la synchronisation dans ces actes de création rend alors l'expérience très intense et donc difficilement percevable dans son ensemble. D'autant plus que chaque spectateur est libre de vivre l'œuvre à sa manière, et donc plus ou moins communicatif, interactif avec les autres, et ainsi centré sur la synchronisation. L'absence de règle précise, ou bien la trop grande liberté de performance de l'œuvre, pourraient être les principaux freins à cette difficulté à conscientiser l'acte collaboratif.

Néanmoins, par nos différentes expositions, nous avons remarqué que la communication orale était une aide importante à cette perception de la collaboration. Par l'a parole, les spectateurs pouvaient décrire leur expérience, leurs différents points de vue, leurs actions et donc améliorer la synchronisation et la communication non verbale. Pour aller plus loin dans ce constat, nous avons vu que l'échange oral était plus facile lorsque les personnes se connaissent déjà, et ont un lien fort, comme un parent et un enfant, ou encore un couple. Dans ces cas précis, notre œuvre a pris une tout autre dimension communicative, offrant de nouvelles possibilités d'expérience esthétique à chaque spectateur. Egalement, la communication gestuelle, et donc la synchronisation, semble plus simple lorsqu'elle est réalisée par des gestes simples, identifiables facilement et ainsi répétable. Les symboles, les mots, les trajectoires précises des mains sont donc des moyens d'entrer en synchronisation, offrant derrière des possibilités fortes d'enrichissement de geste.

Pour conclure sur la perception de la collaboration dans la performance de notre œuvre, nous pouvons dire que la communication et la transparence, qui sont des points centraux dans le processus de développement du dispositif, ont manqué dans le processus de réception des spectateurs. La difficulté à comprendre les actions des autres, à identifier les interactions signifiées par les avatars, et parfois à ne pas pouvoir communiquer oralement, a entravé la bonne lecture de l'acte collaboratif dans nos environnements virtuels. Si nous estimons qu'il y a une compréhension de la cocréation par la perception des changements qui ont lieu sur l'environnement virtuel et qui ne sont pas dus à nos actions singulières, nous pensons que la compréhension de la collaboration par l'interactivité reste à améliorer.

11.3.3 Vers une recherche sur la comanipulation ?

Si la communication est une aide à la compréhension de la collaboration, nous pouvons ici citer les recherches de Fleury et al. [5] qui ont exploré les comportements collaboratifs entre deux espaces asymétriques, connectés et comanipulateurs d'un même environnement virtuel. La communication orale apparaît alors comme une aide à la synchronisation dans la résolution de tâches précises.

La comanipulation est un concept intéressant dans la collaboration en réalité virtuelle, puisqu'elle est le résultat des différentes notions que nous avons précédemment étudiées, comme la présence sociale, l'awareness, la communication, ou encore la synchronisation. Il serait donc intéressant d'envisager une version améliorée de Creative Harmony (ou une autre œuvre en réalité virtuelle collaborative), qui invite les spectateurs à cocréer et comanipuler ensemble un environnement virtuel.

Dans la troisième scène de Creative Harmony 3, nous avons tenté de questionner cette relation synchrone entre les spectateurs et d'en créer une interactivité avec le paysage virtuel. Nous souhaitions que les participants immergés puissent se synchroniser pour avoir des actions sur l'environnement de particules grâce au souffle. Cependant, nous pensons que l'expérience totale de l'œuvre était trop intense pour arriver à un état de comanipulation à la fin de l'œuvre. Il serait donc intéressant d'imaginer un nouveau dispositif en réalité virtuelle, inspiré de la méthode de relaxation que nous avons précédemment citée, pour étudier le comportement de spectateurs dans la possibilité d'une communication, d'une synchronisation, dans le but de comanipuler un environnement artistique par leur performance. Nous rejoindrions alors les recherches de Desnoyers-Stewart précédemment citées avec l'œuvre *JeL* [6] dans lesquelles les spectateurs peuvent souffler ensemble pour faire émerger une plante aquatique virtuelle.

Ainsi, la communication verbale serait un atout intéressant à exploiter, dans la continuité de nos premières remarques, pour l'amélioration des actes collaboratifs, tout en ouvrant à de nouvelles expériences esthétiques liées aux œuvres en réalité virtuelle. Enfin, il sera important, dans ces futures recherches, de continuer à proposer des environnements inspirés de l'art pictural et des réflexions propres à ce médium qui nous est cher, tout en gardant la relaxation comme expérience artistique.

5. Cédric Fleury et al., « Remote collaboration across heterogeneous large interactive spaces », in : *2015 IEEE Second VR international workshop on collaborative virtual environments (3DCVE)*, IEEE, 2015, p. 9-10.

6. Desnoyers-Stewart et al., « JeL : Connecting through breath in virtual reality », *op. cit.*

Pour conclure ce Chapitre 11, nous avons proposé le concept d'élasticité de la création pour présenter le lien qui existe entre l'auteur-amont et l'auteur-aval, dans le principe d'équilibre des intentions et engagements autour d'une œuvre en réalité virtuelle. Nous sommes partis d'un modèle basé sur les sciences économiques pour étudier notre relation entre création d'un dispositif artistique et de l'interactivité des spectateurs.

Nous avons ensuite proposé une méthode de relaxation pour des œuvres en réalité virtuelle, en nous basant sur une liste de six concepts : une structure en trois scènes, une musique appropriée, l'immersion, l'interactivité, la contemplation et la voix off. Nous avons également fait une parenthèse sur l'utilisation du souffle interactif qui peut avoir un grand impact sur les capacités relaxantes d'une œuvre, à condition de jauger correctement son utilisation pour éviter des effets de malaise sur le corps des spectateurs.

Enfin, nous avons ouvert nos réflexions sur notre recherche générale, avec une première approche de la collaboration dans le processus de développement de l'œuvre. Nous avons parlé de l'importance de la communication, et donc de la coordination des langages, mais également de la déconstruction du concept de hiérarchie, et enfin de la nécessité de l'équilibre entre les rôles. Nous avons fini par proposer une ouverture de nos recherches sur l'interaction comanipulatrice entre plusieurs spectateurs, dans le but d'étudier les comportements de ces derniers lors de phases de créations en synchronisation.

Pour conclure notre thèse, nous souhaitons présenter trois versions de Creative Harmony qui ont été proposées lors de notre doctorat de recherche-création, ou qui sont en voie de développement. Nous étudierons donc l'œuvre *Sensouffler*, créée en 2022, puis le projet de connexion de plusieurs salles immersives en France, et enfin le projet *Voyage du Geste* qui applique notre recherche dans le domaine de la santé.

Chapitre 12

Les évolutions de l'œuvre Creative Harmony

Tout au long de notre doctorat, nous avons eu l'opportunité de créer des variantes de Creative Harmony. Ainsi, la structure de l'œuvre a permis, et permet encore, de développer de nouvelles idées ou applications du dispositif artistique dans des cadres précis. Dans ce dernier chapitre de notre thèse, nous étudierons donc trois formes évolutives de Creative Harmony. Tout d'abord, nous présenterons l'œuvre *Sensouffler*, créée en 2022 dans le cadre de l'exposition *Pour un imaginaire numérique avec Edmond Couchot*, qui a permis d'ouvrir nos recherches sur le souffle comme modalité interactive dans le but de créer du paysage virtuel. Deuxièmement, nous verrons comment Creative Harmony est utilisée pour connecter plusieurs salles immersives et plateaux de réalité virtuelle en France, notamment grâce à son environnement virtuel asymétrique. Enfin, depuis 2024, le projet *Voyage du Geste* est mis en place, afin de créer un environnement virtuel collaboratif pour des patientes atteintes d'un cancer du sein, dans le but d'aider à la relaxation et à l'activité physique. Ainsi, tout ce Chapitre 11 permettra de comprendre comment l'œuvre Creative Harmony peut être adaptée, de par sa structure spécifique en trois scènes et son environnement virtuel symétrique ou asymétrique, à des cas d'usages spécifiques ou à des visions appliquées de l'art.

12.1 Sensouffler, la découverte de la captation de souffle

Nous avons eu l'opportunité en 2022, de participer au colloque-exposition dédiée à l'artiste-théoricien de l'art numérique Edmond Couchot, intitulé *Pour un imaginaire numérique avec Edmond Couchot*[1]. Dans le cadre de cet événement important dans la communauté de la recherche-création autour des arts, des sciences et des technologies, nous avons créé l'œuvre *Sensouffler. La vie de l'image dorénavant peut ne plus tenir qu'à un souffle*, en collaboration avec Joël Laurent, avec une musique créée par Pierre Huyghe.

L'environnement virtuel s'inspire directement des œuvres *La Plume* et *Pissenlits* qu'Edmond Couchot a cocréé avec Michel Bret et Marie-Hélène Tramus. Nous avons donc voulu rendre hommage à l'interactivité par le souffle dans un univers en réalité virtuelle, où le spectateur peut créer du paysage par les mains et l'expiration captée. Dans cette œuvre, l'expérience se fait seule, il n'y a pas de système de collaboration installé pour les spectateurs.

L'œuvre est composée de trois scènes. Une première partie, axée sur l'immersion, propose au spectateur d'entrer dans un environnement aérien, composé de particules, d'akènes de pissenlits et de plumes. Lorsqu'il respire, la vitesse de ces éléments évolue selon l'intensité du souffle (voir Figure 12.1). Le participant peut également entendre des extraits d'une conférence qu'Edmond Couchot a présenté à l'Université Rennes 2 en 2014. Nous avons souhaité utiliser les passages les plus marquants de ses propos, en lien plus ou moins direct avec l'œuvre, pour en faire une voix off narrative dans l'expérience de réalité virtuelle.

La deuxième scène propose au spectateur de révéler les écrits du théoricien grâce aux mains. De la même manière que les spectateurs génèrent des montagnes dans Creative Harmony, dans Sensouffler, nous pouvons faire révéler des collines recouvertes des textes présentant l'œuvre *La plume*. Ainsi, par la danse, chaque personne peut faire découvrir des passages d'un texte poétique sur l'expérience interactive du souffle face à une œuvre d'art (voir Figure 12.2). Egalement, le spectateur peut interagir avec la densité des nuages dans la scène et l'intensité de la lumière en soufflant dans le capteur. Plus la force est élevée et plus la scène est lumineuse et les nuages actifs. Par cette interactivité, nous avons souhaité créer une métaphore à la mise en lumière des concepts théoriques d'Edmond Couchot, chers à notre recherche de doctorat.

Dans cette Scène 2, de nouveaux propos extraits de la conférence de Rennes 2 sont

1. Daste, Sohier et Tramus, *Pour un imaginaire numérique avec Edmond Couchot*, *op. cit.*

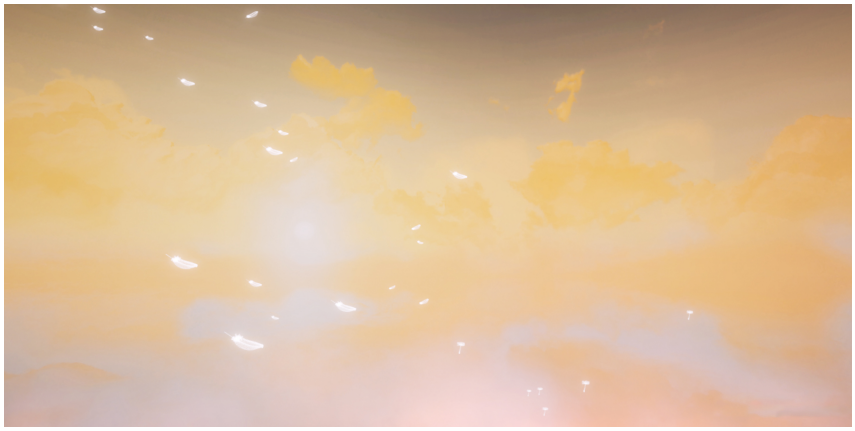


FIGURE 12.1 – Capture d'écran de la Scène 1 de Sensouffler.

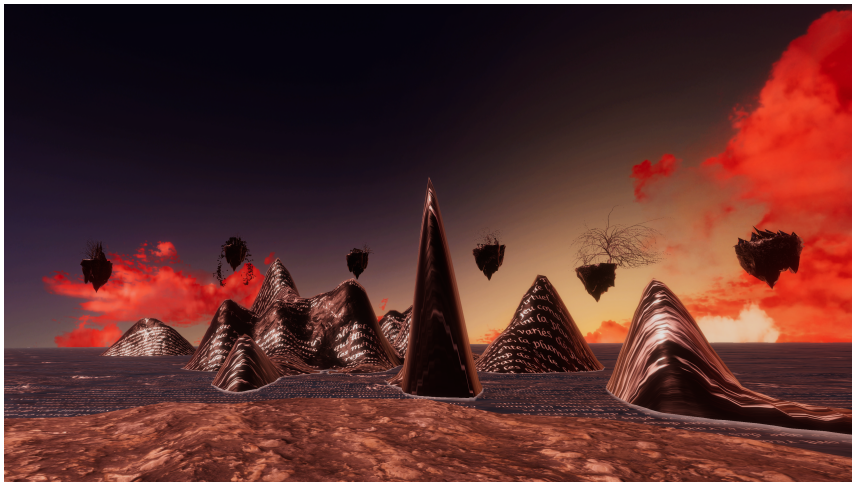


FIGURE 12.2 – Capture d'écran de la Scène 2 de Sensouffler.

mêlés à la musique, notamment cette phrase symbolique : « *Une œuvre numérique n'est complète que si elle est agie.* » représentant parfaitement le lien poétique qui existe entre le spectateur et le dispositif artistique interactif.

Enfin, la dernière scène de l'œuvre propose au spectateur de voler au dessus de sa création montagneuse, permettant de lire l'entièreté du texte interactif de la scène précédent. Des nuages rougeoyants entourent tout l'environnement virtuel, dont l'intensité évolue selon la force d'expiration des personnes. Des particules longues sur les mains invitent à jouer avec les tracés des mouvements dans l'espace, et ainsi danser avec l'environnement virtuel. Au ciel, nous avons modélisé l'ensemble de la carte des concepts principaux

d'Edmond Couchot, comme une voie lactée, en mettant en surbrillance les termes qui touchent directement à notre œuvre (voir Figure 12.3). Par cet environnement principalement contemplatif, nous avons voulu rendre hommage, dans un monde onirique, à l'ensemble de la pensée de l'artiste-théoricien, afin que chacun puisse en faire une interprétation personnelle en interagissant par les mains, le souffle, et pourquoi pas le corps entier.

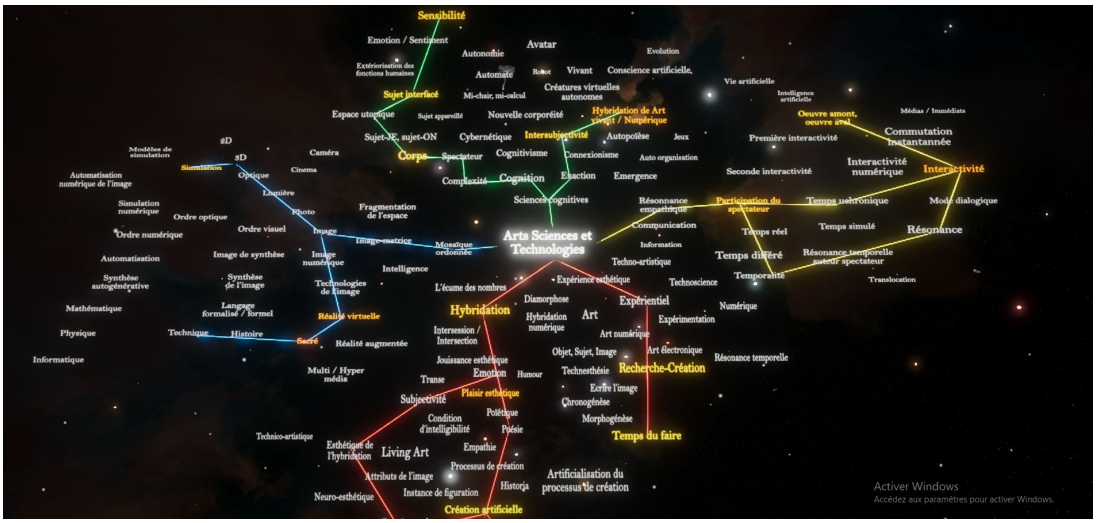


FIGURE 12.3 – Capture d'écran de la Scène 3 de Sensouffler.

L'ensemble du dispositif interactif a été travaillé avec *Unity*, en reprenant le squelette de Creative Harmony. Cependant, le capteur, qui est similaire à celui présenté pour Creative Harmony 3 (voir Chapitre 7 sur l'interaction par le souffle), est relié au logiciel de création de l'environnement virtuel grâce au logiciel libre et open-source *Chataigne*[2]. Ainsi, nous avons pu directement lier les données du souffle avec des effets de l'environnement virtuel, comme la vitesse de déplacement des particules, l'intensité de la lumière globale, ou encore la densité de génération de particules des nuages.

L'ensemble de l'expérience nous a permis de découvrir les possibilités interactives du souffle, et donc de mettre en place la troisième version de Creative Harmony. Egalement, il était intéressant de voir le comportement des spectateurs dans un environnement différent

2. Logiciel libre, gratuit et open-source, qui permet de mettre en commun plusieurs langages informatiques et sources de données afin de créer des interactions inédites. Le logiciel a été créé comme un outil commun pour les artistes, les techniciens et les développeurs voulant utiliser les technologies et synchroniser des logiciels pour des spectacles, installations interactives et des prototypages.

de notre œuvre principale de recherche-création, mais gardant la même structure.

12.2 CH pour connecter des salles immersives en France

Creative Harmony a été conçue à l'origine pour relier deux plateaux de réalité virtuelle, Immersia à Rennes et le Deep Space 8K à Linz. Sa fonction collaborative et sa structure asymétrique lui permet donc d'être polyvalente et adaptable pour d'autres plateaux de réalité virtuelle. C'est dans cette continuité de recherche que l'œuvre est utilisée pour relier des salles immersives en France.

Des premiers essais ont été faits avec Lille et notamment avec la plateforme Tore (The Open Reality Experience). Le plateau se spécifie par un écran totalement incurvé, sans aucune arête, immersif et interactif par système de capture de position et de mouvements par 12 capteurs infrarouges, lunettes stéréoscopiques et manette interactive. L'immersion peut aller jusqu'à 180°, en incluant le participant dans l'espace panoramique du sol au plafond, grâce à une rétroprojection de 20 vidéoprojecteurs d'une densité d'affichage de 1 pixel par millimètre (voir Figure 12.4).



FIGURE 12.4 – Photographie de l'œuvre Creative Harmony dans la salle de réalité virtuelle TORE, à Lille.

La complexité de ce projet réside dans la différence des outils de gestion des plateformes de réalité virtuelle, ainsi que des systèmes de capture de mouvement. En effet, dans Immersia, la plateforme est gérée par le logiciel MiddleVR qui permet de compiler l'ensemble des images vidéoprojetées avec Unity, pour créer l'immersion et l'interaction dans le plateau. Le système de captation des positions et des mouvements est Optitrack, qui compile les informations des capteurs infrarouges pour les synchroniser avec Middle VR et Unity.

Dans la salle immersive Tore, le logiciel de gestion de la réalité virtuelle est également Middle VR, ce qui favorise les connexions entre les deux plateformes, mais le système de captation de mouvement est ART. Or, il est nécessaire de revoir certaines parties du code de Creative Harmony, notamment pour la bonne génération de montagnes, afin de pouvoir connecter correctement les deux espaces et pouvoir performer entièrement l'œuvre par les deux spectateurs connectés à distance.

L'autre plateforme de réalité virtuelle avec laquelle Immersia tente de se connecter par Creative Harmony est Revica, également à Lille. Il s'agit ici d'un auditorium immersif grâce à un écran cylindrique entièrement tactile de 6x3m, avec six vidéoprojecteurs et un système de capture de mouvements par caméras infrarouges.

La complexité dans la volonté de connecter Revica à Immersia est la différence de système utilisé. En effet, la plateforme lilloise utilise un serveur VRPN pour gérer le système global, en plus d'un système de captation ART. Ici, il faut donc restructurer une partie du dispostif de Creative Harmony, notamment sur la gestion du serveur qui s'adaptait initialement à Middle VR et au système interne aux casques de réalité virtuelle (Steam XR ou Open XR selon l'utilisation d'un casque VR HTC Vive Pro ou d'un Meta Quest 2). Une première connexion a pu être réalisée avec la scène 3 de l'œuvre, dans laquelle chacun peut voir les avatars de l'autre salle immersive en temps réel, comme le montre la Figure 12.5.

