

École Nationale Supérieure Louis-Lumière



MEMOIRE DE MASTER 2

**Le clip musical en réalité virtuelle : un voyage technologique intermédial, en
quête d'immersion et d'identification.**

Comment réaliser une expérience artistique en prise de vue réelle, en réalité
virtuelle ?



Sous la direction de

Laure LEROY - Maître de conférences à l'Université Paris 8, spécialiste des systèmes
de réalité virtuelle

Pascal MARTIN - Professeur des Universités à l'ENS Louis-Lumière, spécialiste des
systèmes optiques

Membres du jury

Laure Leroy - Maître de conférences à l'Université Paris 8 / **Pascal Martin** - Professeur
des Universités à l'ENS Louis-Lumière / **Véronique Figini** - Maître de conférence à l'ENS
Louis-Lumière /

Jade ANNEST

Spécialité Photographie - Promotion 2020



MEMOIRE DE MASTER 2

Le clip musical en réalité virtuelle : un voyage technologique intermédial, en quête d'immersion et d'identification.

Comment réaliser une expérience artistique en prise de vue réelle, en réalité virtuelle ?



Sous la direction de

Laure LEROY - Maître de conférences à l'Université Paris 8, spécialiste des systèmes de réalité virtuelle

Pascal MARTIN - Professeur des Universités à l'ENS Louis-Lumière, spécialiste des systèmes optiques

Membres du jury

Laure Leroy - Maître de conférences à l'Université Paris 8 / **Pascal Martin** - Professeur des Universités à l'ENS Louis-Lumière / **Véronique Figini** - Maître de conférence à l'ENS Louis-Lumière /

Jade ANNEST

Spécialité Photographie - Promotion 2020

REMERCIEMENTS

J'aimerais sincèrement remercier :

Laure Leroy, qui m'a éclairée sur la vision stéréoscopique et la fatigue visuelle qu'elle peut engendrer et qui m'a permis de réfléchir davantage aux problèmes et solutions engendrés par la stéréoscopie artificielle. Je la remercie également pour sa patience, son temps, sa gentillesse et pour avoir accepté si rapidement d'encadrer mon mémoire. Enfin, merci à elle pour son implication, et pour toutes nos discussions qui m'ont permis notamment de mieux comprendre les théorisations de Philippe Fuchs et de définir ainsi très clairement le point de vue que j'ai adopté sur la réalité virtuelle dans mon mémoire.

Pascal Martin, pour son regard bienveillant, pour sa réactivité permanente et pour avoir accepté d'encadrer ce mémoire alors qu'il n'est pas spécialiste du sujet. Merci de m'avoir mise en contact d'abord avec Claire Châtelet, puis avec Laure et d'avoir toujours trouvé des solutions à mes problèmes. Merci encore à Pascal pour son optimisme constant, pour m'avoir aidé dans l'écriture de ce mémoire sur la forme et sur les parties le concernant : l'optique, le relief, le cinéma et la photographie.

Claire Châtelet pour m'avoir orientée et pour avoir pris le temps de m'aider sur la première partie de ce mémoire.

Les membres du jury : Véronique Figini, Laure Leroy, Pascal Martin pour leur lecture et l'attention portée à ce mémoire.

Benoit Baume, François Klein, Jun Partinton et Thomas Villepoux, pour avoir pris le temps de répondre à toutes mes questions et pour leur accueil chaleureux.

Florent Fajole pour ses disponibilités, ses conseils et les solutions de recherche qu'il a pu nous apporter pendant la période de confinement.

Véronique Figini pour son aide et ses nombreux conseils méthodologiques.

Tous les enseignants de la spécialité photographie pour m'avoir orienté dans ma pratique photographique, et pour les connaissances techniques qu'ils m'ont transmises. L'équipe administrative de l'école, et l'École Nationale Supérieure Louis-Lumière pour sa formation.

Pascale Fulghesu pour m'avoir toujours reçue avec sympathie. Violette Franchi et Anna Verstraete pour m'avoir accompagnée et rassurée pendant ces trois années d'études. Martin Peignier pour ses conseils et son soutien tout au long de ce mémoire. Mon grand-père pour la relecture complète de ce document.

RÉSUMÉ

La réalité virtuelle est une technologie permettant de transporter un utilisateur dans un univers virtuel, qui diffère du monde physique dans lequel il se trouve. La réalité virtuelle s'est largement démocratisée à partir de 2014, mais son concept est bien plus ancien. Dès 1950, certains auteurs de science-fiction traitent cette idée de technologie qui pourrait nous projeter dans une autre réalité. Mais qu'appelle-t-on réalité virtuelle aujourd'hui ? Son aspect technologique permet l'apparition de deux spécificités qui lui sont inhérentes : l'immersion et l'interaction. Ces aspects sont abordés d'un point de vue cinématographique et photographique. En outre, la notion d'intermédialité transparaît tout au long de cet écrit, puisque la réalité virtuelle est une discipline qui s'inspire de différents médiums. Tout comme le clip musical qui est né d'hybridations, les expériences de réalité virtuelle sont multiples et pourvues d'une grande liberté d'expression. Les liens qui unissent réalité virtuelle et clip musical sont très importants, et ensemble, ils donnent naissance à un nouveau genre : le clip musical en réalité virtuelle. Celui-ci est doté d'immenses et de nouvelles possibilités créatives, dont nous explorons les intérêts et les failles. La présente recherche étudie les moyens qui s'offrent aux auteurs pour réaliser une œuvre artistique en réalité virtuelle en prise de vue réelle, en passant par le cas particulier du clip musical en réalité virtuelle. Cette étude de cas nous permet de développer différentes problématiques liées à la réalisation en prise de vue réelle d'une expérience de réalité virtuelle. Comment mettre en scène et filmer un espace à 360° ? Comment penser la question de la diffusion ?

Mots-clés : réalité virtuelle, technologie, immersion, interaction, clip musical, réalisation, prise de vue réelle, mise en scène, création, auteurs

ABSTRACT

Virtual reality is a technology that allows a user to be transported into a virtual universe, which differs from the physical world in which he is located. Virtual reality has been widely democratized as of 2014, but its concept is much older. As early as 1950, some science-fiction authors were already dealing with the idea of technology that could project us into another reality. But what is virtual reality today? Its technological dimension give virtual reality two very specificities : immersion and interaction. Those aspects are treated from a cinematographic and a photographic point of view. Furthermore, the notion of intermediality is apparent throughout this writing, since virtual reality is a discipline that draws its inspiration from different mediums. Just like the music video which was born of hybridizations, virtual reality experiences are numerous and provided with great freedom of expression. The links between virtual reality and music video are strong and together they give birth to a new genre : the virtual reality music video. This has immense and new creative possibilities, whose interests and flaws we are exploring. This research investigates means of creation that could be used by an author to make a live shooting virtual reality piece of art, through the case of virtual reality music video. This casework allows us to develop different issues related to the real-life realization of a virtual reality experience. How to stage and film a 360° space ? What about the question of diffusion ?

Keywords : virtual reality, technology, immersion, interaction, music video, filmmaking, live shooting, staging, creation, authors

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	3
RÉSUMÉ.....	5
ABSTRACT.....	6
SOMMAIRE.....	7
INTRODUCTION.....	9
I. HISTOIRE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE.....	14
1. APPARITION DU MEDIUM.....	14
1.1 <i>Évocation du concept de réalité virtuelle</i>	14
1.2 <i>Mise en place des concepts de base</i>	16
2. ANCRAGE DU MEDIUM.....	18
2.1 <i>Spécificités de la réalité virtuelle</i>	18
2.2 <i>Vision humaine et problèmes engendrés par la RV</i>	37
2.3 <i>Emprunts</i>	43
II. LIENS ET COMPLÉMENTARITÉ DU CLIP MUSICAL ET DE LA RV.....	50
1. HISTOIRE DU CLIP.....	50
1.1 <i>Avènement</i>	50
1.2 <i>Catégorisation</i>	52
2. POINT DE VUE D'AUTEURS.....	53
2.1 <i>Dimension créative</i>	53
2.2 <i>Espace-temps</i>	64
2.3 <i>Mixité des techniques</i>	72
3. ENJEUX.....	79
3.1 <i>La place du corps</i>	79
3.2 <i>Évolutions technologiques</i>	80
3.3 <i>Le marché</i>	81
3.4 <i>Diffusion</i>	85
III. RÉALISATION D'UN CLIP EN RV.....	89
1. CONCEPTUALISATION DU PROJET.....	89
1.1 <i>L'univers du groupe</i>	89
1.2 <i>Les équipes de travail</i>	90
1.3 <i>Choix du matériel</i>	91
2. MOYENS DE MISE EN SCENE.....	93

2.1	<i>Moyens pour chorégrapier à 360°</i>	94
2.2	<i>Moyens pour diriger le regard</i>	100
2.3	<i>Placements et mouvements de caméra</i>	106
3.	MOYENS DE MONTAGE ET FINALISATION	109
3.1	<i>Transitions</i>	109
3.2	<i>Finitions</i>	111
	CONCLUSION	114
	BIBLIOGRAPHIE.....	116
	INDEX.....	120
	TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	122
	TABLE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	124
	LISTE DES ANNEXES	125
	ANNEXES	126
	PRÉSENTATION DE LA PARTIE PRATIQUE	176
	TABLE DES MATIÈRES	199

INTRODUCTION

Les médiums artistiques recherchent souvent la sensation d'immersion¹, pour tenter de toucher l'affect du spectateur. La recherche d'immersion est présente dès le début du cinéma avec le film court *Arrivée d'un train en gare de la Ciotat* réalisé par les Frères Lumière en 1895². Ce film est l'un des premiers de l'histoire du cinéma et d'ores et déjà, la sensation de réalisme est forte : certains spectateurs prirent peur en visionnant ce film à l'idée que ce train se précipite sur eux pour les écraser, comme s'il pouvait traverser l'écran, et par conséquent l'espace-temps. Lors de ces projections par le biais du cinématographe, certains musiciens étaient engagés afin de sonoriser les films muets en direct. Le lien entre musique et image semble déjà indispensable comme Laurent Jullier et Julien Pequignot le soulèvent dans leur livre *Le Clip histoire et esthétique* : « Depuis la nuit des temps, écouter de la musique a impliqué de la voir jouer, ou à tout le moins d'avoir la possibilité d'aller la voir jouer »³. C'est donc en toute logique que l'apparition du clip se fait dans les années 60, lorsque les innovations techniques⁴ le permettent. Le clip musical est une forme bien particulière sur laquelle nous reviendrons et qui s'inspire de différents médiums tels que le cinéma, la photographie, la peinture, la télévision, et pour les plus récents, le web. La notion d'intermédialité prend ici tout son sens puisque le genre qu'est le clip musical est marqué par une pluralité de médiums auxquels il emprunte certains codes. « Personne n'exige du clip qu'il raconte une histoire, ni qu'il illustre les paroles de la chanson, ni même qu'il montre quoi que ce soit de spécial. À l'abri du format clip, *tout est possible* sur l'écran, exactement comme dans une galerie d'art ou dans un musée d'art contemporain »⁵. C'est cette liberté de format, qui permet précisément au clip de pouvoir emprunter certains motifs à un médium et de pouvoir dans le même temps, s'affranchir de d'autres aspects du même médium.

Chaque médium peut, néanmoins, trouver ses espaces de liberté : si l'on prend pour exemple la peinture, elle peut-être abstraite, figurative, narrative, imaginative etc.

Barnett Newman pour ne citer que lui, tentera d'émouvoir le spectateur avec son fameux « zip », une ligne verticale, présente dans une grande partie de ses tableaux, censée nous amener dans

¹ La notion d'« immersion » sera définie et développée dans la partie I.

² Le film est disponible sur <https://www.youtube.com/watch?v=-e1u7Fgooc>

³ Laurent JULLIER, Julien PÉQUIGNOT, *Le Clip Histoire et esthétique*, Paris, Armand Colin, collection « cinéma/arts visuels », 2013, p. 5.

⁴ Les innovations techniques majeures sont l'enregistrement sur bande magnétique ainsi que l'apparition des postes de télévision dans l'espace privé et/ou publique.

⁵ *Ibid.*, p. 10.

un monde méditatif. Les dimensions toujours plus grandes de ses œuvres avaient pour but de permettre aux spectateurs d'être totalement submergés par ces larges aplats de couleurs. Newman lui-même recommandait aux spectateurs d'être le plus près possible de ses toiles⁶. Le cinéma, la musique et la peinture ne sont que trois exemples illustrant la notion d'immersion, mais nous pourrions également citer la photographie, le théâtre ou encore la littérature. Notons que l'art ne recherche pas nécessairement l'immersion mais c'est ce sur quoi nous concentrons notre étude -il peut également viser une certaine distanciation.

Aujourd'hui, la technologie de la réalité virtuelle nous propose un casque visuel couvrant un environnement à 360° mais également un casque auditif permettant d'approcher une immersion toujours plus forte. Les conditions de visualisations se veulent optimales pour préparer les utilisateurs à cette sensation d'immersion primordiale. Cette technologie fait l'objet de recherches et d'expérimentations qui débutent en 1957 avec l'arrivée du Sensorama⁷ inventé par le cinéaste Morton Heilig, mais la RV⁸ est accessible au grand public seulement depuis 2016 avec l'apparition des casques HTC et Oculus. Tout comme le clip musical, les films en RV auront attendu les innovations techniques pour exister. Si cette technologie est applicable et utilisable dans de nombreux domaines tels que la médecine, l'ingénierie, l'architecture, l'informatique ou le divertissement vidéo, nous concentrerons ici notre analyse sur le domaine artistique, et plus particulièrement sur le clip musical.

Nous nous interrogeons sur les spécificités de la réalité virtuelle, et comment celles-ci répondent au genre du clip musical, qui est un médium hybride, empruntant notamment aux langages cinématographique et photographique en matière d'immersion et d'identification. Comment s'approprier la réalité virtuelle pour réaliser une expérience artistique en prise de vue réelle ? En d'autres termes, nous tenterons d'expliquer ce qu'est la réalité virtuelle, pourquoi nous avons choisi de l'étudier à travers le clip musical avant de proposer une méthode pour réaliser un clip musical en RV en prise de vue réelle.

Nous prenons le parti de définir la réalité virtuelle selon un point de vue photographique et cinématographique : disciplines qui n'offrent pas de possibilités interactives. Ainsi, lorsque

⁶ Elizabeth LEBOVICI, « Barnett Newman forcément sublime » in *Libération*, 2002, [En ligne], mis en ligne le 22 octobre 2002. URL : https://next.liberation.fr/culture/2002/10/22/barnett-newman-forcement-sublime_419285. Consulté le 05 février 2020.

⁷ Ce dispositif permet d'isoler le spectateur dans un monde imaginaire et multi-sensoriel.

⁸ Réalité Virtuelle

l'utilisateur est immergé dans un environnement virtuel à l'aide d'un casque, et qu'il a la possibilité d'interagir avec cet environnement au moins en tournant la tête, nous parlons d'une expérience de RV.

Nous allons évoquer l'histoire de la réalité virtuelle pour comprendre les points communs qu'elle a avec le domaine du clip musical; et voir ce qu'elle peut ainsi lui apporter. Mais la réalité virtuelle est également dotée d'aspects négatifs. Ainsi, pour profiter d'une expérience optimale, nous tentons d'expliquer comment réduire au maximum les effets indésirables que peut entraîner le visionnage d'un clip en réalité virtuelle.

Dans un premier temps, nous évoquerons le contexte historique lié à l'apparition de la réalité virtuelle et nous essaierons de définir les concepts qui la caractérise. Nous étudierons par la suite ses spécificités techniques, qui font de la réalité virtuelle un médium à part entière. Puis nous rappellerons le fonctionnement du système visuel humain ainsi que les éventuels problèmes liés au visionnage en RV. Nous terminerons cette première partie en mettant en avant l'aspect intermédial que possède la réalité virtuelle, notamment en liée au cinéma, à la photographie et au théâtre.

La deuxième partie tentera davantage d'analyser les liens existants entre la réalité virtuelle et le clip musical, ainsi que leur complémentarité. Nous retracerons une brève histoire du clip musical, et nous nous concentrerons sur les libertés esthétiques et techniques inhérentes aux médiums que sont le clip musical et la réalité virtuelle. Puis, nous aborderons les questions relatives à la réception spectatorielle, ainsi que les questions relatives aux enjeux posés par la réalité virtuelle.

Pour terminer, nous détaillerons différentes étapes permettant la création d'un clip musical en RV. Nous mentionnerons diverses méthodes pour diriger le regard du spectateur dans une œuvre 360, notamment grâce aux chorégraphies visuelle et sonore imaginées par le metteur en scène. Comme il existe à ce jour peu de clips musicaux en RV réalisés en prise de vue réelle, nous imaginerons divers scénarios et divers moyens de mise en scène.

Ces questionnements sont enrichis par des entretiens avec des spécialistes de la réalité virtuelle, artistes, techniciens ou théoriciens.

Remarque préliminaire : Nous utiliserons les sigles RV, EV et ER pour désigner respectivement les termes suivants : Réalité Virtuelle, Environnement Virtuel, Environnement Réel.

PREMIÈRE PARTIE

HISTOIRE ET CARACTÉRISTIQUE DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE

« D'ici la fin du millénaire, une technologie connue sous le nom de réalité virtuelle sera largement répandue. Elle permettra d'entrer dans des mondes artificiels façonnés par ordinateur aussi illimités que l'imagination elle-même. Ses créateurs entrevoient des millions d'utilisations positives – d'autres redoutent que ce soit là une nouvelle forme de contrôle de la pensée.⁹ »

⁹ Texte introductif présentant la RV au début du film *Le Cobaye* réalisé par Brett Leonard et tiré d'une nouvelle de Stephen King. Cité par Thomas MICHAUD, *La réalité virtuelle De la science-fiction à l'innovation*, Paris, l'Harmattan, collection « l'esprit économique », 2018, p. 18.