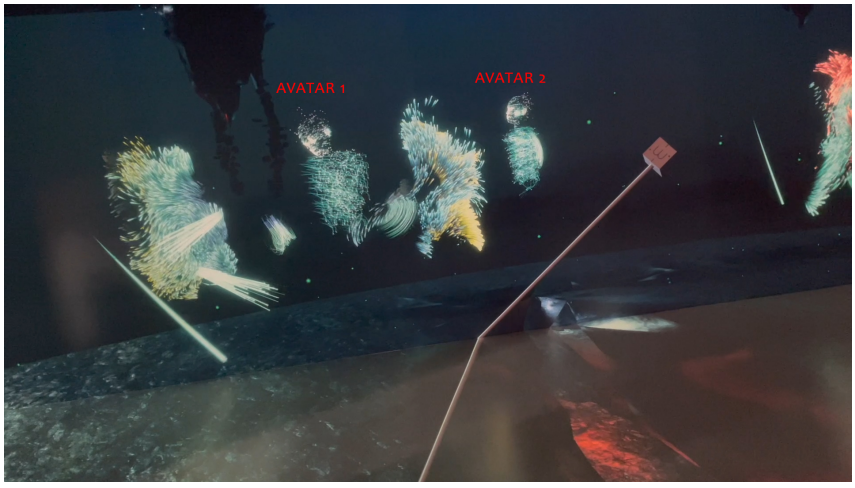


FIGURE 12.5 – Photographie des avatars connectés dans REVICA, vue d'Immersia.

La captation et la représentation des mains de chaque personne en temps réel prouve

également qu'une première bonne connexion existe entre Immersia et Revica. Cependant, ici aussi, il faut revoir une partie de la gestion des interactions entre les spectateurs et l'environnement virtuel montagneux pour qu'une performance correcte puisse avoir lieu entre les deux espaces. Egalement, selon les plateaux de réalité virtuelle, il n'est pas certain que l'on puisse garder un système asymétrique comme il est le cas actuellement dans Creative Harmony 2. En effet, s'il faut répéter des gestes apparaissant tout autour du spectateur connecté par casque de réalité virtuelle, et donc dans un environnement en 360°, ce n'est probablement pas possible dans un plateau à 180°. Il faut donc revoir une partie de l'interactivité dans ce sens. Egalement, afin de valider le geste à répéter, il faut le traverser par la main du début à la fin. Cette action nécessite donc un déplacement du corps dans l'espace réel (et virtuel), qui est souvent plus problématique dans les salles immersives avec des écrans réels proches de l'utilisateur.

L'utilisation de Creative Harmony pour relier des plateformes de réalité virtuelle est donc un choix intéressant par sa diversité des scènes et son aspect symétrique ou asymétrique. Egalement, il est possible de moduler son code tout en gardant la volonté artistique qui compose l'ensemble de l'environnement, afin de l'adapter aux différents systèmes utilisés par les salles immersives. Cependant, la technicité et les logiciels utilisés par ces espaces demandent un travail important de modifications de certains aspects de l'œuvre, notamment sur les capacités interactives des différents rôles des spectateurs. Afin de résumer l'ensemble des éléments techniques compris dans le projet collaboratif, nous proposons ce Schéma 12.6.

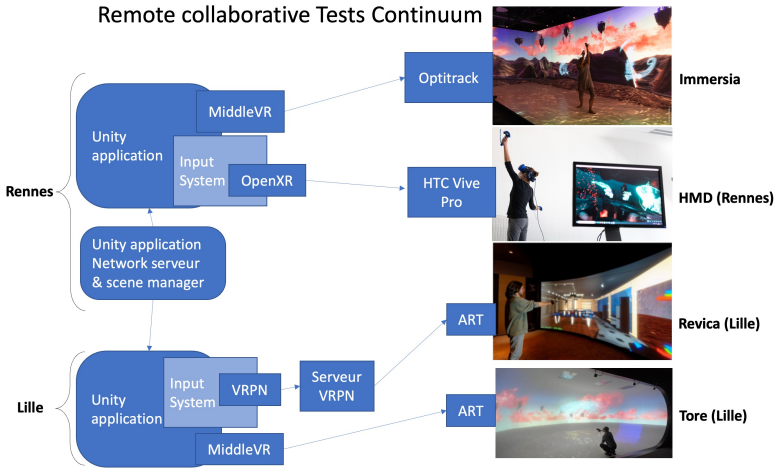


FIGURE 12.6 – Schéma représentant le fonctionnement collaboratif entre les salles IMMERSIA, TORE et REVICA, avec les paramètres techniques propres à chacune.

12.3 Voyage du Geste : l'art au service de la santé

Le projet *Voyage du Geste*, en partie financé par Rennes Métropole, est né à la suite de discussions autour de l'expérience de Creative Harmony dans la salle immersive Immersia durant l'année 2024. Avec le potentiel relaxant déjà étudié sur l'œuvre, nous avons eu envie de l'ouvrir à un contexte plus appliqué, à savoir pour des patients atteints de kinésiophobie [3]

Nous avons donc orienté le projet de l'œuvre vers des patientes atteintes d'un cancer du sein à un stade avancé ou métastatique. Nous savons déjà que les cancers du sein et leurs traitements conduisent souvent à des effets secondaires comme la fatigue, l'anxiété-dépression, la réduction de l'activité physique ou encore une diminution de la mobilité du membre supérieur à la suite du curage axillaire [4]. Cependant, la réalité virtuelle permet l'atténuation de la douleur et de l'anxiété en favorisant l'activité physique dans un contexte oncologique [5], mais également d'augmenter l'engagement des utilisateurs, l'intensité de leurs efforts ainsi que l'évasion [6]. En ajoutant ces recherches à nos études sur l'impact émotionnel positif de Creative Harmony, ainsi que nos expériences multiples sur la création d'un environnement virtuel relaxant, nous pensons que Voyage du Geste est un moyen innovant et poétique pour aider la prise en charge des patientes avec qui on souhaite travailler.

Dans son développement, l'œuvre s'inscrit dans une démarche interdisciplinaire entre quatre domaines de recherche : les arts numériques (Julien Lomet et Pierre Huyghe), la réalité virtuelle et les interactions (laboratoire IRISA Rennes), la médecine (Centre Eugène Marquis qui est le Centre de Lutte Contre le Cancer de Rennes) et les sciences du mouvement et de la santé (laboratoire M2S Rennes 2). Si le développement du dispositif, commencé en avril 2025, est principalement pris en charge par les deux premiers domaines cités, un regard de chaque participant au projet pourra permettre d'enrichir la narration

3. La kinésiophobie est la peur de réaliser certains mouvements, notamment à la suite d'une première blessure ou d'une maladie.

4. Philippine Fassier et al., « Variations of physical activity and sedentary behavior between before and after cancer diagnosis : results from the prospective population-based NutriNet-Sante cohort », in : *Medicine* 95.*40* (2016), e4629.

5. Hélène Buche, Aude Michel et Nathalie Blanc, « Use of virtual reality in oncology : from the state of the art to an integrative model », in : *Frontiers in Virtual Reality* 3 (2022), p. 894162.

6. Antonio Melillo et al., « Virtual reality rehabilitation systems for cancer survivors : a narrative review of the literature », in : *Cancers* 14.*13* (2022), p. 3163.

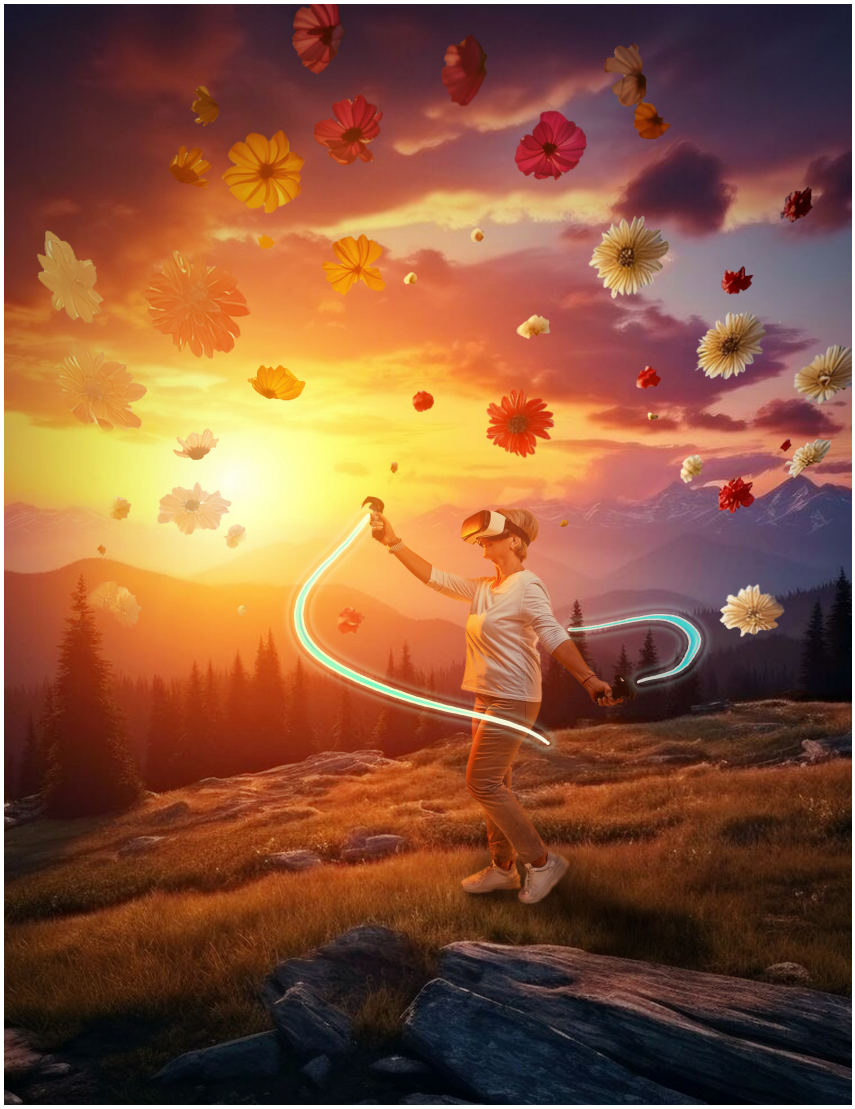


FIGURE 12.7 – Image de l'affiche de Voyage du Geste.

de l'œuvre ainsi que l'interactivité proposée aux patientes. Egalement, en nous basant sur notre méthode de création exposée en première partie de notre thèse, nous incluons les patientes directement dans le processus de création de l'œuvre. En effet, avec leurs contraintes et volontés, mais également grâce à des retours d'expériences et des discussions, nous voulons créer une œuvre qui soit la plus proche possible de leurs envies, tout en étant en adéquation avec leurs capacités physiques. Ainsi, la volonté du consortium est d'enrichir les connaissances respectives de chaque domaine d'étude composant le projet, autour de l'activité physique adaptée en réalité virtuelle comme solution non médicamenteuse pour

améliorer les conditions de vie de patientes atteintes d'un cancer du sein, notamment par l'activité physique et la relaxation.



FIGURE 12.8 – Capture d'écran de la scène 1 de Voyage du Geste.

Voyage du Geste sera donc une œuvre en réalité virtuelle collaborative, axée sur trois scènes, dans un principe similaire à Creative Harmony. Dans un premier temps, nous souhaitons proposer une immersion dans l'environnement (voir Figure 12.8), grâce à nos techniques de détente basées sur la respiration et la contemplation. Il s'agira également de comprendre les possibilités interactives du corps.

Dans les deux autres scènes, nous souhaitons travailler sur les possibilités gestuelles des patientes, en reprenant la technique d'imitation de geste explorée dans Creative Harmony 2 pour les Spectateurs B, mais également en invitant à l'exploration de la danse par mouvements libres. Ainsi, nous souhaitons amener les patientes à se focaliser davantage sur leur interactivité, et donc les actions qu'elles provoquent sur l'environnement virtuel, et moins sur la perception de leur corps, notamment de la douleur.

Enfin, l'œuvre est développée dans le cadre d'ateliers proposés par le Centre Eugène Marquis à destination des patientes, sous forme d'activité artistique (voir Figure 12.9). Un premier atelier proposera d'expérimenter la première version de l'œuvre, et de recueillir des retours oraux, mais également par des questionnaires individuels. Ensuite, nous améliorerons le dispositif pour proposer une version finale lors d'une nouvelle séance avec les mêmes patientes, durant laquelle nous allons aussi recueillir des données de retours d'expérience. L'ensemble de ces résultats nous permettront donc de comprendre l'impact

positif que peut avoir l'œuvre sur l'état émotionnel, mais également sur l'activité physique des patientes, dans l'hypothèse que l'on perçoive une évolution favorisant les conditions de prise en charge des participantes durant leur maladie.



FIGURE 12.9 – Descriptif de l'atelier "Avancer avec" du Centre Eugène Marquis.

Dans ce cas de figure, l'expérience de Creative Harmony est totalement revue pour être adaptée au mieux à un public spécifique. Nous partons de nos résultats liés à notre étude de doctorat pour créer un dispositif favorable aux patients atteints de maladies complexes, dans le but de pouvoir les aider dans leur vie quotidienne. Nous pensons que les différentes ouvertures proposées lors de notre Chapitre 11 peuvent améliorer nos recherches sur les capacités relaxantes d'une œuvre en réalité virtuelle collaborative sur nos publics visés, et donc appliquer nos études au domaine de la santé publique.

Conclusion de la Partie 3

Ce chapitre 12, axé sur les évolutions de Creative Harmony dans des cadres appliqués à l'art et/ou la recherche en réalité virtuelle, nous permet de conclure cette troisième partie de thèse, et donc l'ensemble de notre recherche sur la collaboration dans une œuvre en réalité virtuelle.

Nous avons présenté notre développement de Creative Harmony dans un Chapitre 9, notamment avec la présentation des trois versions de l'œuvre, créées depuis 2020 jusqu'à 2024. Nous avec pu étudier chacune des scènes respectives à ces dispositifs, avec des changements d'environnement virtuel et de modalités interactives pour chacun d'eux.

Dans notre Chapitre 10, nous avons étudié les méthodes d'expérimentations que nous avons mises en place à chaque édition, afin de pouvoir valider nos hypothèses de recherche-création. Nous avons notamment utilisé le questionnaire BMIS pour mesurer l'impact émotionnel de l'œuvre sur les spectateurs, et un questionnaire individuel composé de plusieurs sections pour compléter nos études précisément. Puis, nous avons complété ces méthodes d'expérimentations par des expositions et présentations scientifiques durant lesquelles nous avons constaté des comportements généraux, mais également recueilli des retours d'expérience précis. Enfin, la deuxième partie de ce chapitre est consacrée aux résultats de ces différents questionnaires et retours, qui valident une partie de nos hypothèses liées à l'impact positif de l'œuvre sur les spectateurs, mais ne nous permet pas de certifier une bonne perception de la collaboration dans nos dispositifs artistiques.

Notre Chapitre 11 est consacré à l'étude des résultats sur notre recherche générale, ainsi que sur des observations quant à nos différents points théoriques mis en pratique durant notre doctorat. Nous avons donc défini notre idée de l'élasticité de la création, à savoir un rapport équilibré entre les intentions de l'auteur-amont et celles des spectateurs autour de l'œuvre. Nous avons pu donner plusieurs exemples de notre rapport à cet équilibre dans notre processus de création, afin de comprendre comment la variable peut évoluer tout en gardant un constant équilibre dans le principe collaboratif. Nous avons aussi donné une liste non exhaustive d'éléments favorisant l'émergence de la relaxation dans une œuvre en réalité virtuelle, grâce à nos différentes expériences autour de Creative Harmony. Enfin, nous sommes revenus sur des points théoriques centraux liés à la collaboration, qu'elle soit en amont avec le rapport entre l'auteur et les artisans, mais également en aval chez les spectateurs durant une performance. Nous avons conclu ce chapitre par une ouverture de notre recherche sur la comanipulation d'un environnement virtuel, qui nous semble

être une approche intéressante pour améliorer nos hypothèses sur la bonne perception de la collaboration en réalité virtuelle.

Dernièrement, nous avons proposé trois versions alternatives de Creative Harmony dans notre Chapitre 12, permettant de comprendre comment notre étude de doctorat peut être appliquée dans des cas concrets de la recherche sur la réalité virtuelle. Notre projet *Voyage du Geste* nous semble être une parfaite possibilité de creuser l'ensemble de nos concepts étudiés durant cette thèse, tout en continuant de créer des instants de poésie, d'évasion, d'interactivité entre des spectateurs et un environnement virtuel hybride.

Conclusion

Nous l'avons vu, la collaboration autour d'une œuvre en réalité virtuelle englobe plusieurs questionnements : Quelles sont les différentes formes de collaboration qui coexistent dans un contexte d'œuvre en réalité virtuelle collaborative ? Quelles sont leurs caractéristiques ? Comment l'artiste crée-t-il lorsqu'il est en collaboration ? Comment une œuvre en réalité virtuelle devient collaborative ? Comment les spectateurs évoluent-ils lorsqu'ils performent en collaboration ? Comment créer un environnement virtuel collaboratif amenant à la cocréation des spectateurs ?

Toutes ces questions relatives à notre problématique générale, à savoir *quels sont les enjeux et caractéristiques des différentes formes de collaboration pouvant résider dans la création et la réception d'une œuvre en réalité virtuelle*, explorent les liens qui existent entre l'artiste que nous appelons auteur, l'œuvre en réalité virtuelle et les spectateurs immergés et interactifs.

Pour répondre à tous ces questionnements, nous avons structuré notre thèse en trois parties : tout d'abord, nous avons présenté le contexte esthétique et philosophique de la collaboration, puis nous avons étudié les questions de l'immersion et de l'interactivité relatives à la réalité virtuelle collaborative, pour enfin conclure sur les expérimentations et les résultats de notre recherche à travers notre œuvre Creative Harmony.

La collaboration en amont et en aval du dispositif artistique

Notre première partie, intitulée *La collaboration des œuvres en réalité virtuelle*, s'est principalement orientée vers le contexte artistique et philosophique de notre recherche, par un premier chapitre dédié à la définition des termes principaux de notre thèse et à la présentation de contextes de collaborations dans d'autres médiums d'expression. Nous avons notamment développé les œuvres collaboratives présentes dans les arts vivants pour comprendre plus aisément le rapport des spectateurs performeurs dans un environnement interactif.

Nous avons ensuite étudié les différents acteurs dans une œuvre en réalité virtuelle collaborative, à savoir l'**auteur cocréateur**, qui représente d'un côté le chef d'orchestre guidant le développement collaboratif, de l'autre l'artiste travaillant directement sur le dispositif, l'**artisan cocréateur** qui a une grande capacité d'interprétation du scénario grâce à sa technicité, et le **spectateur cocréateur** qui, par sa performance, permet de compléter l'existence de l'œuvre dans sa globalité. Ces trois acteurs évoluent dans quatre formes de collaboration :

1. Entre l'auteur et les artisans : chaque personne est libre de proposer des idées afin d'enrichir l'œuvre, l'auteur laisse une part d'interprétation mais c'est lui qui prend les décisions finales pour garder une cohérence globale à l'environnement virtuel.
2. Entre l'auteur et les spectateurs : si l'auteur crée le dispositif interactif, le spectateur le performe. Ainsi, les deux auteurs (amont et aval) collaborent, sur des temporalités différentes, pour donner une existence globale à l'œuvre.
3. Entre les spectateurs et le programme : il s'agit d'une partie que nous avons peu développée dans notre thèse. Grâce à l'interactivité, le spectateur va faire évoluer sa capacité de création durant toute la performance, adaptant ainsi ses gestuelles et donc ses actions face aux réactions du programme. Les deux collaborent pour créer de l'image, de la musique, pour générer du paysage virtuel.
4. Entre les spectateurs entre eux : lorsque plusieurs personnes sont immergées et interactives ensemble dans un même environnement virtuel, ils peuvent cocréer. Leur collaboration existe donc dans leur capacité à communiquer et s'adapter entre eux pour interagir avec l'environnement.

Sur le processus de création en amont

Nous avons proposé une vision centrée sur la collaboration en amont, durant le développement de l'œuvre, où l'auteur travaille avec des spécialistes pour mettre en place un dispositif artistique. Nous avons alors présenté notre définition du chef d'orchestre, qu'il faut entendre comme un guide avec un regard omniprésent sur le développement, plutôt qu'un chef dirigeant strictement une équipe. En effet, dans notre perspective, le chef d'orchestre s'entend comme l'aménageur urbain contemporain, mettant à disposition une

friche dans laquelle les habitants peuvent coexister à leur manière, selon leurs volontés, avec tout de même un cadre spécifique afin de donner un sens équilibré à l'espace. Ainsi, ce regard omniprésent travaille avec l'improvisation et la création par l'action, dans un rapport interdisciplinaire et diagonal, puisqu'il est parfois face au projet (chef d'orchestre), parfois dans le projet (artiste). Enfin, dans le but de créer une collaboration équilibrée et confiante, nous avons décrit l'intérêt de la coordination des langages, mais également de la création par itérations et l'inclusion du spectateur dans le processus de développement, que l'on a comparé à la méthode Design-Based Research.

De ce fait, l'auteur n'est plus le seul à intervenir sur l'œuvre, comme nous pouvons le concevoir de manière traditionnelle en peinture par exemple, mais collabore avec des artisans pour créer. Cette démarche demande une grande part de compromis, qu'il est nécessaire de garder équilibré pendant toute la phase de création, puisqu'il est un des rouages de l'émergence d'idées, de l'engagement et de l'envie d'exprimer ses idées. Nous pensons que cette méthode de création offre de nouvelles technicités à l'auteur, axées sur la communication, comme la création par l'improvisation, la maîtrise d'une dynamique de travail, l'écoute et la remise en question. Créer une œuvre en collaboration, pour reprendre les définitions présentées en introduction, apporte donc beaucoup d'enrichissement à l'œuvre grâce à l'intersubjectivité, à l'hybridation des idées et à la mixité des univers imaginaires. La création devient plus riche, diversifiée, unique, originale, car chaque œuvre dépend du groupe qui la développe, et de la dynamique qui y existe. Créer à plusieurs, c'est s'enrichir par les idées des autres, c'est apporter de la connaissance par l'oublie des barrières et des frontières entre les domaines. Nous pensons donc que l'empathie joue un rôle primordial dans ce rapport relationnel créatif puisqu'elle permet d'équilibrer en permanence l'avancement, grâce au recul du chef d'orchestre, mais également par son écoute et sa capacité d'adaptation. Elle stimule les idées des autres, créant un cercle vertueux d'émergence de propositions pour compléter constamment l'œuvre.

Sur la performativité en aval

Dans notre dernier chapitre de la Partie 1, nous avons étudié la collaboration des spectateurs lors de leur performance de l'œuvre. Nous avons notamment centré notre regard sur l'expérience esthétique développé par Couchot, à savoir le processus relationnel qui

existe entre une personne et un objet, dans notre cas artistique. Il nous semblait intéressant de comprendre comment les spectateurs évoluent durant la performance lorsqu'ils sont plusieurs dans un même monde virtuel, et quelles en sont leurs réactions. Nous avons ainsi étudié l'émergence du compromis chez les spectateurs lorsqu'ils sont en même temps dans une conduite esthétique opératoire et une conduite esthétique réceptrice, c'est-à-dire qu'ils sont d'un côté créateur, de l'autre côté récepteur de l'objet artistique. Nous pensons que c'est cette double conduite, spécifique à l'interactivité de l'art numérique, qui fait émerger la compréhension de l'acte des autres dans un environnement en réalité virtuelle, et donc qui crée une relation évolutive, adaptative entre les créations des autres personnes, leur perception et leur réponse par de nouvelles actions. C'est en cela que l'on parle d'une hybridation du "moment du faire" et du "moment du voir", spécifiques à notre cas d'étude, et plus généralement aux œuvres numériques interactives.

Nous avons également tenté de comprendre comment le processus de création pouvait émerger chez les spectateurs. Avec un point de vue centré sur l'expérience esthétique personnelle, nous avons étudié la pulsion mimétique, qui invite le spectateur à créer par l'observation d'une autre personne en cours de création, et la pulsion mécanique qui se base sur la compréhension de l'interactivité, et donc de l'envie de créer. Ces deux pulsions coexistent dans une boucle enactive, dans le but de faire émerger l'envie de créer pour le spectateur, d'externaliser sa subjectivité. La collaboration des spectateurs réside donc dans cette émergence des pulsions créatives dues à la boucle enactive pulsion mimétique - pulsion mécanique, et composée par le compromis émergent des conduites esthétiques opératoires et réceptrices.

Concernant la performance de Creative Harmony, nous avons axé l'interactivité des spectateurs sur la danse, ou du moins sur l'expressivité corporelle. Ainsi, nous avons développé notre conception du geste créateur comme outil d'expression dans un environnement virtuel, mais également comme moyen de performance dans une œuvre. Nous avons aussi étudié la question de l'improvisation dans la collaboration, non pas d'un point de vue auteur, mais d'un point de vue spectateur, en décrivant ses possibilités mais également ses contraintes. Dans un rapport action-perception-action, il y a une boucle enactive qui s'opère entre comportement interne et comportement externe : durant un échange communicatif entre deux spectateurs, l'action (externe) de l'un va être perçue par l'autre (interne), qui proposera une nouvelle action (externe), qui sera perçue (interne) par la première personne. Ce rapport relationnel permet de créer une résonance kinesthésique, à savoir la perception de l'autre en mouvement qui fait émerger notre propre mouvement

corporel, pour aller jusqu'à la communication, voire à la synchronisation (résonance sociale). Cette capacité à percevoir l'autre et à créer de la résonance permet, en réalité virtuelle, d'améliorer son sentiment de présence dans l'espace virtuel, mais également son incarnation dans son corps virtuel par l'identification des autres, et donc sa propre identification dans l'espace. Dans notre cas, elle est le moyen de communication des spectateurs entre eux, pour créer du lien communicatif, de l'échange par la gestuelle, par le corps, permettant une richesse de l'expérience grâce aux différentes connexions proposées (connexion à soi, connexion aux autres, connexion à l'environnement). Enfin, nous avons conclu cette partie avec la réflexion de la danse collaborative, qui est le résultat des performativités individuelles et collectives. Ainsi, un groupe de spectateurs performeurs dans Creative Harmony se distingue par sa composition de personnes individuelles, vivant leur propre expérience esthétique, leur propre performance, dans un ensemble inscrit dans un espace-temps déterminé. Au même titre que l'autopoïèse se construit et s'équilibre par son propre système en action, le groupe de spectateurs s'identifie et se coordonne grâce aux différentes personnes le composant, et à l'état du compromis qui est équilibré en permanence.

L'ensemble de la collaboration en aval s'effectue donc dans cette dynamique d'émergence de l'envie de créer, qu'elle vienne du rapport relationnel avec l'environnement virtuel, ou bien des autres personnes présentes dans l'environnement virtuel. Elle se nourrit de la dynamique enactive d'extériorisation de la subjectivité, émergeant chez chacun des spectateurs, et provoquant ainsi l'envie de créer chez les autres. De la pulsion de création vient l'empathie kinesthésique, c'est-à-dire l'envie de bouger son corps en observant l'autre bouger, puis la résonance kinesthésique qui provoque le mouvement par la vision du mouvement. La kinesthésie est donc extrêmement présente dans Creative Harmony puisqu'elle est le lien entre le spectateur et le paysage virtuel, par le biais de l'interactivité, mais également entre les spectateurs eux-mêmes, par la communication. L'ensemble de ces performances individuelles s'inscrivent dans un espace collectif, un groupe collaboratif, dont l'identité est propre à chaque groupe, à chaque activation de l'œuvre.

Au final, que ce soit dans le processus de création en amont ou la performativité en aval, nous retrouvons des concepts communs qui définissent le rapport collaboratif. En effet, dans les deux cas, l'improvisation est l'élément composant la création. Dans les deux cas, elle est guidée, c'est-à-dire amenée et délimitée par un cadre spécifique, qui est la narration de l'œuvre. L'équipe de développement se base sur cette narration pour

proposer des idées, et les spectateurs suivent cette narration durant leur performance. Un autre point commun à ces deux temporalités collaboratives est l'émergence d'un état du compromis à équilibrer en permanence, pour la bonne évolution de la création dans le temps. Ce compromis est équilibré en amont par le chef d'orchestre, gardant ainsi un engagement et une volonté de proposer des idées chez les différents artisans cocréateurs, et équilibré en aval par les spectateurs eux-mêmes, grâce à leur double rôle de créateur et d'observateur de l'objet artistique.

Dans notre réflexion sur le rapport relationnel entre l'artiste, l'œuvre et le spectateur, il faut concevoir l'œuvre non pas simplement comme un dispositif immersif et interactif, mais bien comme lien commun entre toutes les relations collaboratives qui englobent notre cas d'étude. Elle est la raison de chaque collaboration, dans son développement et dans sa performance. L'œuvre d'art collaborative se définit comme telle lorsqu'elle est réfléchie, conçue, performée comme telle. Elle est donc collaborative lorsqu'elle relève de problématiques collaboratives, comme nous avons pu les étudier dans cette première partie de thèse, mais également lorsqu'elle est créée pour être collaborative, comme nous l'avons présentée dans notre deuxième partie de thèse.

L'immersion et l'interactivité en réalité virtuelle collaborative

Cette deuxième partie de thèse, intitulée *La participation et l'interactivité dans une CVEA* a traité des facteurs de la collaboration, principalement dans les rapports entre les spectateurs et l'œuvre comme dispositif immersif et interactif. Pour bien comprendre les enjeux liés à l'immersion et l'interactivité, nous avons dédié un premier chapitre à la définition des termes récurrents à notre recherche dans le contexte de la réalité virtuelle. Nous y avons proposé une distinction entre l'interaction et l'interactivité, une définition de la réalité virtuelle comme domaine de recherche, mais également comme médium artistique. C'est la diversité des sujets d'étude que rassemble la recherche en réalité virtuelle qui en fait toute la richesse — et en particulier un terrain d'exploration passionnant pour les artistes. Ses réflexions centrées sur l'homme ou sur l'ordinateur, offrent une pluralité de terrains de création que chaque auteur est libre d'explorer et d'y apporter un point de

vue personnel et original. C'est en cela que nous considérons la réalité virtuelle comme un médium, car elle ne se limite pas à ses outils spécifiques, techniques, mais convoque un grand champ des possibles en tant que moyen d'expression artistique, remettant en question les rôles des artistes, de l'œuvre et des spectateurs. Il nous semblait donc important de bien comprendre les nuances que chacun des termes spécifiques à la réalité virtuelle convoque, notamment dans notre cas d'étude où les confusions peuvent rapidement se faire.

Nous avons donc souhaité présenter les aspects scientifiques et techniques autour de la réalité virtuelle en plusieurs chapitres, un premier sur la présentation de l'environnement virtuel collaboratif, et un autre spécifique aux modalités interactives des spectateurs.

Sur les environnements virtuels collaboratifs

Un environnement virtuel collaboratif (CVE) se spécifie par sa capacité à pouvoir immerger plusieurs utilisateurs dans un même monde virtuel, mais également à les faire interagir dans le but de répondre à une tâche par la collaboration. Il nous a semblé intéressant de revoir cette idée dans le cadre d'un environnement virtuel collaboratif artistique (CVEA), où les enjeux ne sont plus de répondre à une problématique spécifique, mais de vivre une expérience de performance où le corps est un outil interactif pour créer une relation avec l'environnement virtuel, mais également avec les autres spectateurs. Ainsi, de la résolution de tâche précise, nous en détournons le but initial pour proposer une expérience imprévisible, improvisée, basée sur la performativité, à savoir la capacité à pouvoir être performée de toutes les façons possibles, sans "mauvaise" expérience. La CVEA est donc un observatoire de comportements esthétique des spectateurs en collaboration où la pluralité des interprétations permet de comprendre une grande partie des expériences du public dans sa globalité. Un autre intérêt que nous trouvons assez fort dans cette conception artistique de l'environnement virtuel artistique, est que tous les comportements imprévisibles, les inattendus, voire les détournements d'interprétations sont considérés comme des événements heureux, et non pas comme des problèmes de programmation ou de développement. Chaque nouveauté non anticipée entraîne une ouverture des limites de l'environnement artistique lui-même, une nouvelle opportunité de comprendre les liens relationnels qui existent entre l'œuvre et les spectateurs.

Nous avons donc pu expérimenter plusieurs formes d'environnements virtuels collaboratifs artistiques avec Creative Harmony, avec toujours une grande part de création interactive pour les spectateurs. Il nous semblait important de les faire sentir créateur de leur monde virtuel, notamment par le biais de la danse, afin qu'ils puissent vivre une expérience artistique forte. Pour approfondir nos recherches et créer un cadre partiellement délimité pour faciliter nos analyses, nous avons expérimenté deux types de CVEA : un environnement asymétrique dans lequel les spectateurs n'avaient pas le même point de vue, ni les mêmes interactions, et un environnement symétrique où tout le monde évoluait dans le même espace et de la même manière. Si nous avons pris plaisir à imaginer ces deux modes d'immersion et d'interactivité, nous constatons qu'il est plus aisé de concevoir une œuvre symétrique dans la narration, car l'asymétrie demande davantage de réflexions hypothétiques sur les besoins interactifs des spectateurs pour évoluer dans l'œuvre, réflexions qui prennent le risque de ne pas être suffisamment efficaces et qui peuvent donc demander un remaniement complet du système interactif. Par exemple, nous pensions que les interactions proposées aux Spectateurs B de Creative Harmony 2 seraient suffisantes dans la Scène 2, mais nous avons constaté qu'elles n'étaient pas assez intuitives et diversifiées pour créer du plaisir pendant tout le temps de cette scène, contrairement à celles proposées aux Spectateurs A. Nous pensons donc que, dans le cadre d'une expérience esthétique en réalité virtuelle, l'asymétrie est intéressante, mais reste complexe lorsqu'elle est basée sur les interactions et le point de vue en même temps.

Enfin, nous avons conclu cette partie sur les CVEA par une présentation des différents niveaux de conscientisation du spectateur dans l'environnement virtuel. Par ce fait, nous avons défini les différentes formes de présence, mais également l'incarnation dans un avatar et la représentation de l'interactivité, puis l'awareness et la compréhension des actions des autres sur l'environnement virtuel ou vers soi-même. Ces compréhensions représentent des enjeux majeurs dans la bonne performance de l'œuvre, puisqu'elles permettent tout d'abord un meilleur engagement de la part des spectateurs interactifs, et donc une meilleure cocréation du paysage, mais également l'émergence des possibilités de communication par le corps représenté. Avoir conscience de soi, de l'environnement interactif et des autres, permet donc de vivre une expérience collaborative forte et enrichissante, que notre attention soit davantage focalisée sur le paysage génératif ou sur les autres spectateurs. C'est après avoir conscientisé notre présence dans l'espace que l'on peut interagir avec le reste des éléments du dispositif artistique en réalité virtuelle.

Sur les modalités interactives

Notre chapitre sur les modalités interactives nous a permis d'explorer plusieurs questions liées à l'interactivité dans notre environnement virtuel collaboratif. Tout d'abord, nous avons présenté différents modèles de relations communicatives entre les utilisateurs. Nous avons également proposé notre propre modèle de communication entre trois spectateurs immergés dans un même environnement, que nous avons appelé le modèle HOO-HOOH. Dans le même principe d'action-perception-action, ou encore de mouvement interne vers un mouvement externe, nous avons expliqué comment une intention artistique par le geste, passait d'un Spectateur A vers un Spectateur B et un Spectateur C, et comment ces deux derniers pouvaient répondre au premier, créant ainsi une boucle constante interactive et communicative. Nous avons également proposé un dérivé de ce schéma communicatif avec le modèle HOOH+HO, où deux spectateurs communiquent avec une attention centrée sur l'espace de communication, tandis qu'une troisième personne est concentrée sur sa relation avec le paysage virtuel. Cependant, ce modèle n'est pas fixe et dépend de l'attention de chacun dans son monde virtuel, selon sa performance. Ainsi, nous pouvons tout à fait passer de HOOHOOH à HOOH+HO, puis revenir sur HOO-HOOH. Durant toute la performance de Creative Harmony, nous pensons que ces transitions s'effectuent plusieurs fois, puisqu'elles dépendent des volontés de chaque personne. Cependant, il serait intéressant de travailler davantage les relations communicatives et interactives des spectateurs lorsqu'ils sont plus de trois dans l'œuvre. Ainsi, nous pouvons nous demander ce qu'il en est des modèles proposés lorsque quatre ou cinq personnes interagissent.

Nous avons également présenté dans ce chapitre quelques éléments pouvant amener à la compréhension des possibilités interactives, notamment par la voix off, l'affordance et les feedbacks, qui représentent des guides pour amener à l'interactivité. Nous pensons que ces systèmes permettent de limiter une trop grande médiation avant l'expérience, évitant ainsi de noyer les spectateurs par une trop grande explication des règles à suivre ou de la narration à découvrir. Ainsi, une majorité de l'expérience est compréhensible directement lorsqu'elle est vécue, par ces outils techniques, amenant à une maîtrise de l'interactivité que nous avons développée en trois étapes. En effet, nous pensons que le système interactif, au-delà d'être facilité par les éléments précédemment cités, est d'abord appréhendé, puis maîtrisé pour laisser ensuite les spectateurs jouer avec en improvisation. Cette maîtrise n'est pas dictée dans le temps, et dépend de chaque personne. Des spectateurs peuvent comprendre et improviser dès les premières minutes de la performance de l'œuvre, tandis

que d'autres mettent davantage de temps, sans que cela n'impacte le plaisir pris lors de l'expérience. Cependant, il est possible que différents niveaux de maîtrises entre plusieurs spectateurs fassent obstacle à la communication, voire à la synchronisation.

Enfin, nous avons présenté les trois systèmes de captation proposés aux spectateurs pour cocréer du paysage : les positions et mouvements dans l'espace, les gestes des mains et le souffle. Si l'interaction par la position du corps dans le monde virtuel ou par les mains semblent plus intuitive, car davantage similaire aux interactions dans le monde réel, utiliser le souffle pour créer est plus complexe à mettre en place. Il faut ici imaginer une narration interactive contrastée, permettant des moments d'intensité interactive, mais également des pauses pour ne pas créer de vertige ou de malaise pour les spectateurs. Egalement, il faut davantage amener à la compréhension de son utilisation, notamment par la voix off et une progression lente des demandes interactives à réaliser par le souffle. Cependant, nous pensons qu'il est intéressant de continuer à explorer ce moyen de création, notamment dans le rapport à l'intime et la forte connexion qu'il permet de créer entre les différents spectateurs. Au final, si les mains sont un bon moyen de communication entre chaque personne, c'est bien le souffle qui a permis de mieux comprendre la synchronisation, car les spectateurs semblent naturellement intéressés par l'idée de se souffler dessus, de s'adapter au rythme des autres, de s'hybrider et se synchroniser.

Pour conclure cette partie, nous avons exposé les différents concepts propres à Creative Harmony dans son ensemble. Nous avons abordé notre intérêt pour la peinture romantique allemande, mais également pour la théorie du Sublime défendue par Burke, pour la représentation de l'environnement virtuel. Nous avons également développé le travail effectué sur la musique pour accompagner les émotions des spectateurs, que ce soit dans l'immersion ou dans l'interactivité. Nous avons aussi théorisé nos concepts plus larges comme la contemplation, l'hybridation et la relaxation, qui sont les raisons de l'existence de l'œuvre, et les messages que nous souhaitons apporter aux spectateurs par l'expérience.

Pour finir, nous avons présenté les trois scènes de l'œuvre et leur idée de connexion à soi, à l'environnement ou aux autres.

Les résultats de Creative Harmony

Notre troisième partie, basée sur les expérimentations et résultats de Creative Harmony, propose une présentation de l'implémentation des trois versions de l'œuvre, de 2020 à 2024. Par cette étude, nous avons proposé trois modes de créations, basés sur les concepts théorisés en première partie de notre thèse, permettant de créer un cadre de travail collaboratif confiant et stimulant.

Nous avons expliqué notre méthodologie d'expérimentation, basée sur des expériences de l'œuvre et des recueils de retours d'expériences par questionnaires BMIS, questionnaires individuels et échanges oraux. Nous avons souhaité explorer nos recherches sur la collaboration par le biais de la relaxation, afin de comprendre l'impact de l'œuvre sur les spectateurs, tout en récupérant des informations sur les différentes perceptions liées à l'immersion, l'interactivité ou la collaboration.

Si nous avons pu démontrer que l'œuvre avait un impact très positif sur les spectateurs, amenant notamment à un état de relaxation grâce à l'immersion et l'interaction, nous n'avons pas pu valider entièrement nos hypothèses sur la perception de la collaboration. En effet, nous avons constaté que la cocréation du paysage pouvait être perçue, notamment dans la troisième version de l'œuvre, mais que l'identification des actions en fonctions des spectateurs spécifiques était encore trop compliquée. Ainsi, il semblait difficile de comprendre quel spectateur avait créé quelle montagne, ou encore pourquoi un relief montagneux apparaissait ou disparaissait soudainement dans l'environnement virtuel. Il nous semble que les raisons de ces incertitudes viennent en grande partie de la représentation des avatars, qui ne sont pas encore suffisamment perceptibles dans leurs actions par les mains, contrairement à la représentation du souffle qui permettait de comprendre aisément l'impact qu'il avait sur l'environnement. Il faudrait donc améliorer la représentation des mains interactives et leur impact direct sur l'environnement, tout en travaillant davantage la tête virtuelle des avatars qui ne montrent pas assez leur champ de vision. Ces modifications pourraient faciliter la compréhension de la collaboration, non pas d'un point de vue cocréation puisque nous avons déjà validé nos hypothèses sur ce point, mais plutôt d'un point de vue comanipulation, à savoir la conscience des actions des autres pour se synchroniser et intervenir ensemble sur l'environnement.