I. HISTOIRE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE

1. Apparition du médium

1.1 Évocation du concept de réalité virtuelle

« L'étymologie latine du terme « virtualité » renvoie au concept de vertu (virtus) et, par-là, à ce qui est à l'état de simple possibilité. D'où la tendance à utiliser l'adjectif « virtuel » pour qualifier ce qui est potentiel, probable, possible.¹⁰ ». Cette citation de Michela Marzano indique que le concept même de virtualité n'est pas nouveau. Prenons par exemple la nouvelle de Ray Bradbury écrite en 1950 : « La brousse ». Celle-ci présente une salle de jeu pour enfant équipée d'un système virtuel ultra performant, où la pièce entière est recouverte par des projections. Il s'agit donc d'un espace virtuel à 360° qu'il est possible de modifier par le simple fait de penser. Dans ce récit, les enfants imaginent la brousse Africaine qui apparaît donc à l'image et semble plus vraie que nature. Dans *La réalité virtuelle De la science-fiction à l'innovation*, Thomas Michaud écrit : « Cette nouvelle est souvent considérée comme la représentation la plus ancienne de la réalité virtuelle. » « Ce dispositif permet de s'octroyer des excursions sur des terres inconnues sans bouger de son domicile.¹¹ », poursuit-il. C'est dans cette optique que le cinéaste Morton Heilig crée le Sensorama en 1962. Ce dispositif permet d'isoler le spectateur dans un monde imaginaire et multi-sensoriel.

¹⁰ Alain MILLION, *La réalité virtuelle avec ou sans le corps ?*, Paris, Autrement, collection « Le corps plus que jamais », 2005, 127 p.

¹¹ Thomas MICHAUD, « La réalité virtuelle De la science-fiction à l'innovation », *op cit.*, p. 58.

Aug. 28, 1962 M. L. HEILIG 3,050,870

SENSORAMA SIMULATOR

Filed Jan. 10, 1961

8 Sheets-Sheet 3

Fig. 5.

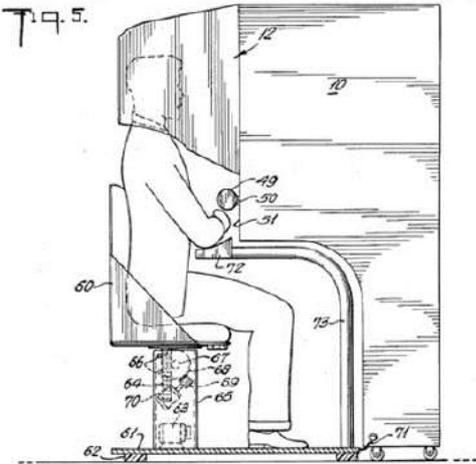
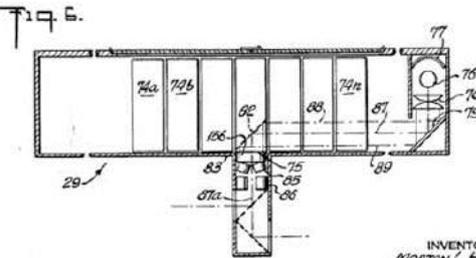


Fig. 6.



INVENTOR
MORTON L. HEILIG
BY
Douglas M. Chapman
ATTORNEY

Introducing . . .

sensorama

The Revolutionary Motion Picture System
that takes you into another world
with

- 3-D
- WIDE VISION
- MOTION
- COLOR
- STEREO-SOUND
- AROMAS
- WIND
- VIBRATIONS



SENSORAMA, INC., 855 GALLOWAY ST., PACIFIC PALISADES, CALIF. 90272
TEL. (213) 459-2162

Fig. 1. Croquis du Sensorama créée par Morton Helig en 1962.

Les auteurs de science-fiction sont précurseurs et suggèrent dès le milieu du XXe siècle, l'apparition technologique que sera la réalité virtuelle et qui ne cessera de se développer jusqu'à aujourd'hui. Par exemple, Philippe K. Dick, questionne inlassablement dans ses fictions, le rapport entre le réel et le virtuel ; William Gibson invente quant à lui, le terme « cyberspace » en 1983 dans son roman *Neuromancien*. Il est à noter que l'apparition d'internet dans les années 1990, provoque chez les auteurs de science-fiction, un regain d'intérêt pour les technologies « utopiques » telles que la réalité virtuelle et la réalité augmentée. Or, la fiction inspire beaucoup la réalité et réciproquement. De ce fait, les œuvres de fiction ont certainement joué un rôle dans l'apparition de cette nouvelle technologie. Enfin, je rejoins Thomas Michaud lorsqu'il écrit dans la conclusion de son livre que « la réalité virtuelle s'inscrit dans la continuité d'un processus d'innovation très ancien, amorcé par l'invention du théâtre, puis de la télévision et d'Internet.¹² ». Bien que la réalité virtuelle soit antérieure à internet d'environ 10 ans, sa démocratisation est bien plus tardive.

¹² *Ibid.*, p.218-219

1.2 Mise en place des concepts de base

1.2.1 Un médium technologique

Pour visionner une expérience en RV, il est nécessaire de porter un casque de RV, souvent relié à un ordinateur. Nous utiliserons le seul terme « casque » dans la suite de cet écrit pour désigner le casque de réalité virtuelle. Le casque est un des outils techniques permettant à la RV d'exister, mais il n'est pas le seul : l'ensemble de la chaîne de production et de diffusion d'expériences en RV est dépendante d'outils techniques. La RV n'existe pas sans la technologie.

C'est pourquoi il me semble important de revenir sur la ou les définitions que nous pouvons trouver du terme « technologie » : qu'est-ce qu'une technologie ? Le dictionnaire Larousse nous propose quatre définitions mais nous n'en retiendrons que deux : « Étude des outils, des machines, des procédés et des méthodes employés dans les diverses branches de l'industrie » et « Ensemble cohérent de savoirs et de pratiques dans un certain domaine technique, fondé sur des principes scientifiques ¹³ ». Le site du Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales -CNRTL- donne lui aussi, plusieurs définitions mais nous ne relèverons que celle-ci « Science des techniques, étude systématique des procédés, des méthodes, des instruments ou des outils propres à un ou plusieurs domaine(s) technique(s), art(s) ou métier(s).¹⁴ ». Enfin, L'internaute nous propose deux définitions, respectivement « Ensemble des connaissances et pratiques concernant une technique industrielle. » et « Étude des techniques, des outils et des procédés. ¹⁵ ». Les termes « technique », « outil », « procédé » et « science » reviennent majoritairement et logiquement dans de nombreuses définitions. Le terme « industrie » n'apparaît pas dans les définitions proposées par le CNRTL, or ce terme est important d'autant plus que la RV cherche à se démocratiser et s'insérer comme nouvel objet du quotidien depuis sa conception. Enfin, la définition du CNRTL mentionne le terme « art », que nous ne retrouvons pas dans les autres définitions. Ce point est important, puisqu'il relie art et technique, c'est-à-dire ce que nous tentons d'approcher dans cet écrit. Rappelons que « Le virtuel ne s'oppose pas au réel, mais, au contraire, indique ce qui est possible ¹⁶ » comme l'écrit Michela Marzano dans *La réalité virtuelle avec ou sans le corps ?* Il est également important de soulever que le mot virtuel est souvent connoté avec des termes relatifs à la modernité.

¹³ Larousse en ligne. URL : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/technologie/76961>. Consulté le 06 février 2020.

¹⁴ Dictionnaire du CNRTL en ligne. URL : <https://www.cnrtl.fr/definition/technologie>. Consulté le 06 février 2020.

¹⁵ Dictionnaire L'Internaute en ligne. URL : <https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/technologie/>. Consulté le 06 février 2020.

¹⁶ Alain MILLION, « La réalité virtuelle avec ou sans le corps ? », op cit., p. 6.

Si le terme « technologie » est couramment employé et globalement compris, le concept de réalité virtuelle semble encore flou pour beaucoup d'entre nous.

1.2.2 Définition de la réalité virtuelle

Le terme « réalité virtuelle » est un terme souvent controversé. En effet, lorsque l'on parle de réalité virtuelle, s'agit-il de vidéo 360, de vidéo interactive, d'animation 3D, de jeux vidéo ? Le premier mouvement théorique définissait la réalité virtuelle comme étant nécessairement un monde créé numériquement, avec lequel le spectateur pouvait interagir. Si l'on retient cette définition, une expérience tournée en prise de vue réelle, et visualisée à l'aide d'un casque, n'est pas de la réalité virtuelle. La conclusion serait la même pour des films d'animation qui ne comportent pas ou peu d'interaction. En revanche, un jeu vidéo visionné avec un casque, dans lequel le spectateur agit sur l'environnement virtuel, serait de la réalité virtuelle. Au fil du temps, cette définition a évolué, et aujourd'hui, un deuxième mouvement théorique définit la réalité virtuelle de manière plus inclusive. C'est de ce côté que je me positionne, puisqu'il me semble que la réalité virtuelle est une technologie qui peut prendre diverses formes. Ainsi, lorsque j'emploie le terme « réalité virtuelle », cela inclue aussi bien les jeux vidéo interactif que les vidéos 360, à la condition qu'ils soient visionnés avec un casque. Cela ne signifie pas que toutes les expériences de réalité virtuelle sont justifiées et intéressantes. Un jeu vidéo très interactif peut n'avoir aucun intérêt en RV, alors que le visionnage d'un film court en RV peut se révéler incroyable. L'inverse est vrai : il n'y a pas de classification par genre qui justifie ou non l'utilisation de cette technologie. Les jeux vidéo interactifs n'ont pas plus de légitimité à être tournés en RV qu'un documentaire. L'utilisation de la RV doit être justifiée selon ce qu'elle apporte à l'œuvre.

Voici les dernières définitions¹⁷ de la réalité virtuelle données par Philippe Fuchs, qui semblent actuellement faire consensus dans la communauté des théoriciens :

1. **Définition sur sa finalité** : La finalité de la réalité virtuelle est de permettre à une personne (ou à plusieurs) une activité sensorimotrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel.
2. **Définition fonctionnelle** : La réalité virtuelle va lui [l'homme] permettre de s'extraire de la réalité physique pour changer virtuellement de temps, de lieu et(ou) de type d'interaction : interaction avec un environnement simulant la réalité ou interaction avec un monde imaginaire ou symbolique.

¹⁷ Philippe FUCHS, *Les casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo*, Paris, Presses des MINES, « collection Mathématiques et informatique », 2016, p. 19-21.

3. **Définition technique** : La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel entre elles et avec une personne en immersion pseudo-naturelle.

J'aimerais cependant préciser que les interactions peuvent aller du simple fait de tourner la tête jusqu'au fait de provoquer une modification dans le monde virtuel causée par les actes du spectateur, en passant par d'éventuels déplacements physiques.

Dans ce mémoire, toute œuvre 360 visionnée à l'aide d'un casque de réalité virtuelle est considérée comme étant de la réalité virtuelle. De même, contrairement aux théorisations de Fuchs, dans ce mémoire, le fait de tourner la tête en RV est considéré comme une interaction.

2. Ancrage du médium

L'ancrage de ce médium s'effectue notamment par deux caractéristiques propres à la réalité virtuelle : l'**interaction** et l'**immersion**. La particularité de ce médium réside également dans le fait de devoir porter un **casque**, et d'être à la fois dans un **espace réel** et dans un **espace virtuel**.

2.1 Spécificités de la réalité virtuelle

2.1.1 Interaction

Si la réalité virtuelle en tant qu'art, comporte de nombreux liens évidents avec des médiums relatifs à l'image et à l'imaginaire, elle nécessite cependant pour être reçue, un nouvel équipement technique. L'expérience de réalité virtuelle passe avant tout par la technologie, puisque, sans technologie, il n'y a pas de réalité virtuelle. Celle-ci est un outil, et cet outil peut être utilisé dans différents domaines tels que la médecine, le secteur militaire, l'éducation, ou bien encore dans la création artistique. C'est celle-ci qui nous intéresse et que nous analyserons. Rappelons la définition de la réalité virtuelle selon l'approche technique proposée par Philippe Fuchs « La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel entre elles et avec une personne en immersion

pseudo-naturelle.¹⁸». Cette définition est particulièrement intéressante car elle évoque la notion d'« interface ». Si l'écran de cinéma ou le tirage photographique peuvent-être considérés comme des interfaces, la réalité virtuelle, elle, présente de multiples interfaces. Philippe Fuchs les caractérise selon 3 types : « les interfaces sensorielles » permettant à l'utilisateur d'accéder aux informations grâce à ses sens, « les interfaces motrices », permettant aux logiciels informatiques de reconnaître les gestes qu'effectue le visionneur afin de modifier ou non l'environnement virtuel, et enfin « les interfaces sensori-motrices » qui regroupent les deux premières interfaces. C'est la communication entre toutes ces interfaces qui fait de la réalité virtuelle, un médium artistique spécifique. En effet, la plus grande différence entre le cinéma ou la photographie et la réalité virtuelle, résulte du fait qu'en RV, l'utilisateur agit sur l'environnement virtuel dans lequel il se trouve, simplement en changeant la direction de son regard ou la position de son corps : il accède ainsi au hors-champ de manière visuelle, chose jusqu'alors impossible dans les disciplines que sont le cinéma et la photographie. Cependant, cette définition de Fuchs pose le concept « d'interaction en temps réel », autrement dit, il définit la réalité virtuelle par le fait qu'on y trouve des interactions en temps réel. De fait, on comprend qu'il distingue le concept de vidéo 360 et celui de réalité virtuelle. Dans ce cas, les vidéos 360 regroupent toutes les expériences qui ne comportent aucune interaction en temps réel, c'est-à-dire que l'utilisateur n'agit ni ne modifie d'aucune manière le monde virtuel qui lui est présenté. Ainsi, les expériences dites « cinématiques » ne sont pas différenciées des expériences non narratives tel que c'est le cas dans l'observation d'un paysage 360, ni des expériences où un lieu nous est présenté, tel qu'un musée. Si pour Fuchs, aucune de ces expériences ne sont de la réalité virtuelle puisqu'elles ne possèdent pas de dimension « interactive », elles font pour moi, complètement partie de cette catégorie. Ce positionnement est déterminé selon une approche photographique et cinématographique, disciplines que j'ai étudiées jusqu'à présent. De ce point de vue, le fait de pouvoir tourner la tête en RV pour découvrir une nouvelle partie de l'EV¹⁹ est considéré comme une interaction. C'est une interaction supplémentaire par rapport au cinéma et à la photographie : la RV permet à l'utilisateur de changer la direction de son regard en modifiant la position de sa tête et de son corps. Cette interaction, qui n'en est pas une pour Fuchs, permet d'augmenter largement la sensation d'immersion par rapport à une expérience de cinéma classique. Nous pouvons d'ailleurs nous rapprocher du terme employé par Dassault Systèmes « Immersive Reality » pour appuyer notre position. L'expérience de RV *Immersive*

¹⁸ *Ibid.*, p. 21.

¹⁹ Environnement Virtuel

*Dassault Aviation*²⁰ permet à l'utilisateur, muni d'un casque, de réaliser un vol virtuel grâce à l'application du même nom. 3 modes de jeu sont proposés : le vol en patrouille où le joueur doit maintenir sa position par rapport aux deux autres avions, le parcours de cible où le joueur doit passer au centre de différentes cibles, et le pilotage automatique où l'utilisateur découvre les caractéristiques des différents avions tout en admirant les paysages qu'ils survolent. Nous affirmons que pour la communauté scientifique, tourner la tête n'est pas considéré comme une interaction. Mais nous prenons parti d'étudier la question selon un point de vue photographique et cinématographique : disciplines qui n'offrent pas cette possibilité interactive. Ainsi, lorsque l'utilisateur est immergé dans une EV à l'aide d'un casque, et qu'il a la possibilité d'interagir avec l'EV au moins en tournant la tête, nous parlons d'une expérience en RV. Bien sûr, il existe différents degrés d'interaction, le plus petit étant le fait de tourner la tête et le plus grand étant la possibilité de modifier l'EV en temps réel. Ces différentes interactions augmentent la sensation d'immersion.

Je veux ici définir les trois types d'expériences de RV dont nous parlerons tout au long de cet écrit :

- Les expériences « **contemplatives** » : elles ne comportent pas de narration et la dimension interactive est présente uniquement par le fait de pouvoir tourner la tête. C'est par exemple le cas d'une vidéo de paysage.
- Les expériences « **cinématiques** » : elles sont narratives et interactives. C'est par exemple le cas de vidéos animées ou réalisées en prise de vue réelle, lorsque l'utilisateur est stimulé par l'environnement virtuel mais ne peut pas le modifier. Cette catégorie peut s'apparenter à une expérience de cinéma en 360 où l'utilisateur peut tourner la tête et éventuellement se déplacer.
- Les expériences « **modifiables en temps réel** » : elles peuvent être narratives ou non et possèdent une forte dimension interactive. L'environnement virtuel est systématiquement recalculé en fonction des actions et de la position spatiale de l'utilisateur. C'est par exemple le cas de certains jeux vidéo interactifs.

Comme Céline Tricart le mentionne dans son livre *Virtual Reality Filmmaking*, nous parlerons d'expérience de réalité virtuelle uniquement lorsque que le contenu sera visualisé à l'aide d'un casque de RV. Nous parlerons de vidéo 360 lorsque le contenu sera visionné sur un écran plat tel qu'un smartphone ou un ordinateur. Si le smartphone est placé dans un casque prévu à cet effet, nous parlerons également de RV.

²⁰ Voir le site internet de Dassault Systèmes : <https://www.dassault-aviation.com/fr/passion/espace-decouverte/realite-virtuelle-immersive-dassault-aviation/>

Les interactions en temps réel ne sont possibles aujourd'hui qu'en animation, ce qui signifie que, pour Fuchs la réalité virtuelle n'est composée que d'images de synthèse. D'autres théoriciens ou praticiens -tel que François Klein- s'accordent cependant à dire, que les interactions en temps réel ne sont pas absolument nécessaires pour qu'une œuvre appartienne au domaine de la réalité virtuelle. Nous étudierons le clip musical en réalité virtuelle selon ce point de vue.

Pour Philippe Fuchs, la réalité virtuelle est déterminée par deux procédés indissociables, sans lesquels elle n'existerait pas : l'immersion et l'interaction. « Si l'immersion est nécessaire à la réalité virtuelle, elle n'est pas suffisante. Le second pilier indispensable pour pouvoir parler de réalité virtuelle est l'interaction de l'utilisateur pour qu'il puisse réaliser une tâche dans un environnement virtuel.²¹ » L'immersion est souvent citée comme un attrait inhérent à la RV, mais l'interaction est souvent oubliée. Il y a différents degrés d'interaction, mais selon moi, le simple fait de tourner la tête en est une. Philippe Fuchs envisage la notion d'interaction comme étant une modification de l'environnement virtuel, elle-même causée par l'action de l'utilisateur. C'est-à-dire que le fait de tourner la tête, n'est pas considéré comme une interaction -mais comme de l'immersion, puisque cela ne provoque aucune modification sur l'environnement virtuel. Or, la réalisation d'une tâche dans un environnement virtuel, commence par le fait de tourner la tête : c'est la première intuition de tout utilisateur. C'est cette première interaction qui permet à l'utilisateur d'évaluer la dimension plus ou moins interactive de l'œuvre. Il faut aussi ajouter, que lorsque l'on tourne la tête, souvent, c'est notre corps tout entier qui est impliqué. En effet, dans la plupart des expériences en RV, l'utilisateur est debout ou assis sur une chaise rotative, ce qui lui octroie une liberté de mouvement convenable, où l'ensemble de son corps se meut, pour rechercher le point de vue souhaité. Dans la mesure où, le corps de l'utilisateur est impliqué physiquement car il répond à la volonté de celui-ci, d'observer l'environnement virtuel dans différentes directions, c'est que, l'environnement virtuel fait réagir l'utilisateur. Cette réaction de l'utilisateur causée par l'environnement virtuel est pour moi la première interaction entre le monde virtuel et l'utilisateur. Notons que pour Fuchs, il y a interaction si l'homme fait réagir la machine -l'EV- et non l'inverse. Mais contrairement à Fuchs, nous défendons ici le fait que l'EV peut influencer le comportement de l'utilisateur : c'est une forme d'interaction. Enfin, lorsque l'utilisateur effectue une rotation de

²¹ Philippe FUCHS, « Les casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo », op cit., p. 7.

la tête, nous pouvons affirmer qu'il a un nouveau point de vue de l'environnement virtuel dans lequel il se trouve. Il n'y a pas de modification de l'environnement virtuel mais une réponse visuelle cohérente de l'EV donnée par la position du casque, elle-même contrôlée par l'utilisateur. C'est en ce sens que l'EV et l'utilisateur se répondent, et qu'il y a ainsi, interaction. L'utilisateur peut décider de tourner la tête :

- Pour appréhender et découvrir l'environnement virtuel dans lequel il se trouve
- À la suite d'un stimulus sonore
- À la suite d'un stimulus visuel, par exemple si quelque chose semble se mouvoir à la périphérie de son champ de vision ou s'il suit du regard quelqu'un en train de se déplacer
- À la suite d'un stimulus tactile
- À la suite d'un stimulus gustatif²² ou olfactif (plus rare)

Fuchs écrit que les activités exercées par l'utilisateur dans le monde virtuel sont toujours décomposables en quelques comportements de base nommés « Primitives Comportementales Virtuelles » -PCV- regroupées en 4 catégories²³ :

- observer le monde virtuel
- se déplacer dans le monde virtuel
- agir sur le monde virtuel
- communiquer avec autrui ou avec l'application de réalité virtuelle

Selon notre point de vue, les 3 dernières catégories citées sont des activités présentant une dimension plus ou moins interactive : les informations naviguent en double sens de l'ordinateur à l'humain et de l'humain à l'ordinateur. L'observation du monde virtuel en revanche, est une forme d'appréhension de l'EV où seules les informations provenant de l'ordinateur -de l'EV- sont transmises à l'utilisateur.

La première spécificité de la réalité virtuelle réside dans le fait que l'utilisateur est entièrement immergé dans un environnement virtuel qui, par définition, ne correspond pas au lieu dans lequel il se trouve physiquement. La deuxième spécificité propre à la réalité virtuelle tient dans la liberté de déplacements et/ou de mouvements que peut effectuer l'utilisateur. Mais ces « actions » ne produisent pas nécessairement une modification du monde virtuel comme nous venons de le voir. Prenons par exemple l'expérience de réalité virtuelle *Ayahuasca* réalisée par Jan Kounen en 2019 : il s'agit d'un voyage spirituel après l'ingestion de l'*Ayahuasca*, un

²² Voir l'expérience de RV *Alice the Virtual Reality Play*, où l'utilisateur est invité à manger un champignon, présent à la fois dans l'EV et dans l'ER.

²³ Philippe FUCHS, « Les casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo », op cit., p. 26.

puissant psychotrope donnant des hallucinations visuelles. Cette drogue est utilisée par les peuples indigènes en Amazonie notamment, afin de se faire soigner. Une fois le casque de réalité virtuelle sur la tête, nous sommes face à un chaman qui pratique des incantations et nous accompagne dans ce voyage hallucinogène. Le spectateur est assis pendant toute la durée de l'expérience et n'interagit avec l'environnement virtuel qu'en tournant la tête. Dans cette œuvre, l'utilisateur est passif dans la mesure où il est « hypnotisé » par ces hallucinations mais la notion de présence est très forte puisqu'il est totalement emporté par l'expérience que lui fait vivre le chaman. Le concept de « présence », est étudié par Mel Slater dès 1993, et définit comme suit par Witmer et Singer en 1998 « l'expérience subjective d'être dans un lieu ou un environnement, même si on est physiquement situé dans un autre endroit²⁴ ». En d'autres termes, la présence c'est le sentiment qu'éprouve l'utilisateur d'être plus ou moins fortement « présent » dans un environnement virtuel, tout en sachant que son corps physique ne s'y trouve pas, on parle aussi d'ubiquité. Pour revenir à l'expérience de RV *Ayahuasca*, la dimension interactive est faible, mais la simple contemplation de cet univers suffit à la réussite de cette création visuelle et à susciter une grande immersion. L'expérience aurait été toute autre si elle avait été visionnée sur un écran, car le fonctionnement de celle-ci repose justement sur la sensation d'immersion que procure la réalité virtuelle, qui tend à faire disparaître la frontière entre écran et spectateur. La disparition de cette frontière en réalité virtuelle, permet-elle d'approcher une immersion totale ?

2.1.2 Immersion

L'immersion totale, si l'on pousse son concept à l'extrême, pourrait signifier que l'on ne fasse plus la différence entre le monde réel et le monde virtuel comme c'est le cas dans le film *Matrix* (1999). Or il est actuellement impossible aujourd'hui de pouvoir parvenir à cet effet avec un visiocasque et un audio casque. La technologie n'est pas encore assez perfectionnée pour que nous puissions prendre l'environnement virtuel pour le monde réel et le matériel nécessaire à l'immersion dans le monde virtuel est encore trop encombrant. Mais impossible de confondre réalité et virtuel -comme c'est le cas dans *Matrix*, puisqu'on ne naît pas avec un casque sur la tête, et par conséquent on a connaissance du réel dès le début de notre vie. L'immersion « totale » est inatteignable dès lors qu'un écran s'interpose entre nos yeux et la perception que

²⁴ Alan B. CRAIG, William Roderick SHERMAN, *Understanding virtual reality : Interface, Application and Design*, San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers, collection « The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics », 2003, p. 165. Consulté en ligne sur Google Books le 24 mars 2020 et traduit de l'anglais par l'auteure. Citation originale : « The subjective experience of being in one place or environment, even when one is physically situated in another ».

nous avons de la réalité. Pour Fuchs, l' « immersion totale » avec un casque est possible si les trois conditions suivantes sont réunies :

- La représentation du corps de l'utilisateur en temps réel dans l'environnement virtuel
- Le visiocasque possède un champ de vision aussi grand que celui du sujet
- L'environnement virtuel doit être spatialement égal à l'environnement réel

Nous choisirons donc d'abandonner l'expression d'« immersion totale » au profit des deux termes « immersion » et « présence ». Nous parlerons de « présence », notion lorsque que l'utilisateur aura le sentiment d'être plongé dans le monde virtuel au moins par le biais de sa vue et de son ouïe, et lorsque celui-ci éprouvera une réponse émotionnelle et/ou physique à l'environnement virtuel qui lui est proposé. Nous parlerons d'« immersion » lorsque l'utilisateur se trouve dans un environnement virtuel 360 par le biais d'un visiocasque ou d'un CAVE²⁵, concept inventé et pour la première fois construit par Carolina Cruz-Neira.

« Dans le langage courant, [au sein de la communauté scientifique] le terme d'immersion est compris comme l'exposition de l'utilisateur à un EV au moyen de dispositifs occultant en partie la perception (surtout visuelle) de l'environnement alentours, pour afficher en lieu et place une image du monde virtuel²⁶ ». Comme l'évoque Fuchs, cette définition n'est pas totalement juste et inclusive pour définir tous les types d'utilisation de la réalité virtuelle, mais elle nous servira dans cette étude, de référence. Nous ajoutons cependant, que l'immersion et l'interaction peuvent également provenir de l'ER²⁷ : on parle dans ce cas de réalité augmentée ou de réalité mixte, mais nous ne traiterons pas ces questions-là. Nous pouvons conclure là-dessus : « l'immersion caractérise la relation du sujet avec l'environnement virtuel, dans l'environnement réel ».

Trois questionnements doivent être pris en compte quant à la sensation d'immersion comme l'a évoqué Fuchs : la représentation du corps de l'utilisateur, son champ de vision ainsi que la correspondance des espaces virtuel et réel. Ces trois critères, s'ils sont réalisés à un haut degré de perfection, pourraient permettre une très grande sensation d'immersion. Mais il faudrait encore que la résolution du casque de réalité virtuelle soit semblable à celle de l'œil humain, ce qui est loin d'être le cas. L'immersion dépend également de l'interaction et de la présence ressentie par l'utilisateur lorsqu'il est dans un EV.

²⁵ Les CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) sont des espaces cubiques recouverts d'écrans de vidéo projection.

²⁶ BERTHOZ Alain, FUCHS Philippe, MOREAU Guillaume, VERCHER Jean-Louis (sous la direction), *Le traité de la réalité virtuelle*, Volume 1 : *L'Homme et l'environnement virtuel*, Paris, Presses des mines, collection « Mathématiques et informatique », 2006, p. 87.

²⁷ Environnement Réel

Cette présence dépend notamment de la notion d'immersion corporelle. Fuchs évoque 3 degrés d'immersion du corps dans un environnement virtuel :

- **La présence ou l'immersion visuelle**, qui correspond à l'observation visuelle dans un visiocasque, sans aucune représentation des mains de l'utilisateur. L'interaction n'étant ici réalisée que par le mouvement de la tête
- **La présence ou l'immersion semi-corporelle**, l'utilisateur voit ses mains représentées virtuellement : il peut manipuler des objets.
- **La présence ou l'immersion corporelle entière**, l'utilisateur se sent totalement immergé via son visiocasque et son corps y est représenté en entier. Il peut agir avec tous ses membres.

La question que pose la représentation du corps dans un environnement virtuel est très complexe et nous y reviendrons régulièrement.

Les notions d'immersion et d'interaction sont à la fois liées et détachées, mais l'immersion dépend davantage de la qualité du dispositif de visualisation et de la qualité visuelle -résolution, rendu des couleurs, contrastes, luminosité etc.- de l'œuvre présentée. Alors que, l'interaction dépend davantage du type d'expérience de réalité virtuelle vécue -contemplative, cinématique, modifiable en temps réel-, puisqu'elles sont directement définies par des degrés d'interaction plus ou moins forte. C'est-à-dire que, de manière générale, nous pouvons affirmer qu'une expérience contemplative est moins interactive qu'une expérience cinématique, elle-même moins interactive qu'une expérience modifiable en temps réel.

Cependant, l'interaction a une influence directe sur la sensation d'immersion. Par exemple, le fait de participer à l'histoire en se déplaçant pour tuer des zombis, augmente notre implication et notre participation au sein de l'environnement virtuel, ce qui accroît notre sensation d'immersion. L'inverse n'est pas vrai, car s'il n'y a pas ou peu d'interaction, l'immersion n'y changera rien.

En définitive, l'immersion totale n'est pas atteignable ni absolument souhaitable²⁸, mais peut être approchée dans certaines conditions. Nous allons les étudier à travers diverses expériences de réalité virtuelle. Le dispositif de visualisation est notamment une des conditions nécessaires pour produire une forte sensation d'immersion : nous choisirons dans cette étude de nous concentrer sur le visiocasque et non sur le dispositif CAVE, plus rare car plus complexe et plus coûteux.

²⁸ Pour beaucoup de raisons -notamment sociales et psychologiques- que nous n'évoquerons pas dans ce mémoire.

2.1.3 Le visiocasque

Le visiocasque est un des outils indispensables à l'immersion en réalité virtuelle. Plus il est qualitatif, plus il favorise une expérience agréable. Cela ne veut pas dire qu'une expérience médiocre sera bonne dans un casque qualitatif, mais sa qualité est d'autant plus appréciable lorsque l'on visionne une bonne expérience en RV. L'expérience peut être stéréoscopique : c'est-à-dire que l'image perçue par l'œil gauche doit être différente de l'image perçue par l'œil droit. Les deux images doivent être décalées d'environ 65 mm²⁹ sur l'axe horizontal uniquement, cette distance correspondant à l'écart entre nos deux yeux dit inter pupillaire. En effet, cet écart fait intrinsèquement parti de notre système visuel, et nous permet de voir en relief. La stéréoscopie permet donc de percevoir le relief à partir de deux images planes. C'est pourquoi on retrouve, dans les films ou les applications de réalité virtuelle, un écran montrant deux images côte à côte presque identiques : l'une correspond à la perception de l'œil gauche et l'autre à celle de l'œil droit.

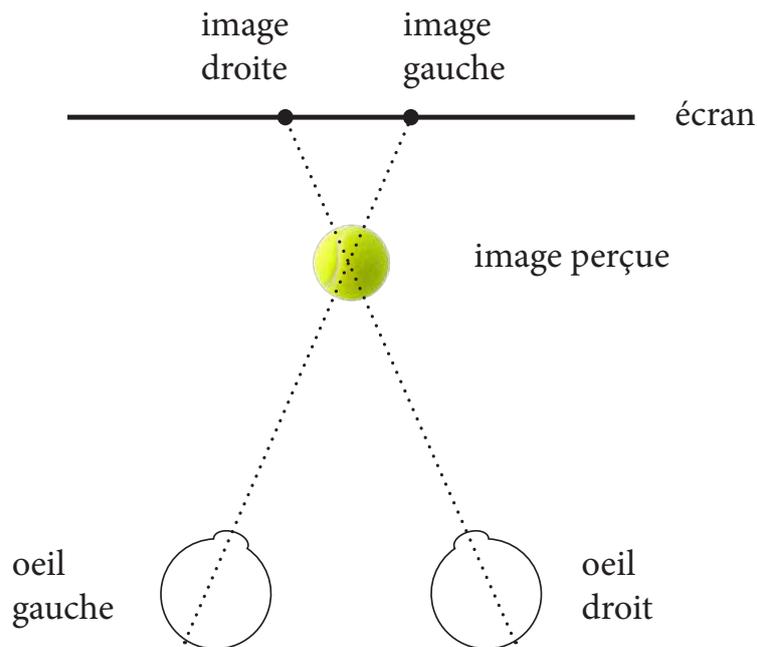


Fig. 2. Schéma* d'une projection stéréoscopique d'un objet devant l'écran.

*Reproduit par l'auteure le 11 avril 2020 d'après un schéma de Laure Leroy dans son livre *Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie*³⁰.

²⁹ Voir le rapport d'expertise collective « Effets sanitaires potentiels des technologies audiovisuelles en 3D stéréoscopique », in ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire), 2014, [en ligne], mis en ligne le 1^{er} juillet 2014, Maison-Alfort, p. 4. URL : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2011sa0334Ra.pdf>. Consulté le 08 avril 2020. La distance moyenne inter pupillaire est de 6,4 cm pour les hommes et 6,2 cm pour les femmes : Rachel V. NORTH, *Work and the Eye*, Oxford, Oxford University Press, 1993, 238p.

³⁰ Laure LEROY, *Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie*, Londres, ISTE Editions, collection « informatique », 2016, p. 41.



Fig. 3. Vision stéréoscopique dans un casque de RV
Montage et photographie réalisé par l’auteure le 11 avril 2020.

La figure 3 schématise une vision stéréoscopique que l'utilisateur pourrait avoir avec un casque. On voit bien que les deux images sont décalées : c'est ce qui crée le relief.