Par un troisième chapitre, nous avons proposé des observations sur nos recherches théoriques, notamment par la présentation de notre élasticité de la création. Il s'agit ici d'un rapport élastique, mouvant mais toujours équilibré, entre la part d'intervention de

l'auteur sur l'environnement virtuelle et celle des spectateurs. Nous pensons que plus nous intervenons sur l'apparence finale de l'œuvre, moins nous laissons de place aux spectateurs, et inversement. Nous estimons que Creative Harmony laisse une plus grande part de liberté d'action sur le paysage virtuel de l'œuvre que nous-mêmes en tant qu'auteur, là où nous avons un équilibre assez égalitaire entre nous et les artisans cocréateurs lors du développement de l'œuvre. Si l'élasticité est mouvante à chaque rapport collaboratif dans lequel nous sommes engagé par notre statut d'auteur (comprenant chef d'orchestre et artiste), peut-être même parfois durant une même temporalité de création, elle doit en permanence rester équilibrée, tout comme l'état du compromis que nous avons présenté, afin de garder une confiance et une transparence entre chaque personne.

Au final, cet équilibre est important dans l'ensemble de notre vision de la collaboration. Que ce soit entre l'auteur et les artisans, entre l'auteur et les spectateurs ou bien entre les spectateurs eux-mêmes, il est nécessaire de garder un équilibrage des rôles, des actions, du plaisir pris lors de la création. Mais cet équilibre est en même temps paradoxal, car il est évident que l'auteur n'a pas les mêmes outils de création, ou la même liberté d'interprétation que les artisans ou les spectateurs. C'est bien lui qui définit un cadre de travail, un champ des possibles dans lequel les autres acteurs peuvent intervenir. Cependant, nous estimons qu'il est quand même possible d'avoir des rapports équilibrés, non pas dans les possibilités créatives mais dans la communication. C'est bien elle qui permet d'établir une collaboration stable, malgré l'asymétrie des rôles. Dans notre cas, l'auteur se donne autant de possibilités d'expression et de communication que les artisans, et crée un cadre où chaque spectateur peut communiquer de la même manière que les autres. Si l'équilibre de l'état du compromis réside dans la capacité à pouvoir intervenir de la même manière que les autres, et en fonction des autres dans un rapport équitable, c'est bien parce qu'il y a un équilibre des possibilités communicatives, même avec des outils d'expression différents. Ainsi, nous pourrions dire que notre travail réside dans l'étude des formes collaboratives dans une œuvre en réalité virtuelle, mais surtout dans l'équilibre des collaborations, notamment par la communication. Nous émettons un doute, ou du moins une part d'incertitude dans notre théorie concernant la collaboration entre les spectateurs et le programme. En effet, nous ne sommes pas certain qu'il réside à ce niveau une question d'équilibre qui puisse être généralisée. Cette relation dépend majoritairement de ce que l'artiste, en tant que développeur, offre en possibilité de réponse au programme, en fonction des actions des spectateurs.

Nous avons donc présenté les différentes formes et enjeux de la collaboration qui résident dans la création et la réception d'une œuvre en réalité virtuelle. Nous nous sommes principalement concentrés sur l'étude de cas de notre œuvre Creative Harmony pour pouvoir explorer toutes ces recherches. Nous avons ainsi démontré les composantes et caractéristiques de la collaboration, d'un point de vue théorique et artistique dans notre première partie, puis nous avons développé les facteurs qui influencent la collaboration, notamment par la conception d'environnements virtuels collaboratifs artistiques et leurs modalités interactives, pour enfin parler de l'impact de la collaboration sur les spectateurs.

Pour finir, nous pensons fortement que créer en collaboration est un moyen d'ouvrir l'art à des problématiques et enjeux sociétaux importants. C'est en s'associant que l'on enrichit le message de l'œuvre, proposant des visions hybrides dans des dispositifs artistiques uniques. C'est également en centrant sa réflexion sur les spectateurs que nous pouvons inclure plus aisément tout type de public, et donc proposer un art inclusif, destiné à l'ensemble des personnes voulant et pouvant performer l'œuvre en réalité virtuelle. Nous croyons donc que l'interdisciplinarité, pas simplement dans sa capacité à faire collaborer plusieurs personnes de domaines différents autour d'un même projet, mais surtout dans l'équilibre des rôles et l'effacement des frontières entre les disciplines, est un excellent moyen pour créer des œuvres sensibles, poétiques, dans une volonté de nécessité.

C'est dans cette vision collaborative, équilibrée, basée sur la confiance et l'enrichissement par la différence de pensée, qu'est né le projet *Voyage du Geste*. Nous avons souhaité ouvrir notre travail autour de la collaboration, mais également nos résultats sur la relaxation, à des publics fragilisés par la maladie. Nous pensons que l'expérience d'une œuvre en réalité virtuelle collaborative peut avoir de forts impacts positifs sur les conditions de prises en charge, mais également sur la santé mentale de patients hospitalisés pour cause de longue maladie. C'est en cela que nous considérons le terme de "sagesse intellectuelle", développé en introduction par Katerina Cizek et William Uricchio, de fortement percutant dans notre démarche. Il nous semble nécessaire, dans notre contexte sociétal, de réfléchir ensemble à l'impact de l'art sur les publics, et à l'intérêt de la collaboration interdisciplinaire pour ancrer des messages poétiques, sensibles, percutants, bienveillants, inclusifs.

La richesse de la collaboration naît de la différence, mais c'est la communication qui l'anime.

BIBLIOGRAPHIE

ABDLKARIM, Diar et al., « A methodological framework to assess the accuracy of virtual reality hand-tracking systems : A case study with the Meta Quest 2 », in : *Behavior research methods* 56.*2* (2024), p. 1052-1063.

ADENOT, Pauline, « Le chef d'orchestre. De la figure du pouvoir à l'ordre négocié au sein d'une profession vocationnelle », in : *Transposition. Musique et Sciences Sociales 5* (2015).

AHMED, Beena et al., « ReBreathe : A calibration protocol that improves stress/relax classification by relabeling deep breathing relaxation exercises », in : *IEEE Transactions on Affective Computing* 7.*2* (2015), p. 150-161.

AHMED, Salah Uddin, « Interaction and interactivity : in the context of digital interactive art installation », in : *Human-Computer Interaction. Interaction in Context : 20th International Conference, HCI International 2018, Las Vegas, NV, USA, July 15–20, 2018, Proceedings, Part II 20*, Springer, 2018, p. 241-257.

AMATO, Etienne Armand, « L'heuristique de l'avatar : polarités et fondamentaux des hypermédias et des cybermédias », in : *Revue des Interactions Humaines Médiatisées (RIHM)= Journal of Human Mediated Interactions* 11.*1* (2010), p. 87.

ANDERSON, Allison P et al., « Relaxation with immersive natural scenes presented using virtual reality », in : *Aerospace medicine and human performance* 88.*6* (2017), p. 520-526.

ANNERSTEDT, Matilda et al., « Inducing physiological stress recovery with sounds of nature in a virtual reality forest—Results from a pilot study », in : *Physiology & behavior* 118 (2013), p. 240-250.

ARMAO, Elizabeth, « Collaborer ou coopérer en formation à distance : Un certain apprentissage de l'incertitude », in : *Biennale de l'éducation, de la formation et des pratiques professionnelles 2015 :" Coopérer ?"-Atelier 12 : Technologies de l'information et de la communication*, 2015.

ARVIDSSON, Adam, « The ethical economy of customer coproduction », in : *Journal of Macromarketing* 28.*4* (2008), p. 326-338.

AUMONT, Jacques, *De l'esthétique au présent*, De Boeck Supérieur, 1998.

Bachmann, Daniel, Frank Weichert et Gerhard Rinkenauer, « Review of three-dimensional human-computer interaction with focus on the leap motion controller », in : *Sensors* 18.*7* (2018), p. 2194.

Barabel*, Michel et al., « Portrait du manager en chef d'orchestre », in : *L'Expansion Management Review 3* (2007), p. 106-115.

Barandiaran, Xabier E, Ezequiel Di Paolo et Marieke Rohde, « Defining agency : Individuality, normativity, asymmetry, and spatio-temporality in action », in : *Adaptive behavior* 17.*5* (2009), p. 367-386.

Barbanti, Roberto, « Ecosophie vibratoire, pour une nouvelle approche sono-acoustique », in : *Musique et écologie du son : propositions théoriques pour une écoute du monde* (2016), p. 229-237.

Barbara, Jonathan et Mads Haahr, « Who Am I that Acts ? the use of voice in virtual reality interactive narratives », in : *International Conference on Interactive Digital Storytelling*, Springer, 2021, p. 3-12.

Barboza, Pierre et Jean-Louis Weissberg, *L'image actée*, Editions L'Harmattan, 2006.

Barchechath, É et S Pouts-Lajus, « Les attentes des utilisateurs », in : *Colloque Synapse, Montpellier*, 1991.

Bardiot, Clarisse, *9 Evenings : Theatre and Engineering*, 2006.

Barsalou, Lawrence W et al., « Social embodiment », in : *Psychology of learning and motivation* 43 (2003), p. 43-92.

Bates, Joseph, « Virtual reality, art, and entertainment », in : *Presence : Teleoperators & Virtual Environments* 1.*1* (1992), p. 133-138.

Baudin, Marianne, « L'expérience du sublime », in : *Topique* 109.*4* (2009), p. 177-187.

Bayer, Michael M, Clarence E Rash et James H Brindle, « Introduction to helmet-mounted displays », in : *Helmet-mounted displays : sensation, perception and cognition Issues* (2009), p. 47-108.

Benford, Steve et al., « User embodiment in collaborative virtual environments », in : *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 1995, p. 242-249.

Benjamin, Walter, *L'œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique*, Éditions Payot, 2013.

Bente, Gary et al., « Avatar-mediated networking : Increasing social presence and interpersonal trust in net-based collaborations », in : *Human communication research* 34.*2* (2008), p. 287-318.

Benzécri, JP, « Définition et mesure de l'élasticité des consommations », in : *Les cahiers de l'analyse des données* 8.*1* (1983), p. 73-88.

Bergamo, Margherita et al., « Performance "Eve, dance is an unplaceable place" », in : *IEEE GEM 2019*, 2019, p. 1-6.

Berleant, Arnold, *L'engagement esthétique*, Presses universitaires de Rennes, 2022.

Bernal, Guillermo et Pattie Maes, « Emotional beasts : visually expressing emotions through avatars in VR », in : *Proceedings of the 2017 CHI conference extended abstracts on human factors in computing systems*, 2017, p. 2395-2402.

Berthet, Dominique, « La création artistique, pensée et acte », in : (2023).

Berthoz, Alain, *La simplexité*, O. Jacob, 2009.

Berthoz, Alain et Gérard Jorland, *L'empathie*, Odile Jacob, 2004.

Bevacqua, Elisabetta et al., « INGREDIBLE : A platform for full body interaction between human and virtual agent that improves co-presence », in : *Proceedings of the 3rd International Symposium on Movement and Computing*, 2016, p. 1-8.

Beyl, Joke et J Bauwens, « Artist meets audience : Understanding the social meaning of art on the internet », in : *UNESCO Observatory E-journal Multidisciplinary Research in the Arts* 1.*5* (2010).

Bingham, Peter M et al., « A breath biofeedback computer game for children with cystic fibrosis », in : *Clinical pediatrics* 49.*4* (2010), p. 337-342.

Biocca, Frank, « The cyborg's dilemma : Progressive embodiment in virtual environments », in : *Journal of computer-mediated communication* 3.*2* (1997), JCMC324.

Birringer, Johannes, « Dance and interactivity », in : *Dance Research Journal* 36.*1* (2004), p. 88-111.

Blakemore, Sarah-Jayne, Daniel M Wolpert et Christopher D Frith, « Abnormalities in the awareness of action », in : *Trends in cognitive sciences* 6.*6* (2002), p. 237-242.

Blanke, Olaf et Thomas Metzinger, « Full-body illusions and minimal phenomenal selfhood », in : *Trends in cognitive sciences* 13.*1* (2009), p. 7-13.

Boal, Augusto, *Jeux pour acteurs et non-acteurs : pratique du théâtre de l'opprimé. Suivi de Expériences en France*, La Découverte, 2004.

Boissier, Jean-Louis, *La relation comme forme. L'interactivité en art*, Presses du réel et Mamco, 2009.

Bonsu, Samuel K et Aron Darmody, « Co-creating second life : Market—consumer cooperation in contemporary economy », in : *Journal of macromarketing* 28.*4* (2008), p. 355-368.

Bosseur, Jean-Yves, *Sound and the visual arts : intersections between music and platic arts today*, (Dis Voir, 1993.

Bourriaud, Nicolas, *Esthétique relationelle*, Les presses du réel, 2001.

Bouville, Rozenn et al., « # FIVE : High-level components for developing collaborative and interactive virtual environments », in : *2015 IEEE 8th Workshop on Software Engineering and Architectures for Realtime Interactive Systems (SEARIS)*, IEEE, 2015, p. 33-40.

Bowman, Doug A et Ryan P McMahan, « Virtual reality : how much immersion is enough ? », in : *Computer* 40.*7* (2007), p. 36-43.

Bradley, Margaret M et Peter J Lang, « Measuring emotion : Behavior, feeling, and physiology. », in : (2000).

— « Measuring emotion : the self-assessment manikin and the semantic differential », in : *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry* 25.*1* (1994), p. 49-59.

Bryson, Steve, « Virtual reality : A definition history-a personal essay », in : *arXiv preprint arXiv :1312.4322* (2013).

Buche, Hélène, Aude Michel et Nathalie Blanc, « Use of virtual reality in oncology : from the state of the art to an integrative model », in : *Frontiers in Virtual Reality* 3 (2022), p. 894162.

Burdea, GC, *Virtual reality technology*, John Wiley & Sons, 2003.

Burke, Edmund et Baldine Saint Girons, *Recherche philosophique sur l'origine de nos idées du sublime et du beau*, Vrin, 1998.

Burkhardt, Jean-Marie, « Immersion, représentation et coopération : discussion et perspectives empiriques pour l'ergonomie cognitive de la Réalité Virtuelle », in : *Intellectica* 45.*1* (2007), p. 59-87.

Carroll, John M, « Human computer interaction (HCI) », in : *Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Aarhus : The Interaction Design Foundation* (2009).

Casaneuva, Juan S, « Presence and co-presence in collaborative virtual environments », in : (2001).

Cassidy, GG et Raymond AR MacDonald, « The effects of music on time perception and performance of a driving game », in : *Scandinavian journal of psychology* 51.*6* (2010), p. 455-464.

Cauquelin, Anne, *L'invention du paysage*, Presses universitaires de France, 2004.

— *Petit traité de l'art contemporain*, Seuil, 1996.

Changeux, Jean-Pierre, *Raison et plaisir*, Odile Jacob, 1994.

Charliac*, Chloé, « La posture empathique comme fondement méthodologique pour l'étude de la communication émotionnelle dans le domaine de la danse contemporaine », in : *Sociétés 3* (2014), p. 81-89.

Chateau, Dominique, « L'effet zapping », in : *Communications* 51.*1* (1990), p. 45-55.

Checa-Romero, Mirian et Isabel Pascual Gómez, « Minecraft and machinima in action : Development of creativity in the classroom », in : *Technology, Pedagogy and Education* 27.*5* (2018), p. 625-637.

Chirico, Andrea et al., « Virtual reality and music therapy as distraction interventions to alleviate anxiety and improve mood states in breast cancer patients during chemotherapy », in : *Journal of cellular physiology* 235.*6* (2020), p. 5353-5362.

Churchill, Elizabeth F et Dave Snowdon, « Collaborative virtual environments : an introductory review of issues and systems », in : *virtual reality* 3 (1998), p. 3-15.

Citton, Yves, « L'utopie jazz entre gratuité et liberté », in : *Multitudes 2* (2004), p. 131-144.

Cizek, Katerina et William Uricchio, *Collective wisdom : Co-creating media for equity and justice*, MIT Press, 2022.

Claude, Guillaume, « Séquencement d'actions en environnement virtuel collaboratif », thèse de doct., INSA de Rennes, 2016.

Claude, Guillaume et al., « Short paper :# seven, a sensor effector based scenarios model for driving collaborative virtual environment », in : *ICAT-EGVE, International Conference on Artificial Reality and Telexistence, Eurographics Symposium on Virtual Environments*, 2014, p. 1-4.

Claude, Marie-Sylvie, « Du commentaire pictural au commentaire littéraire : mettre en mots une expérience esthétique », in : *Revue de recherches en littératie médiatique multimodale* 6 (2017).

Claude, Viviane, « Le chef d'orchestre, un cliché de l'entre-deux guerres. Contours d'une rhétorique inquiète », in : *Les Annales de la recherche urbaine*, t. 44, 1, Persée-Portail des revues scientifiques en SHS, 1989, p. 69-80.

Cohen, Robert, *Working together in theatre : Collaboration and leadership*, Bloomsbury Publishing, 2010.

Collins, Allan, Diana Joseph et Katerine Bielaczyc, « Design research : Theoretical and methodological issues », in : *Design-Based Research*, Psychology Press, 2016, p. 15-42.

Corin, Florence, *Interagir : avec les technologies numériques*, Contredanse, 2004.

Cosnier, Jacques, « Communication non verbale et langage », in : *Psychologie médicale* 9.*11* (1977), p. 2033-2049.

Couchot, Edmond, « Au-delà du cinéma. Image et temps numériques », in : *CiNéMAS* 5.*1-2* (1994), p. 69-80.

— *Automates, robots et humains virtuels dans les arts vivants*, Presses universitaires de Vincennes, 2022.

— *Des images, du temps et des machines dans les arts et la communication*, J. Chambon, 2007.

— *La nature de l'art : ce que les sciences cognitives nous révèlent sur le plaisir esthétique*, Hermann, 2012.

Couchot, Edmond et Norbert Hillaire, *L'art numérique*, Flammarion Paris, 2003.

Couchot, Edmond et Xavier Lambert, « Les processus de réception et de création des oeuvres d'art : approches à la première et à la troisième personnes », in : (2016).

Couchot, Edmont, *La technologie dans l'art : de la photographie à la réalité virtuelle*, Jacqueline Chambon, 1998.

Counts, James, « Just the beginning : The art of film titles », in : *Retrieved Dec* 20 (2005), p. 2007.

Courrént, Mireille, « Vitruve lecteur de Cicéron : le De Oratore et la définition vitruvienne de l'architecture comme ars », in : *Euphrosyne* 26 (1998), p. 25-34.

Crison, Franck et al., « Virtual technical trainer : Learning how to use milling machines with multi-sensory feedback in virtual reality », in : *IEEE Proceedings. VR 2005. Virtual Reality, 2005.* IEEE, 2005, p. 139-145.

Cristol, Denis, *Former se former et apprendre à l'ère du numérique*, 2019.

Csikszentmihalyi, M, « The art of seeing : An interpretation of the aesthetic encounter », in : *JP Getty Museum* (1990).

Daoudi, Jaouad, « Dynamique de collaboration au sein des équipes dispersées : Le cas des projets d'ingénierie », thèse de doct., École Polytechnique de Montréal, 2010.

Daphne, Economou et al., « CVE technology development based an real world application and user needs », in : *Proceedings IEEE 9th International Workshops on Enabling Technologies : Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE 2000)*, IEEE, 2000, p. 12-20.

Daste, Sophie, Rémy Sohier et Marie-Hélène Tramus, *Pour un imaginaire numérique avec Edmond Couchot*, Centre des arts d'Enghien-les-Bains, 2022.

David, Nicole, Albert Newen et Kai Vogeley, « The “sense of agency” and its underlying cognitive and neural mechanisms », in : *Consciousness and cognition* 17.*2* (2008), p. 523-534.

Davies, Char et John Harrison, « Osmose : towards broadening the aesthetics of virtual reality », in : *ACM SIGGRAPH Computer Graphics* 30.*4* (1996), p. 25-28.

De Haan, Gerwin, Michal Koutek et Frits H Post, « Towards intuitive exploration tools for data visualization in VR », in : *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, 2002, p. 105-112.

De Jaegher, Hanne et Ezequiel Di Paolo, « Participatory sense-making : An enactive approach to social cognition », in : *Phenomenology and the cognitive sciences* 6 (2007), p. 485-507.

Dedola, Léa et Philippe Fuchs, « Les émotions dans les créations artistiques. Arts interactifs et films de réalité virtuelle », in : (2024).

Desnoyers-Stewart, John et al., « Embodied telepresent connection (ETC) : Exploring virtual social touch through pseudohaptics », in : *Extended abstracts of the 2023 CHI conference on human factors in computing systems*, 2023, p. 1-7.

Desnoyers-Stewart, John et al., « JeL : Connecting through breath in virtual reality », in : *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2019, p. 1-6.

Desnoyers-Stewart, John et al., « Real human touch : performer-facilitated touch enhances presence and embodiment in immersive performance », in : *Frontiers in Virtual Reality* 4 (2024), p. 1336581.

Domingues, Christophe, « Interaction 3D collaborative en réalité virtuelle », thèse de doct., Université d’Evry-Val d’Essonne, 2010.