Mais certains films ou applications de RV ne permettent qu'une vision monoscopique, c'est-à-dire, qu'une seule et même image est utilisée pour l'œil gauche et pour l'œil droit : on perd donc le relief binoculaire mais on garde le relief monoscopique ainsi que les parallaxes de mouvements qui sont les indices les plus rapides du système visuel pour percevoir le relief. La monoscopie n'est pas beaucoup utilisée en RV, pourtant, elle évite la fatigue visuelle, facilite la prise de vue et les traitements des données, et réduit considérablement les poids de fichier. « Une des grandes difficultés des visiocasques est de permettre d'observer des images sur des écrans très proches des yeux. Pour cela, on doit insérer des optiques entre les yeux et les écrans.³¹ ». Tous les casques de RV possèdent en effet, deux verres optiques -œil droit et œil gauche- qui permettent de repousser l'image virtuelle au-delà du *punctum proximum d'accommodation*³², et de l'agrandir.

³¹ Philippe FUCHS, « Les casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo », *op cit.*, p. 75.

³² Le *punctum proximum d'accommodation* est le point le plus proche que l'œil humain est capable d'observer distinctement. C'est la distance minimale de netteté du système visuel humain. Elle se modifie avec l'âge et dépend des amétropies visuelles.

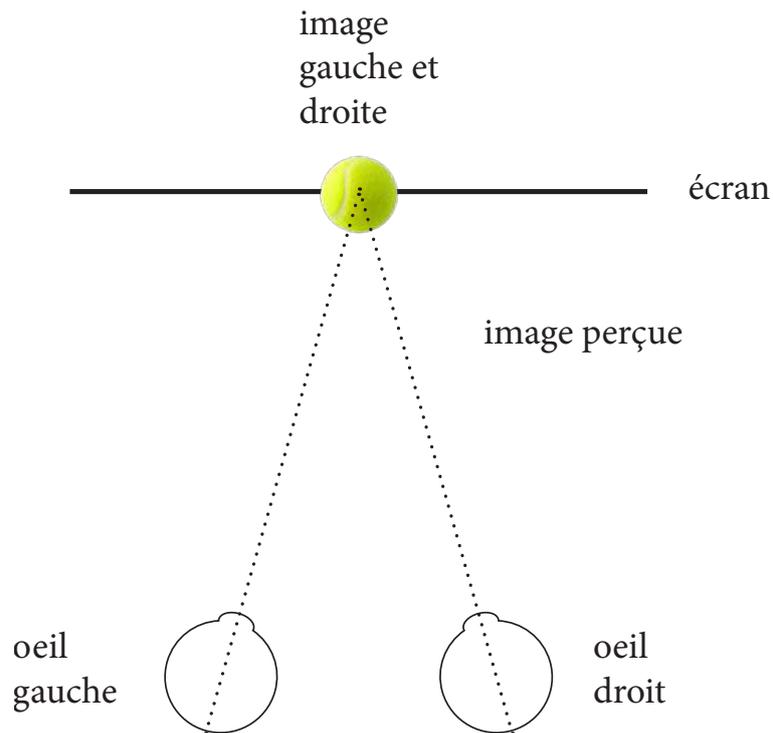


Fig. 4. Schéma* d'une projection monoscopique d'un objet sur l'écran

*Reproduit par l'auteure le 11 avril 2020 d'après un schéma de Laure Leroy dans son livre *Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie*³³.



Fig. 5. Vision monoscopique dans un casque de RV
Montage et photographie réalisé par l'auteure le 11 avril 2020.

³³ Laure LEROY, « Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie », *op cit.*, p. 41.

La figure 5 schématise une vision monoscopique que l'utilisateur pourrait avoir avec un casque. Les deux images sont semblables.

Il existe deux types de casques de RV : ceux qui nécessitent l'utilisation d'un smartphone, et ceux plus puissants, qui possèdent leurs propres écrans. C'est sur ces derniers que nous concentrerons nos analyses.

La vision humaine est complexe et aucun casque de RV ne parvient pour le moment à l'imiter. Pour qu'un casque de réalité virtuelle soit le plus proche possible de la vision humaine, deux conditions principales doivent se rapprocher des caractéristiques de l'œil humain : le champ de vision et la résolution. Il est à noter qu'il existe beaucoup d'autres critères que les casques devraient prendre en compte pour être le plus proche possible de la vision humaine mais qui ne sont pas encore possible à réaliser avec les technologies actuelles.

« Le champ de vision horizontal moyen d'une personne n'ayant aucune déficience visuelle est d'environ 210° et de 140° verticalement.³⁴ ». A titre d'exemple, les deux casques de RV grand public les plus en vogue actuellement : le HTC Vive et l'Oculus Rift couvrent tous deux un champ visuel horizontal de 106° et l'Oculus Rift couvre un champ vertical de 95° -l'information n'est pas fournie pour le HTC Vive. En ce qui concerne le prix pour ces deux modèles, ils peuvent varier entre 400 et 600€ si ce n'est plus, en fonction des accessoires fournis avec - manettes, capteurs spatiaux etc. Le seul visiocasque capable de s'aligner sur le champ visuel humain à l'heure actuelle est le Star VR sorti en août 2018, qui comporte un champ visuel horizontal de 210° et vertical de 130°.

En ce qui concerne l'acuité visuelle humaine, que nous pourrions assimiler à la « résolution », elle est bien supérieure aux casques de RV. Selon Philippe Fuchs, pour s'en approcher, la définition d'un casque horizontalement devrait être de 12600 pixels et verticalement de 8400 pixels, ce qui ferait un total de plus de 100 millions de pixels. Or les visiocasques actuels ne possèdent au maximum que 5000 pixels, sans compter leurs résolutions qui ne dépasse pas 30 pixels par degré. Sur la même échelle, l'œil humain est à environ 120 pixels par degré³⁵. Il est également à noter que plus le champ de vision est large, plus les pixels se répartissent sur un grand espace, moins la résolution est élevée, puisque, par définition, la résolution est le nombre de pixels par unité de surface. Mais rappelons que seule l'image fovéale³⁶ mérite d'être

³⁴ Philippe FUCHS, « Les casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo », op cit., p. 104.

³⁵ *Ibid.*, p.104

³⁶ Zone de la rétine très petite qui autorise une perception très précise des couleurs et des détails observés par un individu. La fovéa située au centre de la rétine, n'est effective que pour un champ de vision de 1 à 2°. C'est la raison pour laquelle notre regard balaye sans cesse les lignes d'un roman de gauche à droite : pour pouvoir lire tous les mots d'une phrase.

correctement définie : ainsi la solution idéale serait un casque qui déterminerait en temps réel la position du regard du spectateur et adapterait ainsi sa résolution.

La fatigue visuelle est une des conséquences qu'engendre le port de casque de réalité virtuelle, nous y reviendrons plus tard.

Même avec toutes les contraintes techniques que comportent les casques de RV, il est possible d'expérimenter une grande sensation d'immersion. Voyons comment.

L'immersion, en plus d'être visuelle, est très souvent auditive, mais au-delà de ces deux sens, la sensation d'immersion provient surtout du fait que l'utilisateur puisse librement gesticuler dans l'environnement virtuel, passant ainsi du statut de spectateur à celui d'acteur. Son attention est sollicitée et les expériences de RV sont, pour ainsi dire, dirigées vers l'utilisateur. En d'autres termes, les expériences de RV sont très souvent pensées selon un point de vue unique : celui du spectateur. Le scénario se déroule donc généralement autour et pour le visionneur, qui se retrouve nécessairement impliqué au centre de l'espace. De ce fait, le spectateur entre plus facilement dans le récit et tente de le suivre à travers des rotations physiques -tête et corps-, ce qui le maintient au cœur de l'intrigue. Son cerveau est continuellement sollicité, ce qui en y ajoutant un audio casque, renforce la sensation d'immersion. Celle-ci est d'ailleurs renforcée en réalité mixte : lorsque espace réel et espace virtuel coïncident.

La notion d'espace, est très importante : le spectateur doit pouvoir l'appréhender au mieux afin d'être davantage impliqué dans l'expérience.

2.1.4 L'espace réel et l'espace virtuel

En réalité virtuelle, l'*espace* est un terme qui peut être utilisé dans deux univers : le monde réel ou le monde virtuel. Ces deux types d'espaces sont toujours liés à travers l'utilisateur, physiquement présent dans l'espace réel et mentalement présent dans l'espace virtuel. Nous appellerons *espace réel*, l'espace de diffusion de l'expérience c'est-à-dire l'espace dans lequel le spectateur est présent physiquement. L'*espace virtuel* quant à lui, fera référence au monde virtuel créé numériquement, c'est-à-dire observable à travers le casque de réalité virtuelle. Dans beaucoup d'expériences de RV, l'espace réel est plus petit que l'espace virtuel, c'est d'ailleurs ce qui rend le processus intéressant. L'espace réel n'a pas besoin d'être grand si l'expérience virtuelle n'implique pas de grands déplacements. Prenons l'expérience de réalité virtuelle

d'animation *Aripi*³⁷, réalisée par Dmitri Voloshin en 2019. C'est l'histoire d'un Astronaute dont le vaisseau va s'écraser sur la Terre. L'espace virtuel est immense : nous suivons l'Astronaute dans ses aventures, propulsé de son vaisseau, effectuant une immense chute en traversant des kilomètres de ciel. L'espace virtuel parcouru est gigantesque alors que l'espace réel, lui, approche les deux mètres cubes. En effet, l'utilisateur n'a pas besoin de plus d'espace réel, puisque l'expérience virtuelle ne l'invite pas à se déplacer, mais plutôt à ressentir et à observer ce que vit le jeune Astronaute. La réalisation de cette expérience est faite pour que l'utilisateur n'ait pas à se déplacer : les plans sont tous proches du héros, les mouvements de caméra nous orientent et la vitesse des événements ne nous laisse pas le temps de nous balader. Il ne nous reste plus qu'à tourner sur nous-mêmes ou à effectuer quelques rotations de la tête mais impossible d'en faire plus. Certaines personnes sont même obligées de s'asseoir car la sensation de vide et de vitesse leur fait perdre l'équilibre. C'est ce que l'on appelle un phénomène devection : la vitesse du flux vidéo entraîne une sensation d'accélération physique, qui ici, n'est que virtuelle... Il y a une incohérence entre ce que le cerveau perçoit -la chute- et la position physique et stable du corps. Le cerveau a cette capacité incroyable de faire croire à l'utilisateur qu'il est en train de vivre cette expérience. Mais c'est aussi et surtout la qualité de l'œuvre qui permet de tromper le corps physique du spectateur pour l'emmener dans ce voyage fantastique. Le transport de l'espace réel à l'espace virtuel est une des spécificités de la réalité virtuelle. Dans cette expérience, une des plus fortes que j'ai pu expérimenter en termes de sensation d'immersion, c'est la différence démesurée entre espace réel et espace virtuel qui permet la sensation de liberté.

Pour revenir à cette question d'espace, nous pourrions également citer deux autres œuvres, qui nécessitent un espace réel très petit puisque l'expérience s'effectue assis, sur une chaise rotative : *Opus VR* réalisé par Michael Kovich Jr. en 2019 et *RocketMan 360* réalisé par Millo Simulov en 2018. De même, l'expérience en RV *La bibliothèque, la nuit*³⁸ offerte par la Bibliothèque Nationale de France (BNF) en 2017, propose aux utilisateurs de découvrir virtuellement 10 des plus prestigieuses bibliothèques existantes, disparues ou imaginaires. Cette œuvre nécessitait que l'utilisateur soit assis sur une simple chaise rotative.

³⁷ Expérience vue par l'auteur au festival *NewImages*, qui s'est déroulé du 19 au 23 juin 2019, au Forum des Images à Paris.

³⁸ Créée par Robert Lepage et sa compagnie Ex Machina, en 2015, l'exposition immersive est présentée au Québec avant d'être exposée à la BNF. L'exposition s'inspire de l'ouvrage *La bibliothèque, la nuit* (Alberto MANGUEL, *La bibliothèque, la nuit -The Library at Night*, New-Haven, Yale University Press, 2006- traduit de l'anglais par Christine LE BŒUF, Arles, Actes Sud, collection « Lettres anglo-américaines », 2006, p. 335. Alberto Manguel est co-concepteur du projet d'exposition.

Dans *Opus VR*³⁹, on suit un homme et sa bande, dans un bidonville au Paraguay. L'expérience ne me semble pas réussie pour la simple et bonne raison qu'elle emprunte tous les codes du langage cinématographique, sans jamais utiliser les particularités liées à la technologie qu'elle utilise. Dans ce film, l'utilisation de la réalité virtuelle n'est absolument pas justifiée, puisque que ni le scénario, ni la réalisation, ni la mise en scène ne font appel aux spécificités de la RV. Nous avons l'impression de visionner un film classique, avec pour seule particularité que l'on puisse le regarder dans différentes directions. Les plans sont longs et fixes mais les sous-titres présents nous « sortent » de l'image 360, et la position de la caméra, place parfois le spectateur à des endroits incohérents. Dans ce film court, le spectateur reste à sa position de spectateur mais avec une difficulté de plus qu'au cinéma : il est dans l'espace virtuel mais ressent sa transparence, notamment lorsqu'il est placé entre deux personnages qui sont en train de dialoguer. La position du spectateur est alors inconfortable même si celle-ci est probablement souhaitée par le réalisateur. Si la réalité virtuelle s'inspire de différents médiums dont le cinéma, ses spécificités doivent néanmoins être utilisées, sans quoi il n'y a plus d'intérêt à visionner une expérience en réalité virtuelle. Car quel est l'intérêt, aujourd'hui, de regarder un film en RV ? Aucun, car la mauvaise qualité de l'image et l'encombrement du matériel sont des défauts que ne possèdent pas une visualisation cinématographique. L'intérêt réside dans le fait de vivre l'expérience et non de la contempler.

*RocketMan360*⁴⁰ présente trois astronautes dans un vaisseau spatial, le spectateur est l'un d'entre eux. La position virtuelle du spectateur astronaute, correspond avec sa position physique puisque qu'ils sont tous les deux assis. On peut presque parler dans ce cas, de concordance entre les positions dans l'espace virtuel et celles dans l'espace réel. La correspondance parfaite, exigerait que le spectateur soit assis dans un vaisseau physique, dont les délimitations architecturales soient en accord avec celles du vaisseau virtuel. À titre d'exemple, nous pourrions citer *Carne y Arena* réalisé par Alejandro González Iñárritu, nous reviendrons sur cette expérience. Dans *RocketMan 360*, l'utilisateur est sollicité, puisqu'il reçoit une vidéo virtuelle de sa copine pendant le décollage. L'utilisateur est donc invité à baisser sa tête afin de voir l'écran virtuel qui s'affiche devant lui, et ainsi pouvoir déchiffrer le message de sa copine. Ici, l'espace virtuel est assez petit, mais la spatialisation du son permet d'attirer le regard de l'utilisateur dans différentes directions. Les deux autres astronautes s'adressent également au spectateur ce qui permet une sensation d'immersion d'autant plus forte.

³⁹ Expérience vue par l'auteure au festival *NewImages*, qui s'est déroulé du 19 au 23 juin 2019, au Forum des Images à Paris.

⁴⁰ *Ibid.*

Il n'est donc pas important, pour la sensation d'immersion, d'avoir à faire à un petit espace réel, ou de devoir faire asseoir l'utilisateur. Pour fonctionner, la sensation d'immersion doit avant tout être pensée en amont, et solliciter le spectateur, d'une manière ou d'une autre.

Certaines œuvres cependant, tente de rapprocher le plus possible, dans leur délimitation, espace réel et espace virtuel, favorisant ainsi une expérience très immersive. C'est le cas par exemple d'*Alice, the Virtual Reality Play*, présentée à la 74^e Mostra de Venise en 2017 dans le cadre du nouveau festival Venice VR, ou encore présentée au Centre Phi à Montréal, du 23 septembre au 1^{er} octobre 2017⁴¹. Cette installation réalisée par Marie Jourden et Mathias Chelebourg est particulièrement intéressante, dans la mesure où elle est à la croisée entre cinéma, théâtre et jeux vidéo : c'est ce qu'on appelle du théâtre immersif. Une fois que l'utilisateur est muni de son casque de RV, il entre dans une pièce par le biais de grands rideaux rouges et commence l'expérience. Celle-ci fait appel à beaucoup de sens tels que : la vue, l'ouïe, le toucher, l'odorat. Durant toute l'œuvre, un technicien est présent afin de faciliter les mouvements du spectateur dans l'espace -notamment en soulevant le câble partant du casque de RV et relié à l'ordinateur. A chaque présentation de l'œuvre, un acteur est également présent -son corps est doté de capteur car il interprète un personnage virtuel dans l'expérience : le lapin- et c'est lui qui parle directement au spectateur, ce qui rend l'expérience d'autant plus immersive.

⁴¹ Benjamin HOGUET « Venice VR et l'île paradisiaque de la réalité virtuelle », in *FMC Veille*, 2017, [en ligne], mis en ligne le 19 septembre 2017. URL : <https://trends.cmf-fmc.ca/fr/venice-vr-et-lile-paradisique-de-la-realite-virtuelle-2/>. Consulté le 10 février 2020. L'exposition est présentée sur le site web du Centre Phi : <https://phi-centre.com/evenement/alice-the-virtual-reality-play-fr/>.

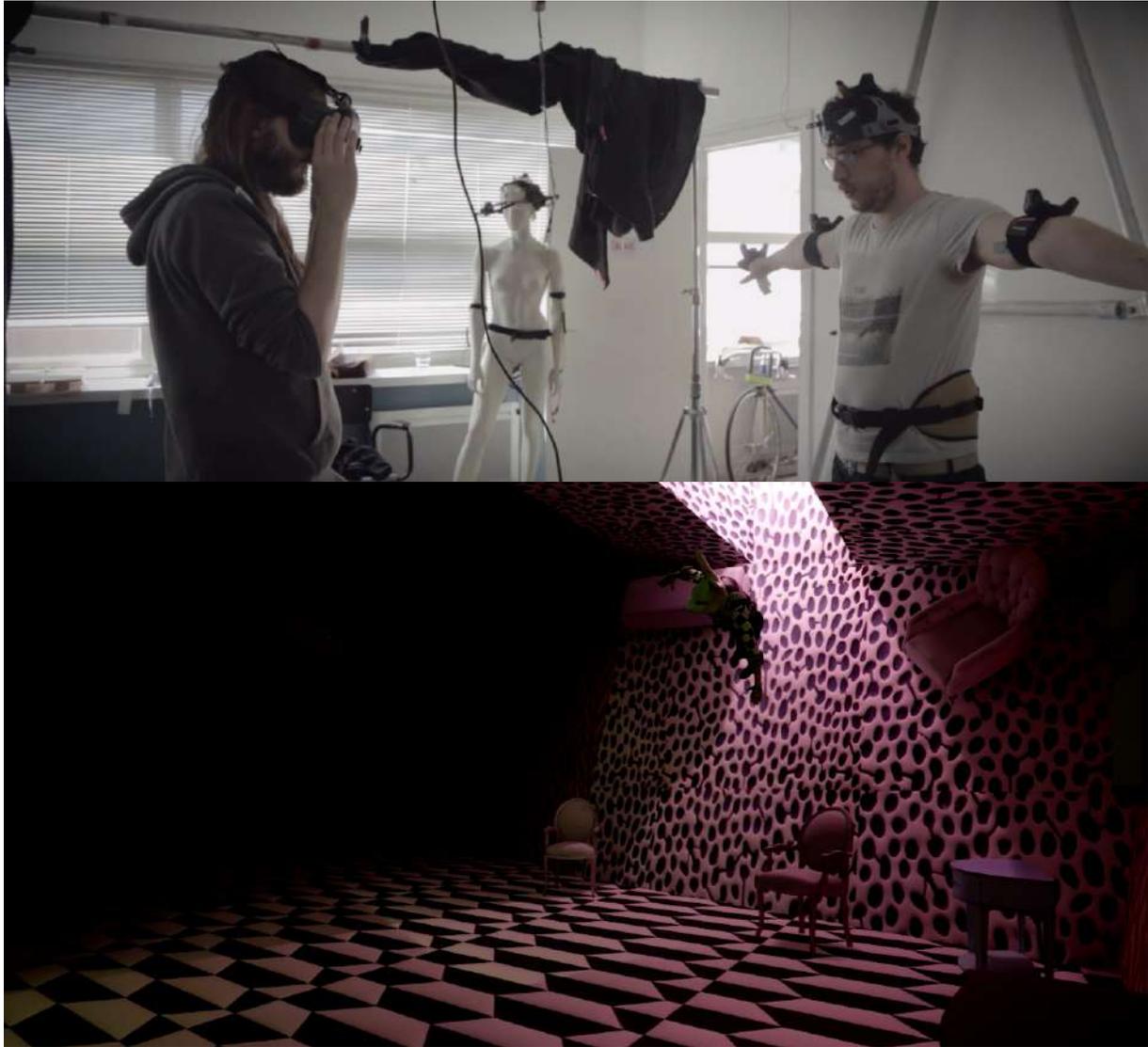


Fig. 6. Captures d'écrans* de l'expérience de RV *Alice the Virtual Reality Play*
*Réalisées par l'auteure depuis la plateforme en ligne Vimeo⁴².

De ce fait, le comportement du personnage virtuel qu'interprète l'acteur s'adapte au spectateur, ce qui fait que l'expérience est unique pour chaque utilisateur. En tout, pour un utilisateur, 5 techniciens sont mobilisés durant la totalité de l'expérience pour s'assurer de son bon déroulement. L'expérience est faite pour être visionnée par un spectateur à la fois : elle n'est pas commercialement viable. François Klein, qui a participé à la production de cette œuvre, estime que pour la rentabiliser, le ticket devrait être vendu à 500\$⁴³... Cependant, *Alice the virtual reality play* dénote d'une vraie vision d'auteur : c'est notamment ce qui permet à la réalité virtuelle d'être reconnue progressivement dans le milieu artistique. Nous pouvons faire

⁴² Voir <https://vimeo.com/231070365> et <https://vimeo.com/230431115>.

⁴³ Interview de François KLEIN, réalisée par l'auteure le 09 mars 2020, disponible en annexe, p. 137.

le parallèle avec le début du cinéma, qui était considéré à l'origine comme une simple attraction foraine, ou comme la photographie, qui était envisagée selon une simple copie de la réalité. La réalité virtuelle peut servir de nombreux domaines dont celui de l'art, il faut cependant lui laisser le temps de s'installer comme telle.

Il me semble également très important de citer le réalisateur Alejandro González Iñárritu, qui met en place en 2017, une installation de réalité virtuelle très immersive : *Carne y Arena*. Cette œuvre est présentée pour la première fois au festival de Cannes en 2017, et fait partie de la sélection officielle du Festival International du Film de Cannes⁴⁴. C'est d'ailleurs à l'occasion de la sortie de ce film en RV, que le Festival de Cannes choisit d'ouvrir une section entièrement dédiée à la présentation d'œuvres immersives actuellement nommée « Cannes XR ». La prise de position d'un réalisateur de cinéma de renommée internationale, participe activement au processus de légitimation de la RV comme médium artistique.

Pour revenir à l'œuvre, elle plonge le spectateur au cœur d'un groupe de migrants tentant de traverser la frontière américano-mexicaine. Ils se font évidemment repérer par un hélicoptère et des policiers ainsi qu'un chien agressif viennent à leur rencontre. Nous vivons ainsi les violences physiques et psychologiques qu'ils subissent. L'expérience est très immersive car un espace recouvert de sable de dix mètres carrés est réservé aux déplacements des spectateurs, qui sont pieds nus et portent un sac à dos afin d'approcher le plus possible les conditions dans lesquelles voyagent ces migrants⁴⁵. Les spectateurs ressentent physiquement le vent, le sable, mais aussi psychologiquement l'angoisse, la peur, la tension et entendent des sons réellement enregistrés dans le désert. Tout est mis en œuvre pour garantir une expérience au plus près de la réalité, afin de sensibiliser les utilisateurs à ce sujet. Bien qu'il soit impossible de ne pas savoir que nous sommes dans une expérience de RV et non dans la réalité, nous sommes emportés et bouleversés, ce qui montre que la réalité virtuelle, malgré ces défauts techniques peut être considérée comme un moyen de produire des œuvres très « immersives ». Pour appuyer ce point, nous pouvons citer Evelyne Klinger qui démontre dans sa thèse⁴⁶ que le traitement des phobies par la RV est très efficace justement parce que en situation de « danger » le cerveau ne fait plus la différence entre réel et virtuel : « l'efficacité de la RV est reconnue en psychothérapie dans le traitement d'un certain nombre de troubles », « L'exposition d'une

⁴⁴ Pierrick LABBE, « Cinéma en réalité virtuelle : le cinéma lui fait une place de choix », in *Réalité-Virtuelle.com*, 2017, [en ligne], mis en ligne le 17 mai 2017. URL : <https://www.realite-virtuelle.com/cinema-vr-festival-de-cannes-1705/>. Consulté le 10 février 2020.

⁴⁵ Maximilien PIERRETTE, « Cannes 2017 – Carne y Arena : on a testé l'expérience de réalité virtuelle d'Iñárritu », in *Allociné*, 2017, [en ligne], mis en ligne le 24 mai 2017. URL : <http://www.allocine.fr/diaporamas/cinema/diaporama-18664339/>. Consulté le 10 février 2020.

⁴⁶ Evelyne KLINGER, *Apports de la réalité virtuelle à la prise en charge de troubles cognitifs et comportementaux*, Thèse de doctorat en ingénierie de l'informatique et réseaux (sous la direction de Alain GRUMBACH et Rose-Marie MARIÉ), Paris, École Nationale Supérieure des Télécommunications, 2006, 228p. Consulté le 09 avril 2020.

personne à une situation dans un environnement virtuel peut évoquer les mêmes réactions et émotions que l'exposition d'une situation réelle semblable. En effet, les personnes qui sont phobiques dans le monde réel le sont aussi dans l'EV⁴⁷ ». Voici un bref résumé de l'expérience menée par Maïano, Therme et Mestre⁴⁸, illustrant cette affirmation : on a demandé à 14 participants de traverser virtuellement -ils sont assis dans l'ER et se déplace grâce à un joystick- et successivement les trois mêmes couloirs -A,B et C. Le but était de récupérer un document dans la salle de reprographie pour le déposer dans la salle de réunion ; il y avait donc un point de départ et un point d'arrivé précis. Chaque participant devait effectuer cette traversée 2 fois. La première fois, l'environnement virtuel se composait des couloirs A,B et C dans leurs états « normaux ». La seconde fois l'environnement virtuel se composait des couloirs A et C dans leurs états « normaux » tandis que le couloir B était « en feu » : il comportait des flammes, de la fumée et une alarme à incendie. L'anxiété et l'état émotionnel de chaque personne était relevés à la fin de chaque expérience. Quant aux indicateurs de mouvements -le temps de parcours, le temps, la vitesse moyenne, la vitesse et la variabilité de la trajectoire sont des données enregistrées en temps réel. Au global, les résultats montrent une augmentation significative de l'anxiété et d'émotions négatives chez les participants lors de leur deuxième traversée. De même, une augmentation significative est relevée dans la variabilité de la vitesse et de la trajectoire lorsque les participants ont traversé pour la deuxième fois le couloir B. Enfin, les déplacements de participants sont beaucoup moins fluides lorsqu'ils traversent le couloir B pour la seconde fois. Cette expérience démontre que les participants perçoivent un danger dans le couloir B en feu, et donc que la RV est capable de manipuler les sensations des participants en créant l'illusion d'un danger physique.

⁴⁷ *Ibid.*, p. 140-141.

⁴⁸ MAÏANO C., THERME P., MESTRE D. « Affective, anxiety and behavioural effects of an aversive stimulation during a simulated navigation task within a virtual environment : A pilot study », in *Computers in Human Behaviour*, n°27, janvier 2011, [en ligne], mis en ligne le 17 août 2010, Elsevier, p. 169-175. URL : http://www.ism.univ-amu.fr/mestre/publications/2011/emotions_VR.pdf. Consulté le 09 août 2020.

2.2 Vision humaine et problèmes engendrés par la RV

2.2.1 Fonctionnement du système visuel

Cette partie s'appuie sur le livre *Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie* écrit par Laure Leroy, publié en 2016.

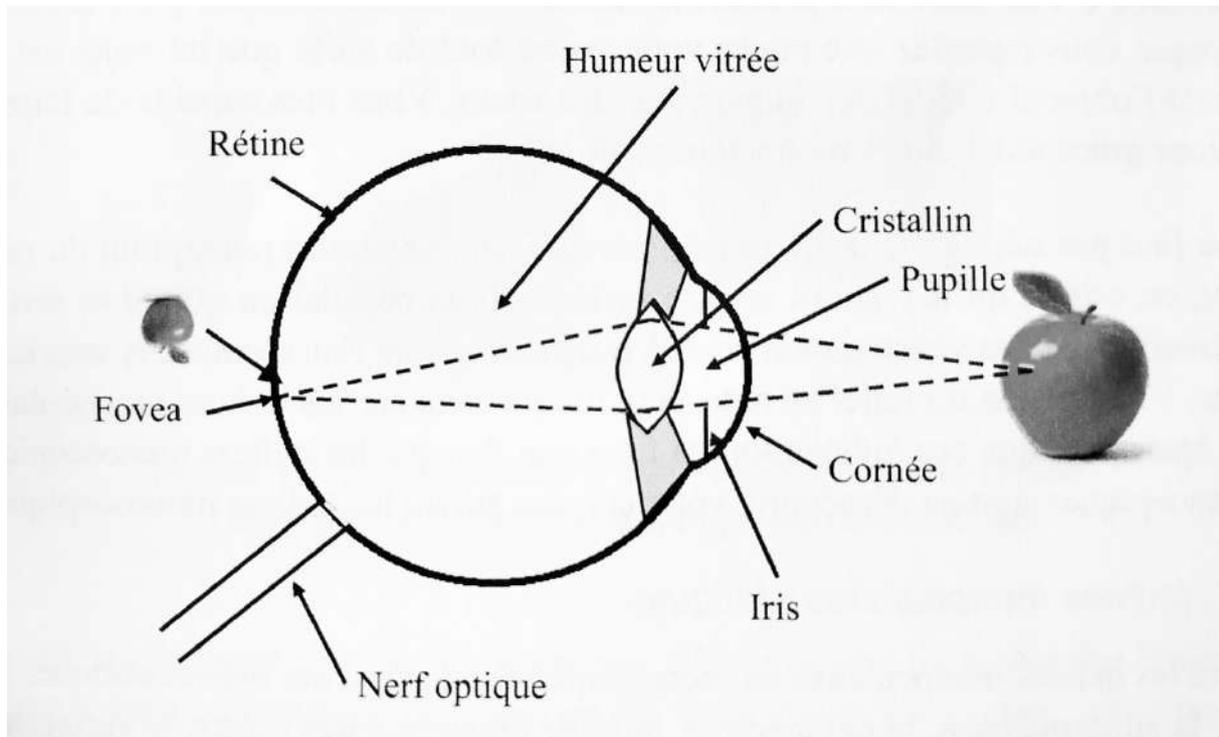


Fig. 7. Schéma* du fonctionnement d'un œil⁴⁹

Tiré du livre *Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie* de Laure Leroy.

Les rayons lumineux perçus par un individu traversent différentes parties de l'œil, avant d'atteindre la rétine : lieu où se forme l'image. La cornée est une membrane transparente qui protège l'œil. L'iris, grâce à sa contraction, gère la quantité de lumière qui traverse la pupille et arrive jusqu'au cristallin. Celui-ci est souple, il peut également ajuster sa contraction afin que les rayons lumineux parviennent à atteindre la fovea. Le cristallin autorise chaque individu à pouvoir accommoder, c'est-à-dire à faire la mise au point. L'humeur vitrée est une substance transparente et gélatineuse présente dans l'œil. Enfin, La rétine est composée de milliers de photorécepteurs : les cônes et les bâtonnets. Les cônes -très inférieurs en nombre par rapport aux bâtonnets- se chargent de la perception des couleurs tandis que les bâtonnets captent la luminosité. Les bâtonnets sont présents sur toute la rétine, et les cônes sont répartis sur et autour

⁴⁹ Schéma tiré du livre de Laure LEROY, *Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie*, Londres, ISTE Editions, collection « informatique », 2016, p.19.

de la fovéa. La fovéa est une zone de la rétine très petite mais c'est elle qui permet une perception très précise des couleurs et des détails observés par un individu.

Toutes ces informations sont transmises par le nerf optique et traitées ensuite par le cerveau. Celui-ci opère d'ailleurs l'inversion de l'image qui arrive sur la rétine « à l'envers » -comme cela est montrée sur la figure 7. et permet aux hommes de percevoir l'environnement « dans le bon sens ».

2.2.2 Principe du relief

Le relief peut-être perçu selon des indices monoscopiques ou stéréoscopiques. « Les indices monoculaires sont tous les indices visuels perceptibles avec un seul œil⁵⁰ ». La stéréoscopie quant à elle, permet d'acquérir des indices de relief supplémentaires grâce à la séparation horizontale de nos deux yeux.

La perception du relief monoscopique peut être vue grâce:

- À des **indices monoscopiques statiques** tels que la lumière et les ombres, l'interposition -lorsqu'un objet en cache un autre, la taille relative -on perçoit un même objet plus loin s'il est plus petit et plus près s'il paraît grand, la texture -plus on est éloigné moins la texture est visible, la perspective, et les variations de visibilité – lorsqu'il y a du brouillard, plus un objet est loin, moins il est visible.
- À des **indices monoscopiques dynamiques** ou parallaxes de mouvements. Par exemple, lorsqu'on effectue un déplacement latéral de 1 mètre, l'objet le plus proche de nous s'est « déplacé » beaucoup plus vite que l'arbre au fond du jardin qui paraît statique. Ce phénomène est très visible lorsque l'on roule vite sur une ligne droite : si l'on regarde la route proche de la voiture cela va très vite, mais si l'on regarde l'horizon il ne semble presque pas bouger.
- À des **indices proprioceptifs** tels que l'accommodation -c'est la modification de la courbure du cristallin pour améliorer la netteté de l'image sur la rétine- et la vergence -elle est présente lorsque les deux yeux pivotent vers le même point de focalisation. Nous rappelons que la proprioception est « le fait de sentir à tout moment où se situe chaque partie de notre corps sans avoir à le regarder. [...] Les indices proprioceptifs sont les informations qui proviennent des articulations et des muscles et qui transitent par le système nerveux⁵¹ ». Les muscles qui entrent en jeu pour permettre l'accommodation et la convergence sont donc relatif à la proprioception.

La perception du relief stéréoscopique s'effectue comme nous l'avons vu grâce à nos deux yeux. C'est la **disparité rétinienne** qui permet au cerveau de se repérer pour créer une sensation de

⁵⁰ *Ibid.*, p. 20.

⁵¹ *Ibid.*, p. 25.

« profondeur ». En effet, la vision stéréoscopique est caractérisée par les disparités rétiennes. Elles correspondent aux différences visuelles perçues par chacun des yeux. L'œil gauche et l'œil droit étant séparés, ils n' « observent » pas depuis le même point de vue. Ces différences entraînent l'apparition des disparités rétiennes, indispensables pour percevoir le relief stéréoscopique.