Dourish, Paul et Victoria Bellotti, « Awareness and coordination in shared workspaces », in : *Proceedings of the 1992 ACM conference on Computer-supported cooperative work*, 1992, p. 107-114.

Drey, Tobias et al., « Towards collaborative learning in virtual reality : A comparison of co-located symmetric and asymmetric pair-learning », in : *Proceedings of the 2022 CHI conference on human factors in computing systems*, 2022, p. 1-19.

Dubosc, Charlotte et al., « Impact of avatar facial anthropomorphism on body ownership, attractiveness and social presence in collaborative tasks in immersive virtual environments », in : *Computers & Graphics* 101 (2021), p. 82-92.

Dumortier, Jean-Louis, « Conduite esthétique, jugement esthétique et écriture de soi », in : *Repères. Recherches en didactique du français langue maternelle* 34.*1* (2006), p. 185-214.

Duncan, Susan et al., « Cognitive processing effects of 'social resonance'in interaction », in : *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, t. 26, 26, 2004.

Economou, Daphne et al., « User experience evaluation of human representation in collaborative virtual environments », in : *Personal and Ubiquitous Computing* 21 (2017), p. 989-1001.

Ehrenberg, Shantel, « Reflections on reflections : mirror use in a university dance training environment », in : *Theatre, Dance and Performance Training* 1.*2* (2010), p. 172-184.

Eisenhardt, Kathleen M et Claudia Bird Schoonhoven, « Resource-based view of strategic alliance formation : Strategic and social effects in entrepreneurial firms », in : *organization Science* 7.*2* (1996), p. 136-150.

Elliott, David J, « Improvisation and jazz : Implications for international practice », in : *International Journal of Music Education 1* (1995), p. 3-13.

Ene, Claudia, « Imitation, empathie, communication–les composantes de l'expérience du spectateur », in : *Concept* 21.*2* (2020), p. 81-89.

Farb, Norman et al., « Interoception, contemplative practice, and health », in : *Frontiers in psychology* 6 (2015), p. 763.

Fassier, Philippine et al., « Variations of physical activity and sedentary behavior between before and after cancer diagnosis : results from the prospective population-based NutriNet-Sante cohort », in : *Medicine* 95.*40* (2016), e4629.

Féral, Josette, « De la performance à la performativité », in : *Communications 1* (2013), p. 205-218.

Fiala, Julie, « L'éthique liée à la collaboration », in : (2001).

Fitts, PM, « Human performance », in : *Brooks/Cole* (1967).

Fjeldstad, Øystein D et al., « The architecture of collaboration », in : *Strategic management journal* 33.*6* (2012), p. 734-750.

Fleury, Cédric et al., « Remote collaboration across heterogeneous large interactive spaces », in : *2015 IEEE Second VR international workshop on collaborative virtual environments (3DCVE)*, IEEE, 2015, p. 9-10.

Florence, CORIN et al., *Nouvelles de Danse,«Danse et nouvelles technologies», n 40-41*, Contredanse, 1999.

Fourmentraux, Jean-Paul, « ? Art, science, technologie ? Création numérique et politiques de l'interdisciplinarité », in : *Volume !* 2 (2014), p. 113-129.

— « «Oeuvres frontières» de l'art numérique : Des actes de cocréation interdisciplinaire », in : *Anthropologie et sociétés* 35.*1* (2011), p. 187-207.

— *Artistes de laboratoire, Recherche et création à l'ère numérique*, Hermann, 2011.

— « L'œuvre, l'artiste et l'informaticien : compétence et personnalité distribuées dans le processus de conception en art numérique », in : *Sociologie de l'art 1* (2003), p. 69-96.

Fourmentraux, Jean-Paul et Reynald Drouhin, « LES COULISSES DE L'ŒUVRE NET ART », in : *Ligeia, dossiers sur l'art 45-48* (2003), p. 116-122.

Fraser, Mike et al., « Getting the picture : Enhancing avatar representations in collaborative virtual environments », in : *Inhabited information spaces : Living with your data*, Springer, 2004, p. 133-150.

Fraser, Mike et al., « Supporting awareness and interaction through collaborative virtual interfaces », in : *Proceedings of the 12th annual ACM symposium on User interface software and technology*, 1999, p. 27-36.

Fribourg, Rebecca et al., « Studying the sense of embodiment in VR shared experiences », in : *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, IEEE, 2018, p. 273-280.

Fuchs, Philippe, Guillaume Moreau et Jean-Marie Burkhardt, *Le traité de la réalité virtuelle Volume 2-L'interfaçage : l'immersion et l'interaction en environnement virtuel*, 2006.

Gagneré, Georges, « AKN_Regie : Un plugin dans Unreal Engine pour la direction d'avatar sur une scène mixte », in : *JIT 2022-Journées d'Informatique Théâtrale 2022*, 2022.

Gagneré, Georges et Cédric Plessiet, « Perceptions (théâtrales) de l'augmentation numérique », in : *Frontières Numériques : Perceptions*, 2016.

Galanter, Philip, « Generative art theory », in : *A companion to digital art* (2016), p. 146-180.

Garon, Mathieu et Jean-François Lalonde, « Deep 6-DOF tracking », in : *IEEE transactions on visualization and computer graphics* 23.*11* (2017), p. 2410-2418.

Gaugne, Ronan et al., « Immersia, an open immersive infrastructure : doing archaeology in virtual reality », in : *Archeologia e Calcolatori* (2014), p. 1-10.

Gerbaud, Stéphanie et al., « GVT : a platform to create virtual environments for procedural training », in : *2008 IEEE Virtual Reality Conference*, IEEE, 2008, p. 225-232.

Gibbs, Janet K, Marco Gillies et Xueni Pan, « A comparison of the effects of haptic and visual feedback on presence in virtual reality », in : *International Journal of Human-Computer Studies* 157 (2022), p. 102717.

Gibson, Eleanor J et Richard D Walk, « The" visual cliff" », in : *Scientific American* 202.*4* (1960), p. 64-71.

Gibson, James J, *The ecological approach to visual perception : classic edition*, Psychology press, 2014.

Go, Nicolas, « La contemplation », in : *Le philosophoire 3* (2003), p. 225-236.

Goebbels, Gernot, Vali Lalioti et Martin Göbel, « Design and evaluation of team work in distributed collaborative virtual environments », in : *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, 2003, p. 231-238.

Goffman, Erving, *Behavior in public places*, Simon et Schuster, 2008.

Goizet, Joseph, *Histoire anecdotique de la collaboration au théâtre*, au Bureau du Dictionnaire du Théâtre, 1867.

Goldberg, RoseLee, *Performance now*, Thames et Hudson, 2018.

Gonçalves, Guilherme et al., « Evaluation of the impact of different levels of self-representation and body tracking on the sense of presence and embodiment in immersive VR », in : *Virtual Reality* 26.*1* (2022), p. 1-14.

Gorisse, Geoffrey et al., « First-and third-person perspectives in immersive virtual environments : presence and performance analysis of embodied users », in : *Frontiers in Robotics and AI* 4 (2017), p. 33.

Gorisse, Geoffrey et al., « I am a Genius ! Influence of Virtually Embodying Leonardo da Vinci on Creative Performance », in : *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 29.*11* (2023), p. 4328-4338.

Gouranton, Valérie, « Modèles et Outils pour la Production d'Applications de RX, Focus sur le Patrimoine Culturel (HdR) », thèse de doct., Université Rennes 1, 2022.

Grandi, Jerônimo Gustavo, Henrique Galvan Debarba et Anderson Maciel, « Characterizing asymmetric collaborative interactions in virtual and augmented realities », in : *2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, IEEE, 2019, p. 127-135.

Greenberg, Clement, « La peinture moderniste », in : *Appareil 17* (2016).

Guattari, Félix, « Qu'est-ce que l'écosophie ? », in : *Lectures, Les livres* (2013).

Guéneau, Catherine, « L'interactivité : une définition introuvable », in : *Communication & langages* 145.*1* (2005), p. 117-129.

Guez, Judith, « Illusions entre le réel et le virtuel (IRV) comme nouvelles formes artistiques : présence et émerveillement », in : *Université Paris VIII* (2015).

Guyot, Patrice et Thomas Pellegrini, « Vers la transcription automatique de gestes du soundpainting pour l'analyse de performances interactives », in : *Journées d'Informatique Musicale (JIM 2016)*, 2016, pp-118.

Haeyen, Suzanne, Nathalie Jans et Jackie Heijman, « The use of VR tilt brush in art and psychomotor therapy : An innovative perspective », in : *The Arts in Psychotherapy* 76 (2021), p. 101855.

Hagemann, Simon et Izabella Pluta, *Quels rôles pour le spectateur à l'ère numérique ?*, Éditions Épistémé, 2023.

Hameed, Asim, Andrew Perkis et Sebastian Möller, « Evaluating hand-tracking interaction for performing motor-tasks in vr learning environments », in : *2021 13th international conference on quality of multimedia experience (QoMEX)*, IEEE, 2021, p. 219-224.

Hanser, Suzanne B, Sharon Cotteral Larson et Audree S O'Connell, « The effect of music on relaxation of expectant mothers during labor », in : *Journal of Music Therapy* 20.*2* (1983), p. 50-58.

Harbonnier-Topin, Nicole et Jean-Marie Barbier, « L'apprentissage par imitation en danse : une «résonance» constructive ? », in : *Staps 1* (2014), p. 53-68.

Hartson, Rex, « Cognitive, physical, sensory, and functional affordances in interaction design », in : *Behaviour & information technology* 22.*5* (2003), p. 315-338.

Heater, Carrie, « Being there : The subjective experience of presence. », in : *Presence Teleoperators Virtual Environ.* 1.*2* (1992), p. 262-271.

Heidicker, Paul, Eike Langbehn et Frank Steinicke, « Influence of avatar appearance on presence in social VR », in : *2017 IEEE symposium on 3D user interfaces (3DUI)*, IEEE, 2017, p. 233-234.

Heldal, Ilona et al., « Immersiveness and symmetry in copresent scenarios », in : *IEEE Proceedings. VR 2005. Virtual Reality, 2005.* IEEE, 2005, p. 171-178.

Hewett, Thomas T et al., *ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction*, ACM, 1992.

Hindmarsh, Jon et al., « Fragmented interaction : establishing mutual orientation in virtual environments », in : *Proceedings of the 1998 ACM conference on Computer supported cooperative work*, 1998, p. 217-226.

Ho, Rainbow TH et al., « Art viewing directives in hospital settings effect on mood », in : *HERD : Health Environments Research & Design Journal* 8.*3* (2015), p. 30-43.

Hofmann, Werner, *Caspar David Friedrich*, Hazan, 2000.

Hohlfeldt, Marion, « L'Œuvre collective du GRAV : le labyrinthe et la participation du spectateur », in : *Critique d'art. Actualité internationale de la littérature critique sur l'art contemporain 41* (2013).

Horesh, Danny et Adam D Brown, « Traumatic stress in the age of COVID-19 : A call to close critical gaps and adapt to new realities. », in : *Psychological Trauma : Theory, Research, Practice, and Policy* 12.*4* (2020), p. 331.

Inceer, Melis, « An analysis of the opening credit sequence in film », in : *cureJ : college undergraduate research electronic Journal* 65 (2007), p. 1-51.

Izard, Carroll E, *Human emotions*, Springer Science & Business Media, 2013.

Jackson, Randolph L, Wayne Taylor et William Winn, « Peer collaboration and virtual environments : A preliminary investigation of multi-participant virtual reality applied in science education », in : *Proceedings of the 1999 ACM symposium on Applied computing*, 1999, p. 121-125.

Jego, Jean-François, « Interaction basée sur des gestes définis par l'utilisateur : Application à la réalité virtuelle », thèse de doct., Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2013.

Jégo, Jean-François et Margherita Bergamo Meneghini, « 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*, 2020, p. 1-8.

Jiang, Ying et al., « Handpainter-3d sketching in vr with hand-based physical proxy », in : *Proceedings of the 2021 CHI conference on human factors in computing systems*, 2021, p. 1-13.

Jimenez, Marc, *La création artistique face aux nouvelles technologies*, Klincksieck, 2005.

— *Qu'est-ce que l'esthétique*, Gallimard, 1997.

Joseph, Branden W, « John Cage and the architecture of silence », in : *OCTOBER-CAMBRIDGE MASSACHUSETTS-* (1997), p. 81-104.

Jović, Miljan et Ana Jovančević, « Optimism-pessimism and emotional reactions to unpleasant movie scenes », in : *Facta Universitatis, Series : Visual Arts and Music* (2019), p. 041-047.

Julia, Jean-Thierry, « Interactivité, modes d'emploi : Réflexions préliminaires à la notion de document interactif », in : *Documentaliste-Sciences de l'information* 40.*3* (2003), p. 204-212.

Kalir, Jeremiah H, « Social annotation enabling collaboration for open learning », in : *Distance Education* 41.*2* (2020), p. 245-260.

Kant, Immanuel, *Critique de la faculté de juger*, Vrin, 1965.

Kanter, Rosabeth Moss, *Rosabeth Moss Kanter on the frontiers of management*, Harvard Business Review Press, 1997.

Kaplan, Andreas M et Michael Haenlein, « The fairyland of Second Life : Virtual social worlds and how to use them », in : *Business horizons* 52.*6* (2009), p. 563-572.

Kawamoto, Hideo, « L'autopoıèse et l'«individu» en train de se faire », in : *Revue philosophique 3* (2011), p. 347-363.

Kee, Ying Hwa, « Reflections on athletes' mindfulness skills development : Fitts and Posner's (1967) three stages of learning », in : *Journal of Sport Psychology in Action* 10.*4* (2019), p. 214-219.

Kerlan, Alain, « À la source éducative de l'art », in : *Staps 4* (2013), p. 17-30.

Kester, Grant H, « Collaboration, art and subcultures », in : *CuadernoVideobrasil* 2 (2006), p. 10.

Kilteni, Konstantina, Raphaela Groten et Mel Slater, « The sense of embodiment in virtual reality », in : *Presence : Teleoperators and Virtual Environments* 21.*4* (2012), p. 373-387.

King, Alison, « Scripting collaborative learning processes : A cognitive perspective », in : *Scripting computer-supported collaborative learning : Cognitive, computational and educational perspectives*, Springer, 2007, p. 13-37.

Kogut, Bruce, « Joint ventures : Theoretical and empirical perspectives », in : *Strategic management journal* 9.*4* (1988), p. 319-332.

Kopp, Stefan, « Social resonance and embodied coordination in face-to-face conversation with artificial interlocutors », in : *Speech Communication* 52.*6* (2010), p. 587-597.

Kostelanetz, Richard, *Conversing with Cage*, 2003.

Kotaru, Manikanta et Sachin Katti, « Position tracking for virtual reality using commodity WiFi », in : *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2017, p. 68-78.

Krajewski, Pascal, « Qu'appelle-t-on un médium ? », in : *Appareil* (2015).

Kramer, Robert, *Collaborating : Finding common ground for multiparty problems*, 1990.

Kuka, Daniela et al., « Deep space : high resolution VR platform for multi-user interactive narratives », in : *Joint International Conference on Interactive Digital Storytelling*, Springer, 2009, p. 185-196.

Lacan, Jacques, « Le séminaire VIII : Le transfert », in : *Paris, Éditions du Seuil* (1991).

Lachapelle, Richard, « La contemplation de l'oeuvre d'art en tant qu'apprentissage : fondements théoriques et applications pratiques », in : *Canadian Review of Art Education* 19.*2* (1992), p. 114-129.

Lafargue, Bernard, « L'artiste en artisans », in : *Figures de l'Art. Revue d'études esthétiques* 7.*1* (2003), p. 15-37.

Lagache, Daniel et Eva Rosenblum, « Pouvoir et personne », in : *Bibliothèque de psychanalyse* (1982), p. 297-304.

Laliberté, Martin, « L'improvisation dirigée et la gestuelle chez Zappa : le cas du film" Baby Snakes" », in : *Frank Zappa L'un et le Multiple* (2017), p. 155-175.

LaViola Jr, Joseph J et al., *3D user interfaces : theory and practice*, Addison-Wesley Professional, 2017.

Le Blanc, Benoıt, « Francisco Varela : des systèmes et des boucles », in : *Hermès 1* (2014), p. 106-107.

Le Chenechal, Morgan, « Awareness Model for Asymmetric Remote Collaboration in Mixed Reality », thèse de doct., INSA Rennes, 2016.

Le Chénéchal, Morgan et al., « 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)*, IEEE, 2016, p. 18-22.

Le Scanff, Yvon, *Le paysage romantique et l'expérience du sublime*, Editions Champ Vallon, 2016.

Leary, Timothy, « Timothy Leary », in : (1920).

Lehmans, Simon, « Musiques ambient : liquéfaction du monde à l'ère de la communication mondialisée », in : *Hermès 1* (2020), p. 244-248.

Leroy, Christine, « Empathie kinesthésique, danse-contact-improvisation et danse-théâtre », in : *Staps 4* (2013), p. 75-88.

Levitte, Agnès, « Pour une esthétique de l'ordinaire », in : *Les Ateliers de la Recherche en Design* (2008), p. 35-44.

Lévy, Lisa, « L'urbaniste, professionnel de l'improvisation ? », in : *Cybergeo : European Journal of Geography* (2016).

Lévy, Lisa, Sébastien de Pertat et Olivier Soubeyran, « De l'aménageur chef d'orchestre à l'improvisateur. Ce que les savoirs de l'improvisation font à l'aménagement », in : *Revue d'anthropologie des connaissances* 13.*13-3* (2019).

Li, Min et al., « Relaxation techniques for depressive disorders in adults : a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials », in : *International Journal of Psychiatry in Clinical Practice* 24.*3* (2020), p. 219-226.

Liautaud, Ségolène, « L'expérience collaborative entre des cinéastes et Michelangelo Pistoletto », in : *Déméter-Théories & pratiques artistiques contemporaines 2| Hiver* (2018).

Lieb, Marie-Anne, « Voix-off et voix (e) narrative : la conscience entre les lignes dans l'œuvre de Arnaud Desplechin », in : *Cahiers de Narratologie. Analyse et théorie narratives 22* (2012).

Lin, Xiangxu et al., « Virtual reality-based musical therapy for mental health management », in : *2020 10th Annual computing and communication workshop and conference (CCWC)*, IEEE, 2020, p. 0948-0952.

Lombard, M, « At the heart of it all : The concept of presence », in : *Journal of Computer-Mediated Communication* 3.*2* (1997).

Lomet, Julien, « L'acte de faire croire : du trompe-l'oeil de chevalet à la réalité virtuelle », in : (2017).

Lomet, Julien, Ronan Gaugne et Valérie Gouranton, « Could you relax in an artistic co-creative virtual reality experience ? », in : *ICAT-EGVE, joint international conference of the the 32nd International Conference on Artificial Reality and Telexistence & the 27th Eurographics Symposium on Virtual Environments.* 2022, p. 1-9.

Lyytinen, Kalle, Petri Maaranen et Juha Knuuttila, « Groups are not always the same : An analysis of group behaviors in electronic meeting systems », in : *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)* 2 (1993), p. 261-284.

Machover, Tod, « Shaping minds musically », in : *BT Technology Journal* 22.*4* (2004), p. 171-179.

Majgaard, Gunver, Morten Misfeldt et Jacob Nielsen, « How design-based research and action research contribute to the development of a new design for learning », in : *Designs for learning* 4.*2* (2011), p. 8-27.

Margery, David, Bruno Arnaldi et Noël Plouzeau, « 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, Springer, 1999, p. 169-178.

Marsh, Shaun, « Human computer interaction : an operational definition », in : *ACM SIGCHI Bulletin* 22.*1* (1990), p. 16-22.

Martin, Martha Ann et Arlene Metha, « Recall of early childhood memories through musical mood induction. », in : *The Arts in Psychotherapy* (1997).

Maturana, Humberto R et Francisco J Varela, *Autopoiesis and cognition : The realization of the living*, t. 42, Springer Science & Business Media, 1991.

Mayer, John D et Rachael Cavallaro, « Brief mood introspection scale (BMIS) : Technical and scoring manual », in : (2019).

McDonnell, Rachel, Martin Breidt et Heinrich H Bülthoff, « Render me real ? Investigating the effect of render style on the perception of animated virtual humans », in : *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 31.*4* (2012), p. 1-11.

McGarry, Lucy M et Frank A Russo, « Mirroring in dance/movement therapy : Potential mechanisms behind empathy enhancement », in : *The Arts in Psychotherapy* 38.*3* (2011), p. 178-184.

Melián Diaz, Dámari et al., « Minecraft : three-dimensional construction workshop for improvement of creativity », in : *Technology, Pedagogy and Education* 29.*5* (2020), p. 665-678.

Melillo, Antonio et al., « Virtual reality rehabilitation systems for cancer survivors : a narrative review of the literature », in : *Cancers* 14.*13* (2022), p. 3163.

Mercier-Lefèvre, Betty, « La danse contemporaine et ses rituels. L'exemple d'un spectacle d'Alain Platel », in : *Corps et culture 4* (1999).