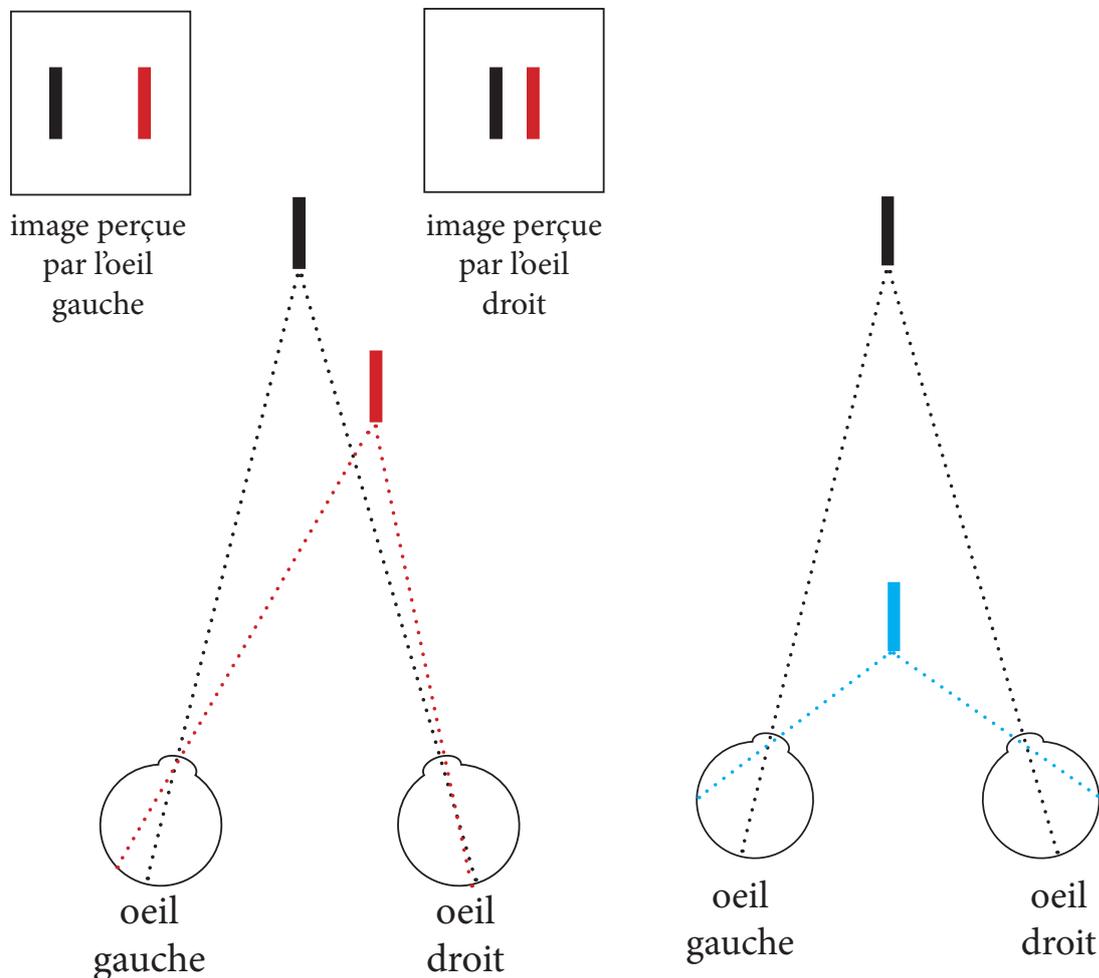


Fig. 8. Schémas* montrant des disparités rétiennes à la base de la vision en relief.

*Réalisés par l'auteure le 13 avril 2020 et inspirés des schémas du livre *Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie* de Laure Leroy⁵².

Sur le schéma de gauche, il est évident que l'œil gauche et l'œil droit ne voient pas la même image. Ces deux images sont analysées par le cortex cérébral qui nous en donne une représentation en relief. Sur le schéma de droite, reproduit d'après un schéma présent dans le livre de Laure Leroy, l'observateur fixe l'objet noir. On voit que l'angle bleu est plus obtus - l'objet est plus proche- que l'angle noir -objet éloigné. Laure révèle que « ce sont justement ces

⁵² *Ibid.*, p. 25, 28.

différences d'angles qui sont interprétées par le cerveau pour déterminer si un objet est plus proche ou plus éloigné de notre point de fixation ». Mais nous allons voir que la reproduction d'une vision stéréoscopique engendre de nombreux problèmes.

2.2.3 Fatigue visuelle

La fatigue visuelle ou asthénopie regroupe l'ensemble des symptômes liés à la fatigue des muscles oculomoteurs et ciliaires. Dans notre cas, nous nous concentrons sur la fatigue visuelle engendrée par la stéréoscopie artificielle, et plus particulièrement par l'observation d'une expérience de RV via un casque.

Nous choisissons d'évoquer 5 incohérences sensorimotrices majeures pouvant gêner l'utilisateur dans la visualisation d'un clip en RV réalisé en prise de vue réelle. Cette liste est évidemment non exhaustive mais nous citons les 5 principales incohérences perturbatrices qui, selon nous, sont majeures dans la visualisation d'une expérience cinématique de RV et causent de la fatigue visuelle. Pour chaque incohérence, nous présentons les potentielles solutions afin de réaliser un clip en RV le plus confortable possible pour l'utilisateur.

Les noms de ces incohérences sensorimotrices sont empruntés à Philippe Fuchs, qui les nomme comme telles dans son livre *Les casques de réalité virtuelle et de jeux vidéo*.

① L'incohérence oculomotrice

Nous l'avons vu, l'accommodation et la vergence participent à la vision en relief. En RV, la distance d'accommodation est celle séparant les yeux de l'utilisateur et l'écran. La distance de vergence quant à elle, sépare les yeux de l'utilisateur et l'image virtuelle de l'objet en relief. Si l'objet en relief est largement devant l'écran, ou largement derrière, alors, la distance d'accommodation et la distance de vergence sont différentes et cela engendre de la fatigue visuelle. Dans la vie réelle ces deux distances sont presque toujours égales. Plus le relief est prononcé, plus les disparités rétinienne sont fortes et plus notre système visuel fatigue. L'expérience se vérifie au cinéma : plus on est proche de l'écran, plus les disparités sont fortes, moins l'utilisateur a la capacité de fusionner -l'objet en relief et l'écran- et plus la fatigue visuelle est importante.

Solutions : Pour atténuer l'incohérence entre accommodation et vergence, il faut diminuer les disparités rétinienne. Pour cela, soit on passe par un logiciel de traitements d'images, soit on

atténue le relief de l'ensemble de l'expérience en réglant ou en choisissant une caméra appropriée. À la mise en scène, il est également possible d'éviter que les acteurs passent trop près de la caméra. Pour supprimer totalement cette incohérence, il suffit de diffuser l'expérience en vision monoscopique. Selon Laure Leroy cette incohérence ne peut pas être totalement supprimée -même en diffusion monoscopique- si l'expérience est visionnée avec un casque, car la structure même de celui-ci provoque un conflit vergence – accommodation.

② L'incohérence visuo-motrice temporelle

Cette incohérence est liée au temps de latence entre le mouvement de la tête et l'affichage de l'EV. C'est-à-dire que lorsque l'utilisateur a fini de tourner la tête, l'affichage de l'EV n'est pas encore achevé. Cette latence peut sembler imperceptible, pourtant le système visuel la perçoit bien. Plus l'expérience est longue, plus la fatigue visuelle provenant du temps de latence est grande. Cette latence peut provoquer des maux de tête, des tiraillements des yeux, des vertiges, des nausées, des vomissements etc. Ce phénomène est connu sous différents noms : mal du virtuel, mal du cyber espace, cybersickness etc.

Solutions : La latence peut être atténuée en améliorant le temps d'exécution des programmes, en s'équipant d'outils plus puissants -ordinateur, carte graphique, casque etc.- ou en exploitant un algorithme de prédiction des mouvements de la tête.

③ L'incohérence visuo-temporelle

Si la fréquence d'affichage des images -aussi appelée fréquence de balayage- est trop faible, l'utilisateur perçoit un scintillement très dérangeant. La fréquence d'affichage de l'écran ou du casque doit donc être suffisamment grande, au minimum de 60Hz pour un écran stéréoscopique. Plus cette fréquence est faible, plus le système visuel fatigue.

Solutions : Pour atténuer cette incohérence, il suffit de choisir des écrans de diffusion dont les fréquences de balayages sont plus élevées. On peut également utiliser des logiciels de traitements d'images, ou éviter à la prise de vue de filmer zones à forts risques de scintillements telles que des grillages, des motifs répétitifs, du maillage etc. Une dernière solution consiste à filtrer les mouvements parasites, c'est ce que l'on appelle les filtres spatio-temporel : c'est-à-dire que tant que l'utilisateur ne bouge pas la tête, le point de vue est fixe. Mais cette solution a pour conséquence d'augmenter le temps de latence.

④ L'incohérence visuo-vestibulaire

Cette incohérence se produit, si le sujet se déplace dans l'EV mais qu'il demeure statique dans l'ER. Ce type de déplacement est nommé déplacement virtuel parvection. Dans la vie quotidienne, ce phénomène peut être observé par exemple lorsque l'on est dans un train à l'arrêt, et que le train voisin démarre. Nous avons l'impression d'avancer, pourtant notre train est à l'arrêt. Les déplacements parvection sont couramment utilisés en RV. Ceux-ci peuvent causer ce que l'on appelle le motion sickness, c'est-à-dire des nausées intenses, des vomissements etc.

Solutions : L'incohérence visuo-vestibulaire peut être atténuée ou supprimée de différentes manières. Elle est atténuée si à la prise de vue, les mouvements de caméra -accélération, inclinaisons etc.- et ses trajectoires sont limités. De même, elle peut être réduite en diminuant le champ de vision de l'utilisateur, en mettant des objets fixes par rapport à l'utilisateur dans l'EV pendant le mouvement -par exemple le sujet se trouve dans une voiture ils ont donc la même vitesse-, en ajoutant dans la périphérie du casque des parties de l'ER ou en utilisant un casque n'occultant pas totalement la vision ce qui permet à l'utilisateur de percevoir le monde réel en vision périphérique. L'incohérence peut-être totalement supprimée si le déplacement réel et le déplacement virtuel sont les mêmes, si le déplacement se fait par téléportation -par exemple à l'aide d'une coupe franche au montage-, si l'utilisateur est sur une interface à simulation de mouvement ou s'il est actif sur des dispositifs comme des tapis de marche.

⑤ L'incohérence visuo-posturale

Cette incohérence découle du fait que l'utilisateur doit maîtriser sa position physique malgré les mouvements qui se déroulent en EV. Pour citer un cas courant : l'utilisateur doit visionner l'expérience debout, et doit rester debout pendant toute la durée de l'expérience, même si les mouvements de caméra en EV lui donne le vertige.

Solutions : L'incohérence visuo-posturale peut-être atténuée si les mouvements virtuels sont maîtrisés et pensés en amont. Au moment du tournage, les travellings répétés, les panoramiques et tous les mouvements de caméras trop brusques sont à éviter. Un logiciel de traitement d'images peut aider à stabiliser ces mouvements. L'incohérence peut être supprimée s'il n'y a pas de mouvements de caméra ou si l'utilisateur se tient assis ou à un support pour stabiliser sa posture.

Après avoir évoqué le fonctionnement du système visuel et vestibulaire humain, ainsi que les problèmes et les solutions engendrés par la vision stéréoscopique artificielle, nous sommes prêts

à évoquer les liens qu'elle possède avec notamment les 3 autres médiums que sont le cinéma, la photographie et le théâtre.

2.3 Emprunts

Comme nous l'avons évoqué plus haut, la réalité virtuelle existe depuis plus longtemps qu'on ne le pense à travers des œuvres fictionnelles mais également en termes de conception puisqu'elle a commencé à être développée à la fin des années 1950. L'arrivée du web, l'amélioration considérable des outils informatiques, le domaine du jeu vidéo ainsi que la photographie et le cinéma numérique ont fortement contribué à la mise en place de la réalité virtuelle. Il faut noter que la démocratisation de la réalité virtuelle apparaît dans un contexte où, la société d'image dans laquelle nous sommes n'a jamais été aussi grande.

La réalité virtuelle emprunte certains aspects techniques et esthétiques à des médiums d'images qui lui sont antérieurs tel que le cinéma, le théâtre et la photographie.

2.3.1 Photographie

Si l'on regarde par exemple le photographe Gregory Crewdson, il semble évident que ces images sont mises en scène : les pièces sont totalement décorées, des personnages posent, l'équipe technique est composée d'un nombre inimaginable de techniciens, les prises de vues sont longues : ce n'est pas un instant décisif tel que le décrit Henri Cartier Bresson, mais bien un moment figé.



Fig. 9. CREWDSON Gregory, *Untitled*, 2001, issue de la série *Twilight*, 1998-2002. Technique : Chambre photographique grand format 8x10 inches. Exposition à la Galerie Gagosian, du 29 juin au 3 août 2002, Beverly Hills. URL : <https://gagosian.com/exhibitions/2002/gregory-crewdson-twilight/>

Crewdson décrira lui-même ses photographies comme étant « congelées dans le silence » et assure que « l'ensemble du processus créatif est [...] bâti comme un film.⁵³ ». Dans la même interview, Crewdson déclare qu'il « recherche une netteté dans l'ensemble de l'image, comme

⁵³ Vincent DELAURY, « Entretien avec Gregory Crewdson », in *Agoravox*, 2009, [en ligne], mis en ligne le 23 décembre 2011. URL: <http://www.agoravox.fr/culture-loisirs/culture/article/entretien-avec-gregory-crewdson-106782>. Consulté le 06 février 2020.

s'il s'agissait d'un tableau peint par un peintre classique. ». À la croisée entre cinéma et peinture, ses images photographiques interrogent autant qu'elles suscitent un sentiment d'angoisse et de beauté : l'immersion dans laquelle se trouve le spectateur est fascinante. Le processus de fabrication de ces photographies « mises en scène », peut s'apparenter à celui de la création d'expériences de RV cinématiques, tournées en prise de vues réelles. La gestion de l'espace, la création et la mise en place des décors, et les nombreux détails qui dirigent le regard du spectateur permettent d'associer le médium photographique à celui de la RV. Si l'univers de Crewdson pouvait être reconstruit en 360°, la sensation d'« inquiétante étrangeté » pourrait être vécue de manière beaucoup plus forte par l'utilisateur. Ses images, si elles étaient observables en 360°, seraient d'autant plus déstabilisantes. L'atmosphère qui se dégage dans les images de Crewdson est tout à fait adaptée aux expériences cinématiques qui pourraient voir le jour en RV.

Nous pourrions également citer le Photographe David LaChapelle, dont la conception des images rejoint celle de Crewdson. LaChapelle a d'ailleurs réalisé des clips musicaux, dont le célèbre *Everytime* de Britney Spears en 2004. Ces photographes imaginent un angle de prise de vue, une mise en scène ainsi qu'une atmosphère précise : ce qui relie le médium photographique à la réalité virtuelle. Techniquement, lorsque l'on réalise une expérience de réalité virtuelle en prise de vue réelle, il arrive, au tournage, que l'on prenne des photographies de certaines parties de l'environnement où il n'y a pas d'action ni de mouvement pour les inclure dans l'environnement virtuel final. Cela permet de simplifier les opérations de tournage et de post-production -puisque seule une partie de l'environnement virtuel est un enregistrement vidéo-, mais aussi et surtout de réduire le poids du projet. C'est le cas de l'expérience *I Philip*⁵⁴, réalisée par Pierre Zandrowicz et sortie en 2016. L'histoire raconte celle d'un ingénieur en robotique qui dévoile sa dernière création : un androïde à la forme humaine, qui est en fait la copie du célèbre écrivain Philippe K. Dick. Il est présenté lors de plusieurs conférences à travers le monde, où il répond aux questions du public. Mais un jour, la tête de l'androïde est volée. Le spectateur, qui porte le casque de réalité virtuelle, vit toute cette histoire à travers les yeux de cet androïde, parallèle très intéressant dans la mesure où, un humain incarne un androïde via une technologie numérique : autrement dit, la technologie s'empare de l'homme. Dans ce film, fait d'images de synthèse et d'images filmées, l'action se déroule dans un angle précis, ainsi, la partie dans laquelle il n'y a aucune action est en fait, une photographie incorporée dans l'espace 360. Cela est possible car le décor et l'éclairage sont fixes : aucun mouvement ou déplacement

⁵⁴ Expérience consultable sur <https://www.dailymotion.com/video/x4h155u>

n'est censé affecter cette partie de l'image. Mais alors, il est légitime de se poser la question suivante : quel est l'intérêt d'une immersion 360 ?

À l'opposé, nous pouvons citer le clip *Heal Tomorrow*⁵⁵ des Naive New Beaters, où les actions ne cessent de se dérouler et de s'enchaîner dans tout l'espace 360 : nous reviendrons sur ce point un peu plus tard.

Les expériences réalisées en RV s'inspirent techniquement et esthétiquement de l'image photographique fixe autant que de l'image animée, ainsi que de la peinture ou du théâtre.

2.3.2 Cinéma

En ce qui concerne le cinéma, nous pourrions parler de plusieurs films tels que *eXistenZ* sorti en 1999, dans lequel un des personnages affirme que : « Plus personne ne pratique le ski physiquement », ou encore *Matrix*, où le monde réel perçu par les humains, n'est en fait qu'une simulation virtuelle d'un monde créé par une machine intelligente, contrôlant l'ensemble du globe. Ces deux films, mettent en scène une vision futuriste que l'on peut relier à la réalité virtuelle.

Black Mirror est certainement une des séries les plus évocatrices concernant la technologie de la réalité virtuelle. Je pense ici notamment à deux épisodes précis, à savoir : *Playtest* qui met en scène un jeune homme fauché qui accepte de tester un jeu vidéo de réalité augmentée contre de l'argent et *San Junipero* : un paradis virtuel où le corps se dissocie de l'esprit : c'est -à-dire qu'une personne hospitalisée ou décédée peut faire entrer son esprit virtuellement dans ce paradis virtuel et choisir l'époque à laquelle elle souhaite être envoyée. Cela fait étrangement écho à la réalité, lorsque des masques de réalité virtuelle sont prêtés à des patients brûlés pendant leurs soins. « Son utilisation permet de limiter la douleur et l'anxiété durant les soins.⁵⁶ ».

L'aspect narratif induit par les œuvres cinématographiques, inspire tellement certaines œuvres de RV, qu'elles prennent le nom d' « expériences cinématiques » comme nous avons pu le voir. Prenons par exemple *Note on Blindness* réalisé par Peter Middleton et James Spinney en 2016. *Note on Blindness* est d'abord un documentaire cinématographique de 1h30, retraçant la vie de l'écrivain et professeur de théologie John Hull, qui souffre depuis son enfance de trouble de la

⁵⁵ Expérience consultable sur <https://www.youtube.com/watch?v=JxVvNm35rJE>

⁵⁶ Anonyme, « La réalité virtuelle dans les soins aux brûlés », in *CHRU de Nancy*, 2019, [en ligne], mis en ligne le 25 janvier 2019. URL : <http://www.chu-nancy.fr/index.php/la-realite-virtuelle-dans-les-soins-aux-brules>. Consulté le 07 février 2020.

vision. Alors qu'il perd totalement la vue, John décrit ses sensations et les bouleversements qu'il vit par le biais d'enregistrements sonores sur cassette audio. Le documentaire s'inspire de ces nombreux enregistrements qui exposent le point de vue d'un homme qui devient aveugle. En partenariat avec Agat Films & Cie et ARTE France, les réalisateurs décident de compléter le documentaire par la création d'une œuvre de RV. Cette expérience est entièrement justifiée en RV dans la mesure où elle touche à la vision. Le spectateur, alors immergé en 360 dans les souvenirs de John Hull, l'écoute raconter son histoire en voix off. Au fur et à mesure que le récit avance, l'utilisateur voit de moins en moins bien et il aperçoit des formes et des silhouettes mouvantes. Il finit, à l'image de John Hull par ne percevoir que les sons qui l'entourent. L'utilisateur expérimente donc la cécité. Cette expérience est impressionnante, et bien qu'artistique, donne un aperçu des sensations éprouvées par John Hull lorsqu'il perd la vue.

Ces médiums d'« images » que sont la photographie et le cinéma, inspirent nécessairement la création d'expérience en réalité virtuelle ainsi que l'imaginaire lié à celle-ci. La circulation des idées entre différents domaines artistiques ainsi que les différentes technologies employées, autorisent la réalité virtuelle à se développer mais aussi à enrichir ses connaissances techniques et artistiques permettant ainsi, son émancipation.

2.3.3 Théâtre

Le théâtre est également une source d'influence évidente pour la RV.

Au niveau esthétique, le clip musical trouve diverses sources d'inspirations photographiques et cinématographiques, au même titre que la réalité virtuelle, qui s'inspire en plus du médium qu'est le théâtre par rapport à sa dimension de « performance ».

J'aimerais à ce titre, mentionner une pièce de théâtre immersive à laquelle j'ai pu avoir la chance d'assister à New-York au McKittrick Hotel, en février 2017 : *Sleep no more*. Cette expérience de théâtre immersif, prend place dans un grand bâtiment à plusieurs étages de 9000m², où le spectateur peut se balader et rester autant de temps qu'il le souhaite -il y a bien évidemment des horaires d'ouverture, mais il est possible d'y passer une soirée entière de 20h à 00h. Tout le bâtiment est décoré minutieusement, selon l'atmosphère et les descriptions que l'on peut trouver dans le livre *Macbeth*, écrit par Shakespeare. Mais l'inspiration de ces décors provient également et plus généralement de films noirs. Des acteurs répètent en boucle la pièce de théâtre qu'ils sont en train de jouer. Le spectateur a quelques règles à respecter : ne jamais enlever le masque qu'on lui a donné à l'entrée, ne pas prendre de photo ou de vidéo, ne pas

toucher les acteurs et rester silencieux. Hormis ces indications, il peut faire tout ce qu'il souhaite : se balader et chercher des indices dans le décor, s'approcher des acteurs ou les éviter -ceux-ci ignorent totalement le public et si une personne se trouve sur leur chemin, ils n'hésitent pas à la pousser. Au terme de l'expérience, aucun spectateur n'aura vécu, ni compris la même chose : c'est ce qui fait de cette pièce immersive un véritable chef d'œuvre. Cette création sollicite quatre de nos cinq sens -ouïe, odorat, vue, toucher- et atteint un degré d'immersion encore impossible à atteindre en réalité virtuelle. Cette pièce réunit théâtre, littérature, cinéma, arts visuels, musique, et architecture. *Sleep no more* pourrait être considérée comme une expérience de théâtre immersif. Le parallèle est intéressant car la réalité virtuelle tend à fabriquer des expériences immersives tel que peut le faire *Sleep no more*. L'expérience *Alice, The Virtual Reality Play*, évoquée plus haut, correspond parfaitement à cette idée de théâtre immersif, puisque plusieurs acteurs sont présents afin que l'expérience soit la plus immersive et la plus personnalisée possible pour l'utilisateur.

Mais appliquons maintenant la réalité virtuelle au sujet qui nous intéresse : le clip musical. En quoi la réalité virtuelle est-elle un outil spécialement intéressant concernant la production de clips musicaux ? Nous tenterons de répondre à cette question dans la partie suivante.

Tout d'abord, le clip musical est un genre qui s'est construit et inspiré de différents médiums, comme la réalité virtuelle. Le clip s'inspire notamment, de la musique, du cinéma, et de la photographie. Mais au-delà de ses inspirations communes avec la RV, la dimension immersive et interactive inhérente à la RV permet d'affranchir une certaine frontière entre l'artiste et/ou son message et ses spectateurs. La relation artiste-spectateur semble plus directe, et l'artiste semble plus accessible. Nous pourrions faire le parallèle avec Instagram, qui rapproche public et artiste notamment grâce aux story que celui-ci poste plus ou moins régulièrement. Les artistes font rentrer leur public dans leur vie privée, ce qui vise à affranchir la frontière entre spectateur ordinaire et l'artiste superstar. La RV permettrait également un affranchissement de la frontière artiste-utilisateur mais d'un point de vue physique. La RV et les réseaux sociaux -notamment Instagram- peuvent être reliés par la disparition de certaines frontières entre spectateur et artiste mais elles ne sont pas du même ordre. En ce qui concerne Instagram, le public entrerait dans la sphère intime « privée » de l'artiste, alors que dans le cas de la RV, les utilisateurs accèderaient à l'artiste selon une sphère intime « physique ». Dans les deux cas, l'artiste semblerait plus « accessible ».

DEUXIÈME PARTIE

LIEN ET COMPLÉMENTARITÉ DU CLIP MUSICAL ET DE LA RV

« On se souvient que le recours au clip offre la possibilité formidable du voyage sans déplacement ⁵⁷»

⁵⁷ Laurent JULLIER, Julien PÉQUIGNOT, *Le Clip Histoire et esthétique*, Paris, Armand Colin, collection « cinéma/arts visuels », 2013, p. 35.

II. LIENS ET COMPLÉMENTARITÉ DU CLIP MUSICAL ET DE LA RV

1. Histoire du clip

1.1 Avènement

Il me semble important de rapidement évoquer l'histoire du clip musical et les différentes formes qu'il peut prendre pour mieux comprendre pourquoi la réalité virtuelle est un outil particulièrement intéressant pour ce médium.

Comme nous l'avons vu dans l'introduction, dès le début du cinéma, les premiers films sont accompagnés de musique, jouée en général par des musiciens présents dans la salle avec une volonté de synchronisation son/image. L'invention du Kinétophone par Thomas Edison en 1895, permettait de visualiser un court-métrage accompagné de sa bande sonore -ces deux éléments n'étaient pas enregistrés sur le même support, mais pouvaient être lancés en même temps. Mais c'est véritablement *Le chanteur de Jazz*, réalisé par Alan Crosland en 1927 qui est souvent considéré comme le premier film « parlant » de l'histoire du cinéma. La première a lieu le 6 octobre 1927 à New-York. Dans ce film, plusieurs séquences de chant interprétées par le comédien principal sont insérées au milieu de scènes majoritairement muettes. Cela est possible grâce à l'invention des disques Vitaphone synchronisés, créés par la Western Electric Company et racheté par la Warner Bros. Dans le même temps, la Fox achète les brevets Tri-Ergon pour fabriquer le Movitone, permettant un enregistrement sonore sur pellicule photographique : c'est ce qu'on appelle le son optique⁵⁸. Toutes ces avancées techniques permettent d'entrer dans une nouvelle ère de l'histoire du cinéma. Il est intéressant de noter que le premier film considéré comme « parlant », montre une synchronisation son image, avec la particularité que le son apparaît majoritairement dans les scènes de chant. Ces scènes pourraient être considérées comme les prémices du Live Performance, une catégorie de clip musical.

⁵⁸ Conférence de Jean-Pierre VERSCHEURE, « 1927-2017 : anniversaire du « Chanteur de Jazz » (1927), triomphe du Vitaphone », in *Cinémathèque Française*, 2017, [en ligne], mis en ligne le 03 mars 2017. URL : <https://www.cinematheque.fr/video/1012.html>. Consulté le 11 février 2020.

En 1940, les *soundies*, jukebox dans lesquels images animées et sons se superposent, apparaissent dans des restaurants, bars et hôtels Américains. Ces dispositifs peuvent être considérés comme les premiers permettant la diffusion de clip musicaux. Construits sur le même principe, les *Scopitones* se développent dans les années soixante en France, en Angleterre et aux États-Unis. Des artistes telles que Françoise Hardy ou Nancy Sinatra utilisent les *Scopitones* pour montrer et faire écouter leurs productions.⁵⁹

Une révolution est entamée avec l'arrivée, dans les années cinquante, de la bande magnétique. « Le 23 octobre 1956, NBC, filiale de RCA, diffusa pendant The Jonathan Winters Show une séquence en couleurs préenregistrée sur bande magnétique dans laquelle chantait Dorothy Collins, artiste représentante de Lucky Strike »⁶⁰. En 1957, le premier objet pouvant être considéré comme un clip musical sort sur les chaînes Anglaise et Américaine : il s'agit de *Stranger in Paradise*, où l'on aperçoit Tony Bennett, déambuler le long du lac La Serpentine à Hyde Park, en plein cœur de Londres.

Les années soixante sont marquées par trois grands événements : l'explosion du rock, de l'industrie du disque ainsi que de la télévision. Ces trois épisodes réunissent les conditions nécessaires à l'avènement du clip musical. Cependant, la France a un peu de retard, puisqu'en 1966, seulement 50% des foyers sont équipés d'un poste de télévision, contre 90% aux États-Unis. « Ce n'est certainement pas le « clip » qui créa le succès de la pop-rock mais bien le succès de la pop-rock qui fit du « clip » un pilier stratégique pérenne.⁶¹ ». C'est à partir de 1966 que les Beatles, précurseurs du clip musical, commencent à expérimenter les possibilités artistiques liées à ce médium. Des clips comme *Help* (1965), *Paperback Writer* (1966), *We Can Work It Out* (1966), *Penny Lane* (1967), ou encore *Rain* (1970) sont avant-gardistes et permettent d'instaurer le genre qu'est le clip musical ainsi que ses différentes catégories. Ils expérimentent par exemple le « Live »⁶² dans *Help*, les inversions de défilements dans *Rain*, des angles de prise de vue improbables dans *Paperback Writer*, un montage assez narratif dans *Penny Lane*, ou encore des éclairages photographiques comme dans *We Can Work It Out*. Les Beatles introduisent donc le clip musical en tant qu'œuvre d'art à part entière, et nous allons rapidement évoquer les différents types de clip musicaux que l'on peut aujourd'hui trouver. Dans les mêmes années en France, nous pourrions aussi citer Sheila ou Claude François etc.

⁵⁹ Rodrigue HUART, *Le clip musical : Médium d'auteur, hybride entre musique, cinéma et photographie*, Mémoire de master 2 en Photographie (sous la direction de Christophe CAUDROY), Saint-Denis, École Nationale Supérieure Louis-Lumière, 2013, p. 26. URL : <https://www.ens-louis-lumiere.fr/index.php/le-clip-musical-medium-dauteur-hybride-entre-musique-cinema-et-photographie>. Consulté le 15 octobre 2019.

⁶⁰ Laurent JULLIER, Julien PÉQUIGNOT, « Le Clip Histoire et esthétique », *op cit.*, p. 17.

⁶¹ *Ibid.*, p. 26.

⁶² Est désigné par « Live », le fait de visualiser par le biais d'un écran, un groupe qui joue sur scène.

1.2 Catégorisation

Nous citons ici, trois catégories, non exhaustives, mais représentatives de la plupart des clips musicaux :

Les clips **performatifs** : ce sont tous les clips qui montrent les artistes en train de chanter, que ce soit du *Live Performance*, c'est-à-dire une captation visuelle et sonore d'un morceau pendant un concert, du *Studio Performance*, c'est-à-dire que l'on voit l'artiste en train de se produire en studio, en tournée ou sur scène, de la *Scenery Performance*, c'est-à-dire que le groupe chante dans un décor entièrement créé, ou bien encore les *Live Sessions*, c'est-à-dire que les artistes jouent dans un lieu qu'ils choisissent, mais qui existe déjà. Ce dernier type de clip est souvent tourné à l'aide d'Appareils Photographiques Reflex Numériques -APRN- dotés de capteur « grand format »⁶³ aussi appelés « full frame ». Les Photographes sont donc souvent à l'origine de la réalisation de cette catégorie de clip, nous y reviendrons.

Les clips **narratifs** : qu'ils soient à narration *directe*, c'est-à-dire que les paroles de la chanson sont retranscrites fidèlement en image : il faut pour cela que le texte de la musique décrive une réelle histoire narrative tel que c'est le cas dans un scénario, ou qu'ils soient à narration *indirecte*, c'est-à-dire, que les images du clip montrent davantage l'atmosphère, l'univers ou des sentiments évoqués dans la chanson. Cette catégorie de clip permet une très grande liberté de création.

Les clips **illustratifs** : qu'ils utilisent la 3D, le stop motion, l'animation, le collage d'images etc. Cette catégorie regroupe différentes expérimentations.

Dans cette étude, nous nous concentrons davantage sur les clips narratifs, puisque ce sont précisément les clips qui entrent dans cette catégorie, qui s'inspirent le plus des médiums que sont le cinéma et la photographie. Nous porterons également attention aux clips illustratifs, qui utilisent des outils informatiques tels que l'animation ou la 3D permettant une liberté de création infinie, comme c'est le cas en réalité virtuelle. Celle-ci est d'ailleurs un outil qui pourrait permettre l'enregistrement de toutes les différentes catégories de clip, et notamment des clips performatifs puisque l'immersion induite par la réalité virtuelle pourrait rapprocher le spectateur de l'artiste qu'il idolâtre. De même la réalité virtuelle pourrait faire office de document d'« archive » en filmant notamment des « Live Performances » -qui s'apparenterait davantage à une expérience contemplative, comme les captations effectuées lors du premier

⁶³ Les Appareils Photographiques Réflex Numériques (APRN) sont regroupés sous l'appellation anglophone DSLR (Digital Single Lens Reflex).

Woodstock Rock Festival en 1969. Ces deux derniers points sont des aspects intéressants en ce qui concerne le clip en réalité virtuelle, mais nous ne les aborderons pas ici, puisque nous souhaitons davantage étudier l'aspect créatif du clip de RV.

2. Point de vue d'auteurs

2.1 Dimension créative

2.1.1 Narration

Les possibilités créatives qu'offre le clip musical sont immenses et peuvent-être appliquées à la RV. Les deux médiums permettent la production d'œuvres narratives, bien qu'il ne soit pas nécessaire ni pour l'un, ni pour l'autre, de posséder une dimension narrative très forte. Nous nous attardons ici principalement, sur les clips musicaux narratifs et sur les expériences de RV cinématiques et modifiables en temps réel.

Les clips musicaux possèdent une dimension narrative par nature puisqu'ils sont tous écrits musicalement. La narration peut être plus ou moins amplifiée par les paroles. En réalité virtuelle, les expériences cinématiques sont inévitablement narratives, bien qu'elles possèdent un aspect sensoriel plus élevé que celui du clip musical. Les expériences modifiables en temps réel sont également dotées d'un fort aspect narratif, et même d'une narration augmentée, dans la mesure où, la narration peut dépendre des actions qu'effectue l'utilisateur.

Le clip musical *Thriller* de Michael Jackson

Pour donner un exemple de clip narratif très connu, qui s'apparente presque plus à un court-métrage qu'à un clip, nous pouvons citer *Thriller* de Michael Jackson réalisé par John Landis en 1982. Ce clip illustre les paroles de la musique très fidèlement, puisque l'auteur du texte Michael Jackson, interprète lui-même le personnage principal du clip et raconte une histoire terrifiante à sa petite amie. Les paroles racontent l'histoire d'un film d'horreur et c'est Michael Jackson le narrateur. Mais nous sommes toujours entre fiction et réalité avec d'un côté l'histoire d'amour entre Michael et sa petite amie, et de l'autre, l'histoire fantastique de morts-vivants qui se réveillent et terrifient les humains. Ces deux récits s'entremêlent, et à deux reprises l'histoire de zombie se révèle être une hallucination que vit le personnage féminin. La confusion entre fiction et réalité est incroyablement présente dans ce clip, ce qui peut le relier à la RV.