Mestre, Daniel R, Marine Ewald et Christophe Maiano, « Virtual reality and exercise : behavioral and psychological effects of visual feedback », in : *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine 2011* (2011), p. 122-127.

Métais, Fabrice, « Faire l'expérience de l'autre : intersubjectivité, altérité et installation artistique », in : *IRIS*, 40, 2020.

Miller, Leta E, « Cage, Cunningham, and Collaborators : The Odyssey of" Variations V" », in : *The Musical Quarterly* 85.*3* (2001), p. 545-567.

Minors, Helen Julia, « Music and movement in dialogue : exploring gesture in soundpainting », in : *Les Cahiers de la Société québécoise de recherche en musique* 13.*1* (2012), p. 87-96.

Molinet, Emmanuel, « L'hybridation : un processus décisif dans le champ des arts plastiques », in : *Le Portique. Revue de philosophie et de sciences humaines* (2006).

Mollet, Nicolas et Bruno Arnaldi, « Storytelling in virtual reality for training », in : *International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment*, Springer, 2006, p. 334-347.

Mollet, Nicolas, Stéphanie Gerbaud, Bruno Arnaldi et al., « STORM : a Generic Interaction and Behavioral Model for 3D Objects and Humanoids in a Virtual Environment. », in : *EGVE (Short Papers & Posters)*, 2007.

Moloney, Jules et al., « The affordance of virtual reality to enable the sensory representation of multi-dimensional data for immersive analytics : from experience to insight », in : *Journal of Big Data* 5.*1* (2018), p. 53.

Montandon, Alain, « De la peinture romantique allemande », in : *Romantisme* 7.*16* (1977), p. 82-94.

Mori, Masahiro, Karl F MacDorman et Norri Kageki, « The uncanny valley [from the field] », in : *IEEE Robotics & automation magazine* 19.*2* (2012), p. 98-100.

Moulin, Raymonde, « De l'artisan au professionnel : l'artiste », in : *Sociologie du travail* (1983), p. 388-403.

Moulon, Dominique, *Art contemporain nouveaux médias*, Nouvelles éditions Scala, 2013.

Murphy, Brenda, *Tennessee Williams and Elia Kazan : a collaboration in the theatre*, Cambridge University Press, 1992.

Nachi, Mohamed et al., *Éloge du compromis : pour une nouvelle pratique démocratique*, Academia Bruylant, 2006.

Nacke, Lennart E et Mark Grimshaw, « Player-game interaction through affective sound », in : *Game sound technology and player interaction : Concepts and developments*, IGI global, 2011, p. 264-285.

Nannipieri, Olivier, « Agentivité et présence dans les environnements virtuels », in : *Interfaces numériques* 7.*1* (2018), p. 77-93.

Necker, Sophie et Magali Boizumault, « «Pratiques corporelles de bien-être» en milieu scolaire : les enjeux sous-jacents à une tentative de définition », in : *Staps* 127.*1* (2020), p. 79-87.

Nguyen, Thi Thuong Huyen, Thierry Duval et Cédric Fleury, « Guiding techniques for collaborative exploration in multi-scale shared virtual environments », in : *GRAPP International Conference on Computer Graphics Theory and Applications*, 2013, p. 327-336.

Norman, Donald A, « Affordance, conventions, and design », in : *interactions* 6.*3* (1999), p. 38-43.

Obrenović, Željko, « Design-based research : what we learn when we engage in design of interactive systems », in : *Interactions* 18.*5* (2011), p. 56-59.

Orth, Maggie, « Interface to architecture : integrating technology into the environment in the Brain Opera », in : *Proceedings of the 2nd conference on Designing interactive systems : processes, practices, methods, and techniques*, 1997, p. 265-275.

Ouverson, Kaitlyn M et Stephen B Gilbert, « A composite framework of co-located asymmetric virtual reality », in : *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction* 5.*CSCW1* (2021), p. 1-20.

Paggi, Silvia, « Voix-off et commentaire dans le cinéma documentaire et ethnographique », in : *Cahiers de Narratologie. Analyse et théorie narratives 20* (2011).

Paquelin, Didier, « Analyse d'applications multimédias pour un usage pédagogique. À la recherche de l'intentionnalité partagée », in : *Alsic. Apprentissage des Langues et Systèmes d'Information et de Communication* 5.*1* (2002), p. 3-32.

Paradiso, Joseph A, « The brain opera technology : New instruments and gestural sensors for musical interaction and performance », in : *Journal of New Music Research* 28.*2* (1999), p. 130-149.

Pauchet, Alexandre et al., « Mutual awareness in collocated and distant collaborative tasks using shared interfaces », in : *Human-Computer Interaction–INTERACT 2007 : 11th IFIP TC 13 International Conference, Rio de Janeiro, Brazil, September 10-14, 2007, Proceedings, Part I 11*, Springer, 2007, p. 59-73.

Pavis, Patrice, *Dictionnaire de la performance et du théâtre contemporain-2e éd.* Armand Colin, 2018.

Peraya, Daniel et Patricia Dumont, « Interagir dans une classe virtuelle : analyse des interactions verbales médiatisées dans un environnement synchrone », in : *Revue française de pédagogie* (2003), p. 51-61.

Pidel, Catlin et Philipp Ackermann, « Collaboration in virtual and augmented reality : a systematic overview », in : *Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics : 7th International Conference, AVR 2020, Lecce, Italy, September 7–10, 2020, Proceedings, Part I 7*, Springer, 2020, p. 141-156.

Pimentel, Ken et Kevin Teixeira, *Virtual reality : Through the new looking glass*, McGraw-Hill, Inc., 1993.

Pizzaleo, Luigi et Conservatorio di Roma, « Free improvisation as Figural Representation of Social Relationships. Musica Elettronica Viva 1967-1969 », in : *Conference : Compositional Aesthetics and the Political Goldsmiths College, February 20th-22nd 2015 Free*, 2015, p. 1-18.

Plessiet, Cédric, « De la sculpture matrice à l'acteur virtuel », thèse de doct., Université paris 8, 2019.

Plessiet, Cédric et Jean-François Jégo, « MITMI Man-In-The-Middle Interaction : The human back in the loop. », in : *International Journal of Virtual Reality* (2019).

Pochon, Luc-Olivier et Michèle Grossen Peretti, « Définition d'un espace interactif pour aborder l'étude de l'utilisation de l'ordinateur », in : *Cahiers de Psychologie et éducation 31* (1994), p. 27-47.

Poissant, Louise, *Dictionnaire des arts médiatiques*, PUQ, 2014.

— *Interfaces et sensorialité*, t. 111, PUQ, 2003.

Popper, Frank, *Art, action et participation : l'artiste et la créativité aujourd'hui*, Klincksieck esthetique, 1985.

Proctor, Robert W et Kim-Phuong L Vu, « Human information processing : an overview for human-computer interaction », in : *The human-computer interaction handbook* (2007), p. 69-88.

Prpa, Mirjana et al., « Inhaling and exhaling : How technologies can perceptually extend our breath awareness », in : *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2020, p. 1-15.

Radanliev, Petar, « Dance as a mental health therapy in the Metaverse : exploring the therapeutic potential of Dance Movement Therapy as a non-pharmacological treatment in the Metaverse », in : *Frontiers in Computer Science* 6 (2024), p. 1334027.

Rancière, Jacques, « Ce que «medium» peut vouloir dire : l'exemple de la photographie », in : *Appareil 1* (2008).

— *Le partage du sensible : esthétique et politique*, La fabrique éditions, 2000.

Reimann, Peter, « Design-based research », in : *Methodological choice and design : Scholarship, policy and practice in social and educational research*, Springer, 2010, p. 37-50.

Resweber, Jean-Paul, « Les enjeux de l'interdisciplinarité », in : *Questions de communication* 19.*1* (2011), p. 171-200.

Riahi, Sonia Khalfallah, « Performance dansée augmentée et installation interactive performative : possibilités et limites de la co-création.| Theses. fr », thèse de doct., Paris 8, 2021.

Richard, Jean-Pierre, *Études sur le romantisme*, Média Diffusion, 2014.

Richardson, Jack, « Interventionist art education : Contingent communities, social dialogue, and public collaboration », in : *Studies in art education* 52.*1* (2010), p. 18-33.

Riches, Simon et al., « Virtual reality relaxation for the general population : a systematic review », in : *Social psychiatry and psychiatric epidemiology* 56 (2021), p. 1707-1727.

Riedl, Mark Owen et Vadim Bulitko, « Interactive narrative : An intelligent systems approach », in : *Ai Magazine* 34.*1* (2013), p. 67-67.

Robb, Sheri L et al., « The effects of music assisted relaxation on preoperative anxiety », in : *Journal of music therapy* 32.*1* (1995), p. 2-21.

Robine, Jean-Marie, « Self », in : *A Polyphony of Contemporary Gestalt Therapists. St. Romain-La-Virvée : L'Exprimerie* (2016).

Rogers, Katja et al., « The potential disconnect between time perception and immersion : Effects of music on vr player experience », in : *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 2020, p. 414-426.

Rosamond, Emily, « The Sketch in the Work of Frances Stark, Jacolby Satterwhite, and Sue Tompkins », in : *Esse* 93 (2018), p. 38-49.

Rose, Tyler, Chang S Nam et Karen B Chen, « Immersion of virtual reality for rehabilitation-Review », in : *Applied ergonomics* 69 (2018), p. 153-161.

Rosenthal, Léon, *Le romantisme*, Parkstone International, 2012.

Roussillon, René, « L'intersubjectivité », in : *Le Carnet PSY* 94.*8* (2004), p. 22-28.

Salber, Daniel, « De l'interaction homme-machine individuelle aux systèmes multi-utilisateurs. L'exemple de la communication homme-homme médiatisée », thèse de doct., Université Joseph-Fourier-Grenoble I, 1995.

Sandow, Dennis et Anne Murray Allen, « The Nature of Social Collaboration : How Work Really Gets Done. », in : *Reflections* 6 (2005).

Santora, Joseph C et James C Sarros, « Collaborative Leadership : How Citizens and Civic Leaders Can Make a Difference. », in : *Business Horizons* 38.*3* (1995), p. 89-91.

Satyavolu, Srivishnu et al., « Analysis of IR-based virtual reality tracking using multiple Kinects », in : *2012 IEEE Virtual Reality Workshops (VRW)*, IEEE, 2012, p. 149-150.

Sauvageot, Anne et Jean-Paul Fourmentraux, « Les coulisses du Cyberart », in : *" Vers une Sociologie des Oeuvres" Actes des cinquièmes rencontres internationales de sociologie de l'art de grenoble (GDR CNRS OPuS-Oeuvres Publics, Sociétés), sous la direction de Jean-Olivier Majastre et Alain Pessin.* L'Harmattan-Logiques sociales, 2001.

Savrami, Katia, « A duet between science and art : Neural correlates of dance improvisation », in : *Research in Dance Education* 18.*3* (2017), p. 273-290.

Schaeffer, Jean-Marie, *Adieu à l'esthétique*, Mimesis, 2016.

— *L'Expérience esthétique*, 2015.

— « Qu'est-ce qu'une conduite esthétique ? », in : *Revue internationale de philosophie* (1996), p. 669-680.

Schafer, Raymond Murray, *Le paysage sonore : le monde comme musique*, Éditions Wildproject, 2010.

Schmais, Claire, « Dance therapy in perspective », in : *Focus on dance* 7 (1974), p. 7-12.

Schrage, M, « Shared minds : The new technologies of collaboration », in : *John Brockman* (1990).

Scoular, Claire et al., « Collaboration : Definition and structure », in : (2020).

Seinfeld, Sofia et al., « Influence of music on anxiety induced by fear of heights in virtual reality », in : *Frontiers in psychology* 6 (2016), p. 1969.

Serlin, L, « GESTALT-PHENOMENOLOGICAL APPROACH TO MOVEMENT THERAPY-PORTRAIT OF KAREN », in : *Journal of Contemporary Psychotherapy* 8.*2* (1977), p. 145-152.

Shah, Lubna Bte Iskhandar et al., « Efficacy of psychoeducation and relaxation interventions on stress-related variables in people with mental disorders : a literature review », in : *Archives of psychiatric nursing* 28.*2* (2014), p. 94-101.

Shapiro, Samuel Sanford et Martin B Wilk, « An analysis of variance test for normality (complete samples) », in : *Biometrika* 52.*3-4* (1965), p. 591-611.

Shapiro, Shauna L et al., « Contemplation in the classroom : A new direction for improving childhood education », in : *Educational psychology review* 27 (2015), p. 1-30.

Sinha, Gaurav, Rahul Shahi et Mani Shankar, « Human computer interaction », in : *2010 3rd International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology*, IEEE, 2010, p. 1-4.

Slater, Mel, « A note on presence terminology », in : *Presence connect* 3.*3* (2003), p. 1-5.

Slater, Mel et al., « Measuring presence : A response to the Witmer and Singer presence questionnaire », in : *Presence : teleoperators and virtual environments* 8.*5* (1999), p. 560-565.

Slater, Mel, Martin Usoh et Anthony Steed, « Depth of presence in virtual environments », in : *Presence : Teleoperators & Virtual Environments* 3.*2* (1994), p. 130-144.

Slater, Mel et al., « Small-group behavior in a virtual and real environment : A comparative study », in : *Presence* 9.*1* (2000), p. 37-51.

Smuts, Aaron, « What is interactivity ? », in : *The Journal of Aesthetic Education* 43.*4* (2009), p. 53-73.

Smykovskyi, Andrii et al., « Positive emotions foster spontaneous synchronisation in a group movement improvisation task », in : *Frontiers in Human Neuroscience* 16 (2022), p. 944241.

Sohrab, Serena G, Mary J Waller et Seth Kaplan, « Exploring the hidden-profile paradigm : A literature review and analysis », in : *Small Group Research* 46.*5* (2015), p. 489-535.

Soulier, Noé, *Actions, mouvements et gestes*, Centre national de la danse, 2016.

Sousa, Catarina Carneiro de et Luis Eustáquio, « Art practice in collaborative virtual environments », in : *Uncertain spaces : Virtual configurations in contemporary art and museums* (2015), p. 211-240.

Stein, Jan-Philipp et Peter Ohler, « Venturing into the uncanny valley of mind—The influence of mind attribution on the acceptance of human-like characters in a virtual reality setting », in : *Cognition* 160 (2017), p. 43-50.

Stucky, Susan U, Ben Shaw et Wendy Ark, « Virtual environments overview », in : *San Jose CA : IBM Almaden Research Centre* (2009).

Suquet, Annie, « La collaboration Cage-Cunningham : un processus expérimental », in : *Repères 2* (2007), p. 11-16.

Takala, Gwenaël Beckett, « The interactive creativity of the digital era : Exploring how media art redefines the relationship between audience and artwork », in : *Studies in Art and Architecture* 2.*3* (2023), p. 28-44.

Tan, Janice, Lee Kannis-Dymand et Christian Jones, « Examining the potential of VR program Tilt Brush in reducing anxiety », in : *Virtual Reality* 27.*4* (2023), p. 3379-3391.

Thompson, Walter, *Soundpainting : The Art of Live Composition. Workbook I*, Walter Thompson, 2006.

Torrents, Carlota, Marta Castañer et Maria Teresa Anguera, « Dancing with complexity : Observation of emergent patterns in dance improvisation », in : *Baltic Journal of Sport and Health Sciences* 1.*80* (2011).

Trajkova, Milka et al., « Exploring Collaborative Movement Improvisation Towards the Design of LuminAI—a Co-Creative AI Dance Partner », in : *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2024, p. 1-22.

Tramus, Marie-Hélène, « Les artistes et la réalité, des parcours croisés », in : *Intellectica* 45.*1* (2007), p. 129-142.

Trognon, Alain, « L'interaction en général : sujets, groupes, cognitions, représentations sociales », in : *Connexions* 57.*1* (1991), p. 9-26.

Van Boxtel, Carla, Jos Van der Linden et Gellof Kanselaar, « Collaborative learning tasks and the elaboration of conceptual knowledge », in : *Learning and instruction* 10.*4* (2000), p. 311-330.

Vaysse, Jocelyne, « Chapitre 15. Résonances empathiques et mouvements dansés », in : *L'empathie*, Doin, 2015, p. 295-306.

Vera, Dusya et Mary Crossan, « Improvisation and innovative performance in teams », in : *Organization science* 16.*3* (2005), p. 203-224.

Vidalenc, Isabelle et Laid Bouzidi, « Nouvelle approche de conception de systèmes d'information multimédias centrée sur la distinction entre les données conceptuelles et les données sensibles », in : *Collection UL 3* (1999), p. 265-274.

Vigouroux, Roger, *La fabrique du beau*, Odile Jacob, 1992.

Vosmeer, Mirjam, Christian Roth et Hartmut Koenitz, « Who are you ? Voice-over perspective in surround video », in : *Interactive Storytelling : 10th International Conference on Interactive Digital Storytelling, ICIDS 2017 Funchal, Madeira, Portugal, November 14–17, 2017, Proceedings 10*, Springer, 2017, p. 221-232.

Walton, Ashley E et al., « Creating time : Social collaboration in music improvisation », in : *Topics in cognitive science* 10.*1* (2018), p. 95-119.

Webb, Noreen M et al., « Equity issues in collaborative group assessment : Group composition and performance », in : *American Educational Research Journal* 35.*4* (1998), p. 607-651.

Weichert, Frank et al., « Analysis of the accuracy and robustness of the leap motion controller », in : *Sensors* 13.*5* (2013), p. 6380-6393.

Weissberg, Jean-Louis, *Présences à distance : déplacement virtuel et réseaux numériques : pourquoi nous ne croyons plus la télévision*, L'Harmattan Paris, 1999.

Wheelwright, Steven C et Kim B Clark, *Revolutionizing product development : quantum leaps in speed, efficiency, and quality*, Simon et Schuster, 1992.

Wilkinson, Scott, « Phantom of the brain opera », in : *The American Music Teacher* 46.*6* (1997), p. 32.

Wolf, Norbert, *La peinture romantique*, Taschen, 1999.

Xavier, Ismail et Tokiko Ishihara, « Entre ressentiment et pragmatisme : la voix off en tant que discours du protagoniste devant la violence et le jeu de l'ascension sociale », in : *Cinémas* 22.*1* (2011), p. 41-65.

Xia, Haijun et al., « Spacetime : Enabling fluid individual and collaborative editing in virtual reality », in : *Proceedings of the 31st annual ACM symposium on user interface software and technology*, 2018, p. 853-866.

Youngblut, Christine, « Experience of presence in virtual environments », in : *Institute for Defense Analyses, Alexandria, Virginia* (2003).

Zaman, Cagri Hakan, Asiya Yakhina et Federico Casalegno, « nRoom : an immersive virtual environment for collaborative spatial design », in : *Proceedings of the International HCI and UX Conference in Indonesia*, 2015, p. 10-17.

Zhou, Qiushi et al., « Here and now : Creating improvisational dance movements with a mixed reality mirror », in : *Proceedings of the 2023 CHI conference on human factors in computing systems*, 2023, p. 1-16.

INDEX

action, 21, 38, 50, 61, 118, 135, 137, 168, 197, 201, 211, 219, 234, 249, 270, 303, 306, 315, 336, 339, 359, 471, 507
action., 120
affordance, 207, 309, 323, 330, 339, 362, 399, 513
agentivité, 303, 306, 311, 339, 359, 362, 409
Ahmed, 17, 96, 107, 210, 212, 223
artisan, 84, 85, 88, 94, 96, 102, 111, 124, 201, 506, 516
asymétrique, 28, 163, 207, 272, 303, 319, 336, 348, 352, 399, 409, 429, 459, 496, 512
auteur, 84, 85, 88, 94, 96, 102, 110, 201, 242, 249, 323, 367, 393, 471, 505
auteur-amont, 17, 85, 94, 99, 102, 253, 385, 472, 478
auteur-aval, 17, 83, 94, 99, 102, 105, 238, 253, 385, 472, 478
autopoïèse, 197–199, 509
avatar, 175, 177, 181, 185, 187, 193, 251, 268, 281, 284, 290, 291, 293, 300, 309, 338, 393, 436, 512
awareness, 207, 284, 306, 315, 339, 355, 362, 399, 409, 440, 512

Bardiot, 128, 129
Benford, 181, 291, 301
Benzécri, 473, 474
Bergamo, 8, 78, 80, 185, 192
Berleant, 152, 155, 166
Berthoz, 151, 156
Bourriaud, 45, 94
Bowman, 218, 220, 254, 255
Bret, 81, 89, 355, 492
Burke, 371, 372, 374, 401, 514

Cage, 64, 75, 76
Cauquelin, 371, 374, 394
Changeux, 154, 157
chef d'orchestre, 87, 96, 111, 116, 120, 125, 201, 409, 506
Churchill, 251, 259
Citton, 120, 121, 126
communication, 21, 70, 86, 99, 105, 119, 129, 158, 166, 168, 171, 180, 181, 190, 194, 197, 207, 220, 232, 241, 251, 279, 290, 293, 312, 313, 318, 322, 342, 353, 362, 379, 391, 392, 396, 403, 409, 439, 454, 460, 469, 485, 488, 489, 507, 513, 516
compromis, 19, 50, 64, 96, 101, 105, 111, 114, 120, 130, 140, 149, 163, 166, 172, 194, 197, 201, 307, 309, 408, 434, 471, 472, 479, 507, 516
contemplation, 147, 161, 162, 364, 381,

382, 402, 408, 416, 458, 482, 514
coordination, 21, 64, 87, 128, 130, 201, 208, 307, 340, 423, 485, 507
Couchot, 7, 17, 89, 94, 99, 102, 145, 154, 157, 161, 165, 238, 355, 381, 385, 492, 507
Cunningham, 75, 76

de Nanteuil, 50, 52
Deep Space 8K, 275, 345, 346, 348, 410, 416, 496
Design-Based Research, 134, 135, 139, 201, 507
Desnoyers-Stewart, 78, 80, 296, 302, 358, 489
Dourish, 306, 307

espace de communication, 314–316, 321, 322, 342, 399
espace de production, 314, 315, 321, 342, 399
expérience esthétique, 17, 48, 145, 147, 148, 154, 156, 160, 166, 202, 242, 249, 367, 381, 382, 402, 478, 507

feedback, 207, 219, 306, 308, 309, 315, 323, 334, 336, 338, 362, 399, 438, 487, 513
Fiala, 46, 48
Fitts et Posner, 341
Fourmentraux, 77, 86, 96, 124
Fraser, 293, 295, 300
Friedrich, 365, 367, 437
Fuchs, 219, 220, 244, 334, 443
Féral, 19, 40

Gagneré, 8, 81, 132
Gaugne, 7, 410, 423, 433, 486
geste, 29, 78, 168, 170, 174, 181, 186, 194, 200, 207, 216, 298, 315, 319, 321, 332, 336, 352, 391, 396, 403, 430, 435, 488
Goldberg, 41, 43
Gouranton, 7, 218, 219, 256, 410, 423, 433, 486
Guéneau, 210, 225, 230, 231, 236, 240, 241

HOOH+HO, 321, 322, 362, 399, 513
HOOHOOH, 312, 318, 319, 322, 362, 399, 513
hybridation, 18, 66, 124, 178, 290, 323, 364, 381, 385, 402, 439, 507, 514

Ikam, 77, 150
Immersia, 194, 275, 276, 346, 378, 410, 416, 423, 454, 496, 499
improvisation, 19, 64, 78, 97, 106, 111, 114, 116, 120, 132, 174, 176, 186, 191, 193, 199, 201, 207, 246, 323, 340, 409, 471, 507
incarnation, 80, 181, 186, 194, 207, 284, 291, 296, 300, 306, 310, 338, 391, 393, 399, 409, 442, 446, 509, 512
interactivité, 18, 22, 51, 73, 83, 85, 93, 94, 99, 102, 105, 163, 165, 168, 174, 194, 197, 201, 208, 225, 230, 237, 239, 246, 249, 300, 323, 324, 359, 365, 371, 375, 389, 399, 414, 434, 442, 446, 482, 487, 492, 505, 510

interdisciplinaire, 17, 19, 75, 87, 88, 124, 134, 136, 201, 364, 395, 507
intersubjectivité, 44, 61, 75, 89, 94, 101, 106, 127, 157, 166, 201, 249, 323, 395, 417, 444, 471, 507
itération, 134, 139, 423

Johan Julien, 8, 410, 419, 423, 433, 486
Joël Laurent, 7, 17, 410, 423, 433, 486, 492
Jégo, 8, 71, 171, 180, 192, 317, 352

Le Chenechal, 272, 308, 310
Lombard, 285–287
Lévy, 112, 114, 116, 118, 120–122, 126

Machover, 67–70
maîtrise de l'interactivité, 30, 101, 323, 340, 399
Moulin, 85, 88

Obrenović, 136, 139

paysage, 165, 168, 170, 172, 174, 176, 180, 182, 193, 197, 241, 288, 298, 315, 333, 336, 348, 353, 364, 365, 367, 368, 371, 377, 391, 394, 401, 409, 437, 446, 453, 454, 464, 487, 492, 506
performativité, 17, 19, 52, 91, 103, 168, 478, 509
Pierre Huyghe, 8, 377, 379, 411, 420, 423, 433, 492, 499
Plessiet, 7, 65, 132, 317, 486
Popper, 38, 55, 73
présence, 78, 106, 193, 194, 207, 254, 284, 285, 288, 306, 310, 335, 336, 338, 350, 355, 362, 391, 393, 399, 446, 487, 512

Recto VRso, 150, 184, 450, 461, 477, 478
Reimann, 134, 135, 140
relaxation, 364, 377, 379, 381, 388, 392, 402, 408, 435, 442, 446, 453, 456, 458, 466, 489, 499, 514, 515
romantisme, 207, 364–367, 369, 377, 385, 401, 444, 514
résonance collective, 180, 193, 194, 202, 322
résonance kinesthésique, 145, 156, 171, 180, 182, 187, 189, 194, 202, 508
résonance sociale, 190, 191

Salber, 313–316
Schaeffer, 148, 151, 154, 160
Slater, 254, 255, 285, 290
Smuts, 226, 239, 240, 340
souffle, 207, 315, 344, 355, 358, 362, 400, 433, 435, 446, 464, 483, 492, 514, 515
Sublime, 207, 364–366, 371, 375, 379, 385, 401, 514
symétrique, 28, 167, 207, 272, 279, 333, 336, 399, 409, 433, 464, 512
synchronisation, 178, 182, 191, 270, 290, 315, 319, 322, 358, 360, 391, 396, 403, 439, 454, 468, 488, 509, 514

Tramus, 9, 81, 235, 355, 492

voix off, 207, 324, 327, 338, 362, 393, 399, 436, 440, 482, 513

Weissberg, 92, 93, 227, 228

Wolf, 366–368, 372

élasticité de la création, 408, 471, 473, 477, 479, 515

équilibre, 19, 52, 64, 75, 106, 116, 119, 120, 131, 140, 172, 198, 226, 408, 474, 479, 486, 507, 516

état émotionnel, 174, 389, 392, 441–443, 453, 455, 458, 464

TABLE DES FIGURES

1.1 Harrell Fletcher, *A walk to Pikes Peak*, 2012 42
1.2 Tania Mouraud, *One More Night*, 1970. 56
1.3 Tania Mouraud, *One More Night*, 1970. 57
1.4 Collectif Deleter, Performance d'*Alphaloop*, Besançon, 2020 59
1.5 Karina Smigla-Bobonski, *ADA*, Festival Maintenant, Rennes, 2017. 60
1.6 Karina Smigla-Bobonski, *ADA*, Ithra, Dhahran, 2019. 61
1.7 Performance de *nuevo_algo_ritmo.ckpt*, Sonar Festival, Barcelone, 2023. . 66
1.8 Tod Machover, *Brain Opera*, Ars Electronica, 1996. 68
1.9 Tod Machover, *Brain Opera*, Ars Electronica, 1996. 69
1.10 Eduardo Reck Miranda, performance de *Biocomputer Music*, Peninsula Ars Contemporary Music Festival, 2016. 70
1.11 Performance de *SCHLAG !*, Festival Résonances, Paris, 2003. 77
1.12 Compagnie Voix, performance d'*Eve 3.0*, Festival Recto VRso, Laval, 2023. 79
1.13 Compagnie Voix, performance d'*Eve 3.0*, Festival Recto VRso, Laval, 2023. 79

2.1 Jean-Paul Fourmentraux, schéma de la collaboration dans la création d'une œuvre numérique 86
2.2 Salah Uddin Ahmed, Schéma des relations dans une œuvre interactive numérique 107

3.1 Julien Lomet, Dessins de présentation de CH1, 2020. 130
3.2 Julien Lomet, Tableau de travail de coordination de langage pour Creative Harmony 3. 131
3.3 Peter Reimann, tableau des phases itératives 141
3.4 Gunver Majgaard, schéma de la création création par itération 142

4.1 Compagnie Voix, *Eve, dance is an unplaceable place*, Festival Recto VRso, Laval, 2019. 184
4.2 Compagnie Voix, *Eve, dance is an unplaceable place*, Festival Recto VRso, Laval, 2019. 185

4.3 Compagnie Voix, *Eve, dance is an unplaceable place*, Festival Recto VRso, Laval, 2019. 186
4.4 Jean-Fraçois Jego et Margherita Bergamo, Schéma des résonances 192

5.1 Daniel Bachmann, Schéma de la boucle interactive 216
5.2 Valérie Gouranton, Schéma d'étude de l'interaction dans un dispositif VR . 220
5.3 Philippe Fuchs, Schéma anthropocentrique de la perception dans la VR . . 221
5.4 Didier Paquelin, Schéma de l'interactivité 234
5.5 Burdea et Coiffet, Modèle I3 de la VR 246
5.6 Mélodie Mousset, *HanaHana*, œuvre en réalité virtuelle, 2016. 253
5.7 Doug A Bowman, Schéma d'immersion et d'interaction en VR 255

6.1 Projet CAVR, Tableau des VR asymétriques 273
6.2 Julien Lomet, Photographie de CH1 dans Immersia à Rennes, France. . . . 274
6.3 Julien Lomet, Photographie de CH1 dans le Deep Space à Linz, Autriche. . 275
6.4 Julien Lomet, Schéma de CH2 dans Immersia 276
6.5 Julien Lomet, Schéma du spectateur B dans CH2 277
6.6 Julien Lomet, CH2 Spect B schema S2 278
6.7 Julien Lomet, Photographie d'expérience de CH3 282
6.8 John Desnoyers-Stewart, *Embodied Telepresent Connection*, œuvre VR, 2023297
6.9 Eero Tiainen, *Love Simulation EVE : Water Spirits*, œuvre collaborative VR, 2023 298
6.10 Julien Lomet, Avatar dans CH 298
6.11 Julien Lomet, Avatar dans CH3 299
6.12 Morgan Le Chenechal ; Modèle de la boucle enactive dans une CVE 309
6.13 Julien Lomet, Schéma de l'immersion et de l'interaction en VR collaborative310

7.1 Daniel Salber, Modèle de trèfles des systèmes multi-utilisateurs en VR . . . 314
7.2 Julien, Schéma de communication HOOH 316
7.3 Julien Lomet, Schéma de communication HOOHOOH 318
7.4 Julien Lomet, Schéma de communication HOOHOOH dans EV 320
7.5 Julien Lomet, Schéma de communication HOOH+HO 321
7.6 Julien Lomet, Gestes à répéter dans CH2 333
7.7 Julien Lomet, Schéma d'immersion et d'interaction complet en VR 338

7.8 Gerhard Funk, *Cooperative Aesthetics : Curves*, œuvre immersive et interactive, 2021 . . . 347
7.9 Mikhail Margolis, *Digital Swamp Mikhail Margolis*, œuvre interactive, 2023 348
7.10 Julien Lomet, Photo de CH1 à Linz . . . 349
7.11 Photographie d'un utilisateur dans Tilt Brush . . . 351
7.12 Julien Lomet, Schéma de création de montagne dans CH . . . 353
7.13 Julien Lomet, Photo des particules longues dans CH . . . 354
7.14 Edmond Couchot, Michel Bret, Marie-Hélène Tramus, *Les Pissenlits*, installation interactive, 2005 . . . 356
7.15 Jean Dubois, Chloé Lefebvre, *A portée de souffle*, installation interactive, 2018 . . . 357
7.16 Julien Lomet, Schéma du capteur de souffle de CH3 . . . 359
7.17 Julien Lomet, Souffle simulé des avatars dans CH3 . . . 360
7.18 Julien Lomet, Soleil dans CH3 . . . 361

8.1 Caspar David Friedrich, *Les Blanches Falaises de Rügen*, après 1818 . . . 366
8.2 John Martin, *La destruction de Pompei et Herculaneum*, 1822 . . . 372
8.3 Julien Lomet, Environnement de la Scène 2 dans CH . . . 373
8.4 Julien Lomet, Performance de CH2 avec musique et danse en live . . . 378
8.5 Julien Lomet, Schéma d'intensité de la musique dans CH . . . 380
8.6 Julien Lomet, Schéma d'immersion et d'interaction complet . . . 400
8.7 Julien Lomet, Schéma de communication HOOHOOH dans EV . . . 401
8.8 Julien Lomet, Schéma de communication HOOH+HO . . . 402

9.1 Julien Lomet, Photo de performance de CH1 à Rennes . . . 411
9.2 Julien Lomet, Photo de performance de CH1 à Linz . . . 412
9.3 Julien Lomet, Tableau de la narration de CH1 . . . 414
9.4 Joseph Mallord William Turner, *Fort Vimieux*, 1831 . . . 415
9.5 Julien Lomet, Photo de la Scène 1 de CH1 à Linz . . . 416
9.6 Julien Lomet, Photo de la Scène 2 de CH1 à Rennes . . . 417
9.7 Julien Lomet, Photo de la Scène 2 de CH1 à Linz . . . 419
9.8 Julien Lomet, Photo de la captation des danses pour le ballet virtuel . . . 420
9.9 Julien Lomet, Photo du ballet virtuel pendant la performance de CH1 . . . 421
9.10 Julien Lomet, Photo de la performance du Spectateur A dans CH2 . . . 424
9.11 Julien Lomet, Photo de la performance des Spectateurs B dans CH2 . . . 425

9.12 Julien Lomet, Photo de la scénographie de CH2 à Rennes 2 426
9.13 Julien Lomet, Photo de la scénographie de CH2 à Rennes 2 426
9.14 Julien Lomet, Scène 1 de CH2 428
9.15 Julien Lomet, Point de vue du Spectateur A dans la Scène 2 de CH2 . . . 428
9.16 Julien Lomet, Avatars représentés dans la Scène 2 de CH2, point de vue Immersia 429
9.17 Julien Lomet, Avatars représentés dans la Scène 2 de CH2, point de vue global 430
9.18 Julien Lomet, Ballet virtuel dans CH2 431
9.19 Julien Lomet, Scène 1 de CH3 435
9.20 Julien Lomet, Différentes textures de montagnes dans CH3 436
9.21 Julien Lomet, Capture d'écran des arbres et des montagnes de CH3 437
9.22 Caspar David Friedrich, Le moine au bord de la mer, entre 1808 et 1810 . . 438
9.23 Julien Lomet, Capture d'écran de la Scène 3 dans CH3 439

10.1 Julien Lomet, Questionnaire BMIS pour CH 445
10.2 Julien Lomet, Questionnaire Individuel pour CH2 447
10.3 Julien Lomet, Questionnaire Individuel pour CH3 448
10.4 Julien Lomet, Photo de la présentation de CH au Lev Festival 2021 449
10.5 Julien Lomet, Photo de la présentation de CH au Lev Festival 2021 450
10.6 Julien Lomet, Performance et scénographie de CH à Recto VRso 2022 . . . 451
10.7 Julien Lomet, Performance et scénographie de CH à Recto VRso 2022 . . . 452
10.8 Julien Lomet, Résultats de l'état émotionnel de CH2 455
10.9 Julien Lomet, Résultats de l'état émotionnel de CH2 456
10.10Julien Lomet, Questionnaire individuel de CH2 457
10.11Julien Lomet, Résultats du questionnaire individuel de CH2 458

11.1 JP Benzécri, Schéma de l'élasticité 475
11.2 Julien Lomet, *Paradigme Optique*, œuvre immersive et interactive, 2021 . . 477
11.3 Julien Lomet, Photo de la Creative Jam de 2023 à Recto VRso 479
11.4 Julien Lomet, Schéma de l'élasticité de la création 480

12.1 Julien Lomet, Scène 1 de *Sensoufler* 493
12.2 Julien Lomet, Scène 2 de *Sensoufler* 493
12.3 Julien Lomet, Scène 3 de *Sensoufler* 494

12.4 Julien Lomet, Photo de Creative Harmony dans Torre, Lille 496
12.5 Julien Lomet, Photo de Creative Harmony dans REVICA, Lille 497
12.6 Julien Lomet, Schéma des collaborations des salles immersives IMMERSIA, TORE, REVICA 498
12.7 Julien Lomet, Poster de *Voyage du Geste*, 2024 500
12.8 Julien Lomet, Capture d'écran de scène 1 de *Voyage du Geste*, 2025 501
12.9 Julien Lomet, Atelier Centre Eugène Marquis, 2025 502
12.10Chat GPT, *Portrait numérique de Julien Lomet*, 2025 581

ANNEXES

Questionnaire d'expérience pour Creative Harmony 2

Creative Harmony

Avant l'expérience

- **Âge : 22–27-25-29-25-26-23-21-32-21-24-22-22-43-36-23-25-26-38-22-20-20-31-22-24-27-28-22 : 26 ans (entre 21 et 43 ans)**
- **Est-ce votre première expérience de réalité virtuelle ?**

- Oui : 4 : 14%
- Non : 24 : 86%

- **De 1 à 10, 1 étant très peu et 7 étant tout à fait, êtes-vous à l'aise avec votre expression corporelle (gestuelle, manière de marcher, danser) ?**

Très peu à l'aise — Tout à fait à l'aise

1	2	3	4	5	6	7
-	1 : 3.5%	4 : 14,2%	6 : 21,4%	5 : 17,7%	8 : 28,6%	3 : 10,7%

-

- **Cette liste contient 20 adjectifs qui font référence à différents états émotionnels. Pour chacun d'eux, vous devez entourer le symbole qui correspond au mieux, à l'état que vous ressentez en ce moment. Vous pouvez graduer vos réponses en fonction de l'intensité émotionnelle que vous ressentez actuellement.**
  Si vous ne ressentez pas du tout l'état mentionné, entourez XX
  Si vous ressentez un peu cet état, entourez X
  Si vous ressentez un peu plus cet état, entourez V
  Si vous ressentez tout à fait cet état, entourez VV

- Dynamique XX X V VV
- Heureux XX X V VV
- Triste XX X V VV
- Fatigué XX X V VV
- Bienveillant XX X V VV
- Content XX X V VV
- Mélancolique XX X V VV
- Excité XX X V VV
- Epuisé XX X V VV
- Grincheux XX X V VV
- Energique XX X V VV
- Nerveux XX X V VV
- Calme XX X V VV
- Affectueux XX X V VV
- Agacé XX X V VV
- Vif XX X V VV
- Ennuyé XX X V VV
- Appréhensif XX X V VV

- Introspectif XX X V VV
- Nostalgique XX X V VV

Votre expérience dans Creative Harmony

Pour chaque question, notez votre réponse entre 1 à 7, 1 étant très peu et 7 étant beaucoup. Vous pouvez écrire une phrase pour préciser votre réponse.

Dans quelle mesure vous êtes-vous senti·e à l'aise dans l'œuvre ?

Pas du tout à l'aise — Tout à fait à l'aise

1	2	3	4	5	6	7
-	-	1 : 3,5%	2 : 7,1%	9 : 32,1%	9 : 32,1%	7 : 25%

Dans quelle mesure vous êtes-vous senti·e « réellement là » dans l'expérience virtuelle ?

Jamais présent dans le virtuel — Expérience normale

1	2	3	4	5	6	7
-	-	2 : 7,1%	4 : 14,3%	7 : 25%	9 : 32,1%	6 : 21,4%

Avez-vous perdu l'immersion à un moment donné ? Si oui, quand et pourquoi ?

Oui : 19 : 68%
Non : 9 : 32%

Plafond, Plafond, fil + présence virtuelle des joueurs en 3e scène, cable + mur réel et virtuel, mur, mur, grille, textures, manque d'interactivité + espace restreint, cable + texture sol, espace réel+cable, cable+mur, murs, murs, murs, murs + grille + cable, cable, choc manettes, choc manettes, choc manettes,

Dans quelle mesure avez-vous oublié l'espace réel ?

Jamais — Totalement

1	2	3	4	5	6	7
-	-	1 : 3,6%	4 : 14,3%	6 : 21,4%	10 : 35,7%	7 : 25%

Dans quelle mesure la musique vous a-t-elle impactée dans votre expérience de l'œuvre ?

Pas du tout — Fortement

1	2	3	4	5	6	7
-	1 : 3,6%	1 : 3,6%	-	3 : 10,7%	7 : 25%	16 : 57,1%

Dans quelle mesure avez-vous senti que le casque ou les manettes pouvaient être une gêne pour votre immersion ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
2 : 7,1%	6 : 21,4%	8 : 28,6%	5 : 17,9%	5 : 17,9%	1 : 3,6%	-

Dans quelle mesure avez-vous senti que le casque ou les manettes pouvaient être une gêne pour votre interactivité par la gestuelle ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
4 : 14,3%	7 : 25%	6 : 21,4%	4 : 14,3%	6 : 21,4%	1 : 3,6%	-

Votre corps dans Creative Harmony

Dans quelle mesure avez-vous eu l'impression d'être présent·e physiquement dans l'environnement virtuel ?

Jamais présent dans le virtuel						Expérience normale
1	2	3	4	5	6	7
-	-	-	5 : 17,9%	9 : 32,1%	10 : 35,8%	4 : 14,3%

Dans quelle mesure avez-vous senti que le corps virtuel était votre corps réel ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
1 : 3,6%	1 : 3,6%	6 : 21,4%	5 : 17,9%	8 : 28,6%	5 : 17,9%	2 : 7,1%

Dans quelle mesure avez-vous oublié votre corps réel au profit de votre corps virtuel ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
2 : 7,4%	2 : 7,4%	4 : 14,8%	4 : 14,8%	3 : 11,1%	8 : 29,6%	4 : 14,8%

Sans avis : I

Dans quelle mesure avez-vous senti le besoin d'explorer physiquement l'espace virtuel par votre corps réel ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
-	-	1 : 3,6%	1 : 3,6%	6 : 21,4%	8 : 28,6%	12 : 42,9%

Avez-vous ressenti un changement de respiration ou d'attitude corporelle pendant votre expérience ?

Pas du tout — Fortement

1	2	3	4	5	6	7
-	4 : 14,3%	5 : 17,9%	2 : 7,1%	7 : 25%	8 : 28,6%	2 : 7,1%

Interactivité dans Creative Harmony

Dans quelle mesure avez-vous senti que vous pouviez agir dans l'environnement virtuel ?

Pas du tout — Fortement

1	2	3	4	5	6	7
-	1 : 3,6%	10,7%	5 : 17,9%	9 : 32,1%	8 : 28,6%	2 : 7,1%

Dans quelle mesure vous êtes-vous senti·e créateur·trice du paysage virtuel ?

Pas du tout — Fortement

1	2	3	4	5	6	7
1 : 3,6%	9 : 32,1%	5 : 17,9%	5 : 17,9%	6 : 21,4%	2 : 7,1%	

Dans quelle mesure les particules de vos mains vous ont-elles aidées à bouger et créer ?

Pas du tout — Fortement

1	2	3	4	5	6	7
-	-	1 : 3,6%	-	7 : 25%	8 : 28,6%	12 : 42,9%

Dans quelle mesure les éléments décoratifs des paysages vous ont-ils aidés à bouger et créer ?

Pas du tout — Fortement

1	2	3	4	5	6	7
3 : 10,7%	4 : 14,3%	5 : 17,9%	2 : 7,1%	9 : 32,1%	3 : 10,7%	2 : 7,1%

Dans quelle mesure avez-vous ressenti un essoufflement ou une fatigue de vos muscles pendant l'expérience ?

Pas du tout — Fortement

1	2	3	4	5	6	7
17 : 60,7%	9 : 32,1%	1 : 3,6%	-	-	1 : 3,6%	-

Collaboration dans Creative Harmony

Dans quelle mesure avez-vous senti la présence de votre partenaire par son corps virtuel ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
-	1 : 3,6%	4 : 14,3%	2 : 7,1%	10 : 35,7%	9 : 32,1%	2 : 7,1%

Connaissiez-vous votre partenaire d'expérience ?

Oui : 20 : 71%
Non : 8 : 29%

Dans quelle mesure avez-vous pu échanger gestuellement avec votre partenaire d'expérience ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
2 : 7,1%	7 : 25%	6 : 21,4%	5 : 17,9%	4 : 14,3%	5 : 17,9%	-

Dans quelle mesure avez-vous senti la collaboration avec votre partenaire sur le paysage virtuel ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
8 : 28,6%	9 : 32,1%	7 : 25%	-	4 : 14,3%	-	-

Lâcher-prise

Vous êtes-vous senti·e vous détendre dans la scène ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
-	-	-	3 : 10,7%	10 : 35,7%	7 : 25%	8 : 28,6%

Dans quelle mesure avez-vous senti la sensation de lâcher-prise (sentiment de bien-être, de laisser aller, relâchement des muscles, envie de danser, …)

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
-	1 : 3,6%	4 : 14,3%	2 : 7,1%	7 : 25%	7 : 25%	7 : 25%

Dans quelle mesure avez-vous pris du plaisir à contempler ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
-	-	-	1 : 3,6%	3 : 10,7%	4 : 14,3%	20 : 71,4%

Avez-vous ressenti de la nostalgie par le paysage ou la musique ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
5 : 17,9%	4 : 14,3%	3 : 10,7%	3 : 10,7%	3 : 10,7%	8 : 28,6%	2 : 7,1%

Dans quelle mesure avez-vous pris du plaisir à interagir avec l'environnement ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
-	1 : 3,6%	1 : 3,6%	4 : 14,3%	3 : 10,7%	10 : 35,7%	9 : 32,1%

Dans quelle mesure avez-vous pris du plaisir à interagir avec votre partenaire d'expérience ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
	3 : 10,7%	5 : 17,9%	5 : 17,9%	3 : 10,7%	8 : 28,6%	3 : 10,7%

Dans quelle mesure avez-vous senti l'envie d'explorer des gestuelles que vous n'avez pas l'habitude de faire ?

Pas du tout						Fortement
1	2	3	4	5	6	7
-	1 : 3,6%	-	-	9 : 32,1%	8 : 28,6%	10 : 35,7%

Si vous avez ressenti du lâcher-prise, avez-vous changé votre manière de gesticuler pendant l'expérience ?

Oui : 24 : 86%
Non : 4 : 14%

Si vous avez ressenti du lâcher-prise, avez-vous changé votre manière de contempler pendant l'expérience ?

Oui : 15 : 54%
Non : 13 : 46%

L'environnement général et les éléments du paysage vous ont-ils amenés sur des souvenirs, sensations ou émotions précises ? Si oui, souhaitez-vous nous en faire part ?

Oui : 16 : 57%
Non : 12 : 43%

Souhaitez-vous apporter d'autres réflexions ou remarques concernant votre expérience ?

Pouvez-vous décrire votre état émotionnel suite à votre expérience dans Creative Harmony

Si vous ne ressentez pas du tout l'état mentionné, entourez XX
Si vous ressentez un peu cet état, entourez X
Si vous ressentez un peu plus cet état, entourez V
Si vous ressentez tout à fait cet état, entourez VV

:

Dynamique	XX	X	V	VV
Heureux	XX	X	V	VV
Triste	XX	X	V	VV
Fatigué	XX	X	V	VV
Bienveillant	XX	X	V	VV
Content	XX	X	V	VV
Mélancolique	XX	X	V	VV
Excité	XX	X	V	VV
Epuisé	XX	X	V	VV
Grincheux	XX	X	V	VV
Energique	XX	X	V	VV
Nerveux	XX	X	V	VV
Calme	XX	X	V	VV
Affectueux	XX	X	V	VV
Agacé	XX	X	V	VV
Vif	XX	X	V	VV
Ennuyé	XX	X	V	VV
Appréhensif	XX	X	V	VV
Introspectif	XX	X	V	VV
Nostalgique	XX	X	V	VV

Questionnaire d'expérience pour Creative Harmony 3

Creative Harmony V3

Avant l’expérience

Âge :

Est-ce votre première expérience de réalité virtuelle ?

Oui Non

Cette liste contient 20 adjectifs qui font référence à différents états émotionnels. Pour chacun d'eux, vous devez entourer le symbole qui correspond au mieux, à l’état que vous ressentez en ce moment. Vous pouvez graduer vos réponses en fonction de l’intensité émotionnelle que vous ressentez actuellement.
Si vous ne ressentez pas du tout l'état mentionné, entourez XX
Si vous ressentez un peu cet état, entourez X
Si vous ressentez un peu plus cet état, entourez V
Si vous ressentez tout à fait cet état, entourez VV

- Dynamique XX X V VV
- Heureux XX X V VV
- Triste XX X V VV
- Fatigué XX X V VV
- Bienveillant XX X V VV
- Content XX X V VV
- Mélancolique XX X V VV
- Excité XX X V VV
- Epuisé XX X V VV
- Grincheux XX X V VV
- Énergique XX X V VV
- Nerveux XX X V VV
- Calme XX X V VV
- Affectueux XX X V VV
- Agacé XX X V VV
- Vif XX X V VV
- Ennuyé XX X V VV
- Appréhensif XX X V VV
- Introspectif XX X V VV
- Nostalgique XX X V VV

Encerclez à quel point chaque symptôme ci-dessous vous affecte <u>présentement</u>.

1	Inconfort général	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
2	Fatigue	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
3	Mal de tête	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
4	Fatigue des yeux	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
5	Difficulté à faire le focus	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
6	Augmentation de la salivation	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
7	Transpiration	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
8	Nausées	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
9	Difficulté à se concentrer	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
10	Impression de lourdeur dans la tête	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
11	Vision embrouillée	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
12	Etourdissement les yeux ouverts	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
13	Etourdissement les yeux fermés	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
14	Vertiges*	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
15	Conscience de l'estomac**	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
16	Rots	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement

*Les vertiges sont vécus comme une perte de l'orientation par rapport à la position verticale.

**L'expression « conscience de l'estomac » est habituellement utilisée pour désigner un sentiment d'inconfort sans nausée.

Après l’expérience

Pour chaque question, notez votre réponse entre 1 à 7, 1 étant très peu et 7 étant beaucoup. Vous pouvez écrire une phrase pour préciser votre réponse.

<u>Votre expérience dans Creative Harmony</u>

Dans quelle mesure vous êtes-vous senti·e à l’aise dans l’œuvre ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure vous êtes-vous senti·e « réellement là » dans l’expérience virtuelle ?

1	2	3	4	5	6	7

Avez-vous perdu l’immersion à un moment donné ? Si oui, quand et pourquoi ?

Oui Non

Vous êtes vous senti.e perdu.e à un moment lors de l'expérience ? Si oui, quand et pourquoi ?

Oui Non

Dans quelle mesure avez-vous oublié l'espace réel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure la musique vous a-t-elle impactée dans votre expérience de l'œuvre ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous senti que le casque ou les manettes pouvaient être une gêne pour votre immersion ?

1	2	3	4	5	6	7

Remarques

Votre corps dans Creative Harmony

Dans quelle mesure avez-vous eu l'impression d'être présent·e physiquement dans l'environnement virtuel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous senti que le corps virtuel était votre corps réel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous oublié votre corps réel au profit de votre corps virtuel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure vous êtes-vous identifié.e à votre corps virtuel ?

1	2	3	4	5	6	7

Interactivités dans Creative Harmony

Dans quelle mesure avez-vous senti que vous pouviez agir dans l'environnement virtuel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure vous êtes-vous senti·e créateur·trice du paysage virtuel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure les particules de vos mains vous ont-elles aidées à bouger et créer ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu cibler précisément avec vos mains ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure les particules de votre souffle vous ont-elles aidées à souffler et créer ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu identifier l'intensité de votre souffle ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu cibler précisément avec votre souffle ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu créer avec votre souffle ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous eu le sentiment de souffler longtemps ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous eu le sentiment de souffler fort ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous ressenti un essoufflement ou une fatigue de vos muscles pendant l'expérience ?

1	2	3	4	5	6	7

Remarques

Collaboration dans Creative Harmony

Dans quelle mesure avez-vous senti la présence de vos partenaires par leur corps virtuel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu distinguer chaque partenaire par leur corps virtuel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu identifier l'orientation du regard de vos partenaires par la forme de leur corps ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous senti que vos partenaires avaient conscience de votre présence ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous eu conscience des actions de vos partenaires sur l'environnement ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu jouer gestuellement avec vos partenaires d'expérience ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu jouer avec le souffle avec vos partenaires d'expérience ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous senti la collaboration avec votre partenaire sur le paysage virtuel ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu déterminer quel type de paysage faisait chaque partenaire ? (exemple : le spectateur [couleur] faisait les montagnes [couleur])

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pu composer votre paysage grâce à ceux de vos partenaires ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pris plaisir à co-créer du paysage avec vos partenaires d'expérience ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pris plaisir à contempler le paysage que vous avez co-créé ?

1	2	3	4	5	6	7

Avez-vous été plus focalisé.e sur le paysage ou sur vos partenaires d'expérience ?

Paysage Partenaires

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure vous êtes-vous senti.e libre de créer ?

1	2	3	4	5	6	7

Avez-vous vécu de la frustration lors de l'expérience ?

Oui Non

Dans quelle mesure avez-vous senti qu'on vous soufflait dessus ?

1	2	3	4	5	6	7

Si on vous soufflait dessus, avez-vous eu envie de souffler sur l'autre réciproquement ?

1	2	3	4	5	6	7

Avez-vous pu créer des métissages par le souffle avec vos partenaires (l'action de se souffler mutuellement dessus, les manettes vibrent à ce moment-là) ?

Oui Non

Si vous avez créé du métissage avec vos partenaires, avez-vous remarqué une différence sur votre avatar ou celui de vos partenaires ?

Oui Non

Précisez :

Relaxation dans Creative Harmony

Vous êtes-vous senti·e vous détendre dans l'expérience ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous senti le sentiment de relaxation (sentiment de bien-être, de laisser aller, relâchement des muscles, envie de danser, de prendre plaisir à contempler…)

1	2	3	4	5	6	7

Précisez :

Dans quelle mesure avez-vous pris du plaisir à contempler ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pris du plaisir à interagir avec l'environnement ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous pris du plaisir à interagir avec vos partenaires d'expérience ?

1	2	3	4	5	6	7

Dans quelle mesure avez-vous senti l'envie d'explorer des gestuelles que vous n'avez pas l'habitude de faire ?

1	2	3	4	5	6	7

Si vous avez ressenti de la relaxation, avez-vous changé votre manière de gesticuler pendant l'expérience ?

Oui Non

Précisez si besoin

Si vous avez ressenti de la relaxation, avez-vous changé votre manière de contempler pendant l'expérience ?

Précisez si besoin

L'environnement général et les éléments du paysage vous ont-ils amenés sur des souvenirs, sensations ou émotions précises ? Si oui, souhaitez-vous nous en faire part ?

Souhaitez-vous apporter d'autres réflexions ou remarques concernant votre expérience ?

Pouvez-vous décrire votre état émotionnel suite à votre expérience dans Creative Harmony

Si vous ne ressentez pas du tout l'état mentionné, entourez XX

Si vous ressentez un peu cet état, entourez X

Si vous ressentez un peu plus cet état, entourez V

Si vous ressentez tout à fait cet état, entourez VV

:

Dynamique	XX	X	V	VV
Heureux	XX	X	V	VV
Triste	XX	X	V	VV
Fatigué	XX	X	V	VV
Bienveillant	XX	X	V	VV
Content	XX	X	V	VV
Mélancolique	XX	X	V	VV
Excité	XX	X	V	VV
Epuisé	XX	X	V	VV
Grincheux	XX	X	V	VV
Energique	XX	X	V	VV
Nerveux	XX	X	V	VV
Calme	XX	X	V	VV
Affectueux	XX	X	V	VV
Agacé	XX	X	V	VV
Vif	XX	X	V	VV
Ennuyé	XX	X	V	VV
Appréhensif	XX	X	V	VV
Introspectif	XX	X	V	VV
Nostalgique	XX	X	V	VV

Encerclez à quel point chaque symptôme ci-dessous vous affecte <u>présentement</u>.

1	Inconfort général	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
2	Fatigue	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
3	Mal de tête	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
4	Fatigue des yeux	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
5	Difficulté à faire le focus	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
6	Augmentation de la salivation	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
7	Transpiration	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
8	Nausées	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
9	Difficulté à se concentrer	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
10	Impression de lourdeur dans la tête	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
11	Vision embrouillée	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
12	Etourdissement les yeux ouverts	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
13	Etourdissement les yeux fermés	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
14	Vertiges*	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
15	Conscience de l'estomac**	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement
16	Rots	Pas du tout	Un peu	Modérément	Sévèrement

*Les vertiges sont vécus comme une perte de l'orientation par rapport à la position verticale.

**L'expression « conscience de l'estomac » est habituellement utilisée pour désigner un sentiment d'inconfort sans nausée.

Conseils méthodologiques pour écrire une thèse

Parce que l'écriture d'une thèse est souvent accompagnée de multiples questions existencielles et expériences de cadre de travail, je propose ici une liste de propositions et de conseils, dans le but d'améliorer les futures écritures des lecteurs et lectrices.

— Écrire son plan sur son mur. Ça aide beaucoup d'avoir une vision permanente de l'ensemble de son plan devant soi. N'hésitez pas à cocher des cases lorsque vous avez fini une partie, ça provoque beaucoup de satisfaction et de motivation.

— Avoir plusieurs carnets. Multipliez vos supports d'écriture pour retrouver facilement vos notes. Un carnet pour les retours de votre directeur.ice de recherche, un carnet pour vos idées, un autre pour vos listes de tâches à faire.

— Lister ses oeuvres et références. Votre espace mural représente votre pensé. Plus il est chargé, mieux c'est. Listez donc vos oeuvres que vous souhaitez utiliser dans votre thèse, ainsi que vos références importantes. Vous pouvez également faire de même avec vos idées majeures. Au final, ça donnera un bon aperçu de votre index final.

— Vérifier ses références bibliographiques au fur-et-à-mesure. Si vous utilisez Zotero, c'est le top. Méfiez-vous des Bibtex de Google Scholar, ils sont parfois erronés ou incomplets. Faites-le en permanence pour ne pas vous retrouver à corriger 300 références en fin de thèse.

— En parler!! L'écriture est une phase assez solitaire. On a besoin d'évacuer nos émotions positives et négatives. Entourez-vous de personnes qui veulent bien vous en parler, de temps en temps, surtout si le stress ou la pression sont trop élevés.

— Faire une activité parallèle pour souffler. Ca semble évident, mais vous penserez en permanence à votre écriture. Laissez-vous des temps pour décompresser et vous rappeler qu'il y a une vie parallèle qui existe autour de vous.

— Discuter avec les autres doctorants. C'est la meilleure chose à faire pour éviter de foncer dans un mur sans vous en rendre compte. Comparez vos recherches, vos techniques, vos idées, ça permettra d'ancrer en permanence votre sujet dans la recherche générale.

— Ecrire en écriture automatique. Cette technique ne fonctionne pas avec tout le monde, mais ça peut aider d'écrire automatiquement vos idées, puis de les relire et les corriger le lendemain.

— Noter toutes ses idées et remarques. Même si vous n'êtes pas encore à la rédaction de votre conclusion, notez quand mêmes vos idées dans votre doc ou bien sur des

feuilles. Gardez le moins de choses en tête. Faites vous des mémos partout.

— Ecrire dans l'ordre de son plan. Commencez par les premiers points et continuez votre déroulé. Si vous commencez par le milieu de votre thèse, vous risquez d'avoir des redites ou des références arrivant trop tard.
— ChatGPT ou Claude sont des excellentes aides pour classifier vos idées, mais sont très nuls en état de l'art (très souvent des mauvaises références). A utiliser mais avec précautions, mais souvent quand même (surtout pour les traductions d'articles anglais).
— Les articles sont précieux pour pré-mâcher le travail de certaines parties, notamment sur les états de l'art, mais aussi sur les résultats et observations. Ils permettent de prendre beaucoup de recul sur sa thèse tout en créant du contenu.
— Faire un rétroplanning. Ca permet déjà de suivre votre avancement d'écriture dans le temps, mais en plus ça soulage beaucoup sur le stress de "tu finis quand ?".

Pour les courageux.ses qui auront raison de le faire, si vous écrivez en Latex :

— Overleaf est une super alternative pour l'écriture latex car tout sauvegardé en ligne, en plus d'être assez intuitif.
— Il est important de préparer son index dès le début de l'écriture. A chaque référence ou concept important, notez la (exemple : Edmond Couchot `\index{Couchot}`. Comme le texte dans la commande index n'apparaît pas dans le corps de texte, il faut le répéter)
— Il existe plusieurs styles pour référencer dans Biblatex. Je conseille le "verbose-trad1- qui correspond le mieux aux demandes universitaires en sciences humaines.
— Pour citer les sites internet, utilisez la commande `\url{}`
— Pour une encyclopédie complète de l'utilisation de Latex dans les sciences humaines, je conseille ce cite : `https://latex.developpez.com/tutoriels/latex-applique-s`
— Demandez à ChatGPT ou Claude pour vous aider si vous êtes bloqué. Ils proposent parfois des codes pour créer de nouvelles commandes, mais répondent surtout assez bien à vos questionnements sur les différentes commandes.

J'espère que ces quelques conseils vous aideront dans vos rédactions. Un dernier conseil pour la route, venant directement de Cédric Plessiet : « *L'écriture d'une thèse, c'est un marathon, pas un 100m. Ne pars pas trop vite, tu seras rapidement essoufflé !* » Ecoutez-vous, faites-vous confiance, prenez du plaisir, ou en tout cas ne le faites pas avec dégoût. Bon courage !



FIGURE 12.10 – ChatGPT, *Portrait de Julien Lomet*, réalisé à partir de toutes nos discussions liées à notre thèse de doctorat, 2025.