Nous pouvons également noter les grandes similitudes de ce clip avec non seulement le registre du cinéma d'horreur mais aussi avec celui de la comédie musicale. Ces deux genres possèdent un aspect très narratif. En effet, le clip en question reprend de nombreux codes liés au cinéma d'horreur tels que l'effet de surprise, une atmosphère pesante soulignée par la nuit, et des monstres qui attaquent les humains. Cependant, la musicalité du clip est soulignée par les chorégraphies effectuées par Michael Jackson et les autres morts-vivants. Ces chorégraphies relèvent de la comédie musicale puisque tous les zombies dansent au rythme de la musique et Michael Jackson dirige la danse, en même temps qu'il chante en playback. Ce clip fait une grande allusion au cinéma et possède une dimension sensorielle assez forte. D'ailleurs, les 4 premières minutes du clip sont entièrement consacrées à la mise en place de l'histoire : il n'y a aucune musique, c'est un vrai court-métrage. Pour relier encore davantage le cinéma au genre du clip musical, nous pouvons citer *Bad* -18min- de Michael Jackson réalisé par Martin Scorsese en 1987 ou bien encore *You Rock My World* -12min- toujours de Michael Jackson dans lequel nous apercevons Marlon Brando.

Mais revenons au clip *Thriller* : il se termine sur une photographie de Michael Jackson qui sourit de manière assez diabolique. Ses yeux prennent l'aspect de ceux d'un monstre et le zoom réalisé dans l'image jusqu'à avoir la tête de Michael en très gros plan, est là pour nous rappeler que la menace est toujours présente. Comme pour nous dire qu'on ne sait jamais vraiment où nous sommes, et que fiction et réalité nous entourent en permanence. Ce clip est une réelle œuvre d'art et nous pourrions tout à fait l'imaginer transposée en une expérience de RV cinématique marquante et très immersive. L'univers artistique de ce clip est très cohérent et la RV aurait la capacité de nous mettre à la place ou aux côtés de la jeune femme.

L'expérience cinématique de RV *Wolves in the Wall*



Fig. 10. Capture d'écran* de l'expérience de RV *Wolves in the walls*. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=KpLR4Y4lsiM>

Wolves in the Wall est une expérience RV cinématique en animation réalisée par Pete Billington en 2019. Dans cette œuvre, l'utilisateur est aux côtés du personnage principal : une petite fille de 8 ans nommée Lucie. Cette expérience RV met également en doute la frontière entre fiction et réalité puisque Lucie pense entendre des loups dans les murs de sa maison. Cette petite fille a une imagination débordante, et évidemment ses parents ne la prennent pas au sérieux lorsqu'elle leur parle de ces loups qui hantent la maison. L'utilisateur est au sous-sol de la maison, avec Lucie durant toute l'expérience, et a accès à son imagination. L'utilisateur est l'ami imaginaire de la petite fille et il vit toutes ses craintes. Nous sommes sans arrêt entre fantasme et réalité, mais les sensations de solitude et de peur éprouvées au cours de cette expérience sont réelles. Pendant la dernière minute de l'expérience, les rugissements des loups sont couplés à une musique angoissante ainsi qu'à certaines phrases prononcées par les personnages. Les dimensions musicale et narrative de cette expérience de RV la relie au domaine du clip musical.

Les deux œuvres citées reposent presque entièrement sur leur narration tout à fait limpide et extrêmement bien mise en scène.

La RV permet la disparition d'une frontière invisible entre le spectateur et l'histoire, grâce à sa dimension d'immersion. Mais le rapprochement dans un clip et/ou dans une expérience de RV entre le spectateur et le récit, est beaucoup lié à la mise en scène. Autrement dit, l'identification du spectateur à l'histoire est d'autant plus forte lorsque le metteur en scène en fait sa priorité.

2.1.2 Mise en scène

La mise en scène est un autre aspect artistique très reliée à la narration et présente dans toutes les œuvres que nous étudions. Cet aspect relève d'un point de vue d'auteur, présent dans le domaine du clip musical, de la photographie, du cinéma, du théâtre et des expériences de réalité virtuelle. La narration peut être plus ou moins présente selon les œuvres.

Comme nous l'avons vu dans le sous-chapitre « emprunts », Gregory Crewdson ou David LaChapelle sont des photographes metteurs en scène, qui construisent et imaginent entièrement leurs décors. Dans le milieu cinématographique, ou au théâtre, la mise en scène est inévitable, à l'exception peut-être de certains documentaires dont les images ont été saisies sur le vif. En ce qui concerne le clip musical et la réalité virtuelle, la mise en scène est presque également toujours présente, bien que plus ou moins développée.

Le clip musical *Material Girl* de Madonna



Fig. 11. Capture d'écran* du clip *Material Girl*. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=6p-IDYPR2P8>

Le clip *Material Girl* réalisée par Mary Lambert en 1984, met en scène Madonna dans une longue robe rose fluo, dans un décor entièrement rouge, assez sobre : il y a un lustre allumé ainsi que quelques marches d'escalier. Presque tout le clip se déroule dans cette pièce, par conséquent, la mise en scène repose sur la chorégraphie et les actions effectués par les différents

acteurs. Madonna est entourée de jeunes hommes en costume, lui offrant tout type de bijoux brillants pour attirer son attention. Madonna est idolâtrée : les danseurs l'entourent, l'embrassent, lui tendent des bijoux, la touchent, la portent, et dansent avec elle tout au long du clip. Il est très facile d'imaginer poser une caméra 360 dans la pièce principale entièrement rouge où se déroule la majorité du clip ; et de faire partie de ces chorégraphies, avec Madonna qui s'approche plus ou moins près de nous.

Le clip musical *Vogue* de Madonna

Nous pourrions également citer un autre clip de Madonna : *Vogue*, réalisé par David Fincher en 1990. Dans ce clip, Fincher choisit de tourner en noir et blanc et chaque cadre semble avoir été choisi minutieusement. Les plans sont très photographiques, les acteurs prennent des poses très sculpturales qui sont soulignées par une lumière directe et un contraste très fort. L'emplacement d'une caméra 360° pourrait permettre à l'utilisateur de s'immerger dans ce décor théâtral. Un ton surréaliste se dégage de ce clip avec des acteurs et des danseurs très fortement caractérisés. Le clip s'apparente presque un à show de mode dans lequel des chorégraphies seraient incorporées.

Ce clip a d'ailleurs reçu 9 nominations aux MTV Video Music Award de 1990 et a remporté notamment celle de la meilleure direction artistique. Lors de cette cérémonie, Madonna a chanté *Vogue* en live sur scène, et bien sûr, l'ensemble du show était entièrement chorégraphié, la scène décorée, et les acteurs danseurs costumés.

Le clip musical *Balance ton quoi* d'Angèle



Fig. 12. Capture d'écran* du clip *Balance ton quoi*. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=Hi7Rx3En7-k>

Nous pouvons mentionner *Balance ton quoi* d'Angèle réalisé par Charlotte Abramow en 2019, pour citer un exemple plus récent d'un clip comprenant beaucoup de mise en scène. Le premier plan par exemple commence en gros plan sur le visage d'Angèle et à mesure que la caméra recule, on découvre le chat qu'elle tient dans ses mains, les trois cœurs -Go, Fuck, Yourself- collés à sa robe, l'ensemble de sa robe, et enfin le socle sur lequel elle est debout, rappelant un produit que l'on peut acheter tel qu'une Barbie ou un gâteau. Dans le clip, Angèle incarne différents rôles : une juge, un témoin, une fille ordinaire, une dessinatrice, une avocate, une institutrice. Des rôles féminins qui prennent la parole pour juger du sexisme trop souvent présent dans notre société. L'idée du clip étant de juger le sexisme et les moyens éducatifs que l'on devrait mettre en place pour en finir avec celui-ci. D'ailleurs, nous entrons dans une grande propriété nommée « Anti-Sexism Education », ouverte à tous. Il serait très instructif pour les spectateurs de pouvoir assister à ces scènes en RV. Je pense notamment à la scène du tribunal, où différentes personnes s'expriment pour témoigner : il suffirait de positionner une caméra 360° sur un des bancs présents dans l'ER. Au sein de ce clip, il y a une pause où nous sommes

dans une salle de classe, dans le cadre d'un rassemblement qui s'apparente à une réunion de sexistes anonymes. Les différents protagonistes -dont Pierre Niney- sont assis sur des chaises disposées de manière circulaire, ils partagent leurs expériences et posent des questions. Angèle mène la réunion et prend le rôle d'une instructrice. À ce moment-là, il est tout à fait envisageable de mettre une caméra 360° sur une chaise, afin que l'utilisateur participe à cette réunion d'apprentissage.

Le clip de RV *Heal Tomorrow* des Naïve New Beaters



Fig. 13. Capture d'écran* du clip en RV *Heal tomorrow*. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020.
URL : <https://www.youtube.com/watch?v=JxVVNm35rJE>

Mais citons maintenant un clip de RV extrêmement bien fait : celui des Naïve New Beaters, *Heal Tomorrow*, réalisé par Romain Chassaing en 2016. Celui-ci est entièrement tourné en prise de vue réelle et les décors évoluent tout au long du clip. Pour cela, les équipes techniques ont enregistré les scènes selon différents axes -avant, arrière, gauche, droite, haut et bas- pour ensuite reconstituer la sphère 360 en post-production. Cela a permis au metteur en scène d'être dans des conditions de tournage « normales » et de maîtriser parfaitement ce qui se déroule dans chaque axe. Le fait de ne pas filmer directement en 360 autorise le chef opérateur à placer les lumières qu'il souhaite en hors-champ comme au cinéma. Ceci dit, tout le clip semble lorsqu'on le regarde, avoir été tourné en 360 et ne pas posséder une seule coupe au montage. La caméra est positionnée au centre de l'espace, laissant à l'utilisateur la possibilité d'adopter différents points de vue tout au long du clip. Dans chaque scène, une action est en train de se

dérouler, ainsi, plusieurs visualisations du clip sont nécessaires à la totale compréhension de celui-ci. 3 axes principaux sont visibles : **la scène** -sur laquelle Izia chante pendant presque toute la durée de la musique-, **le backstage** -dans lequel on peut voir une multitude de techniciens en train de travailler- et **la soirée** -où les gens, avec un verre à la main, dansent et parlent. Au zénith et au nadir, nous observons un hublot au travers duquel on aperçoit les trois chanteurs qui composent le groupe des Naive New Beaters. L'ensemble du clip est chorégraphié très précisément et chaque personnage a un rôle à jouer. L'utilisateur n'a pas le temps de s'ennuyer et est entièrement immergé à l'intérieur de ce décor et ce « live » de musique. Chaque scène est personnalisée et différente, tant au niveau des décors que de la lumière qu'au niveau de l'atmosphère qui s'en dégage. Pourtant, l'ensemble de ce clip est cohérent, grâce à la mise en scène -certains personnages font le lien entre les différents espaces en les traversant- mais aussi grâce à l'éclairage.

2.1.3 Lumière et cadre

En RV, on entend souvent que le cadre n'existe pas, et/ou qu'il est très difficile d'éclairer un espace 360. Mais le clip *Heal Tomorrow* des Naive New Beaters que nous venons d'analyser démontre le contraire. Tout d'abord parce que les différentes scènes qu'ils ont choisi de construire délimitent des espaces précis correspondant à différents cadrages. Mais aussi parce qu'ils ont su trouver un moyen d'éclairer toutes les scènes tel qu'ils le souhaitaient. L'intégralité du clip a été minutieusement pensé et préparé pour le format 360, ce qui fait du clip une belle réussite. C'est un peu comme au début du cinéma, lorsque Chaplin précédait les effets spéciaux, en trouvant des astuces et des combinaisons à réaliser à la prise de vue pour arriver à séduire et envoûter le spectateur. L'illusion est donc un concept très ancien, utilisé notamment au théâtre et au cinéma, afin de faire croire au spectateur ce que l'on veut lui faire croire. Aujourd'hui, l'illusion au cinéma est beaucoup réalisée à l'étape de la post-production avec des logiciels d'effet spéciaux, et en Photographie, c'est Photoshop qui est le plus utilisé pour « tromper » le spectateur. Pour revenir au clip *Heal Tomorrow*, cadre et lumière sont intimement liés, puisque la position du cadre permet de pouvoir placer des lumières hors-champ et dans le champ. Dans un espace 360, plusieurs options peuvent-être utilisées pour éclairer la scène en prise de vue réelle :

- Les projecteurs ou lumières sont présents dans l'espace 360 au moment de la prise de vue et il faut les effacer en post-production. C'est le cas de l'expérience RV *I Philip* que nous avons déjà évoquée.

- Les projecteurs ou lumières sont présents dans l'espace 360 au moment de la prise de vue mais leurs présences ont été souhaitées et pensées pour les laisser apparents. C'est le cas dans *Heal Tomorrow* des Naive New Beaters.
- On ne tourne pas directement le plan en 360° : mais on tourne différentes scènes qui sont assemblées en post-production, ce qui permet de placer des projecteurs ou des lumières hors-champ. C'est le cas du clip de RV des Naive New Beaters *Heal Tomorrow* -les deux techniques sont présentes dans ce clip-
- On tourne en lumière naturelle. C'est le cas du clip de RV *Stonemilker*⁶⁴ de Björk réalisé par Andrew Thomas Huang en 2015.
- Des petites lumières peuvent être ajoutées sur le dessus ou en dessous de la caméra 360°, puisque lors du stitching ces lumières seront coupées. C'est le cas par exemple de *Mechanical Souls*⁶⁵ réalisé par Gaëlle Mourre en 2018.

Il n'est donc pas impossible d'éclairer une scène en 360°, mais c'est un processus qu'il faut penser en amont. En revanche, si l'on parle de vidéo d'animation 3D, la question ne se pose plus puisque tout est réalisé via des logiciels. Par exemple, le clip de RV *Not Get* de Björk réalisé par Warren Du Preez et Nick Thornton Jones est une expérience modifiable en temps réel en animation 3D. Seule la performance de Björk a été enregistré grâce à la technique du motion capture. Son corps et son visage ont ensuite été intégrés dans l'univers artificiel et modifiés selon les choix artistiques désirés. Dans ce cas, l'éclairage et les mouvements de caméra sont effectués à l'aide de logiciels spécifiques.

En ce qui concerne le cadre en RV, il existe. D'abord parce que, même si l'espace virtuel est en 360°, notre champ de vision lui, est limité. Aucun utilisateur ne peut voir à 360°, ce qui, d'emblée permet d'annoncer que le cadre existe en RV pour le spectateur -même s'il n'est pas totalement maîtrisable. C'est bien pour cela, que l'utilisateur tourne la tête lorsqu'il vit une expérience RV. Le spectateur a donc la possibilité de cadrer ce qu'il veut, mais alors quelle est la place du réalisateur ? Peut-il toujours prétendre être à l'origine du cadre ?

En effet, l'utilisateur peut choisir la direction dans laquelle il regarde, mais souvent, la mise en scène visuelle et sonore, la narration et l'éclairage le conduise à suivre des itinéraires prévus par le réalisateur. Évidemment, en RV, la notion de cadre devient moins précise puisqu'aucun utilisateur ne verra exactement le même cadre et encore moins dans le même ordre. De plus, la principale contrainte liée au cadre est l'impossibilité de changer d'optique pour choisir sa valeur

⁶⁴ Expérience consultable sur <https://www.bjork.fr/Stonemilker-VR>.

⁶⁵ Interviews de François KLEIN et de Thomas VILLEPOUX, réalisées par l'auteure le 09 et 17 mars 2020, respectivement disponibles en annexe p. 137 et p. 161.

de plan. Cependant, le metteur en scène peut diriger le regard de l'utilisateur de manière plus ou moins forte.

L'expérience de RV *7 lives* de Jan Kounen



Fig. 14. Capture d'écran* de l'expérience de RV *7 lives*. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020.

URL : https://www.youtube.com/watch?v=pHi_6ZGTxbE&t=1153s

Prenons par exemple l'expérience de RV *7 lives* réalisée par Jan Kounen en 2019. L'histoire débute à Tokyo dans une station de métro, où une jeune femme se jette sous un train. Son âme s'élève donc vers un autre monde et durant tout le film le spectateur incarne son âme et est coincé entre le monde des vivants et celui des morts. Ce suicide réveille des souvenirs douloureux chez les personnes qui y ont assisté, et pour sortir de son errance, l'âme devra traverser leurs esprits afin de les aider à trouver la paix. Après cette courte introduction, le spectateur se retrouve donc dans un monde errant où il flotte, un peu à l'image que donne le film *Interstellar* lorsque le héros Joseph Cooper navigue dans la 4^{ème} dimension à l'intérieur du trou noir. Le spectateur est donc en suspension dans le temps et dans l'espace, entouré de lignes verticales et horizontales elles-mêmes constituées de particules d'énergie flottante. Le décor apparaît peu à peu et l'utilisateur distingue 4 formes principales, correspondant en fait, aux 4 personnes témoins de l'accident. Le spectateur se rend compte qu'il peut « entrer » dans ces personnages simplement en regardant dans leur direction. Ainsi, le spectateur gère son déplacement gravitationnel par le biais de son regard. Jan Kounen nous oblige donc à fixer un point longtemps afin d'avancer assez pour atteindre le personnage souhaité et rentrer dans ses

souvenirs. Le spectateur peut errer dans l'espace gravitationnel autant de temps que désiré, mais tant qu'il reste dans cet espace « errant », l'histoire n'avance pas et il est donc bloqué, tout comme l'âme qu'il incarne. Une fois que le spectateur comprend qu'il faut entrer dans la représentation de ces personnages pour avancer et vivre une histoire, le récit se déroule comme prévu : il n'y a plus d'autres interactions pouvant influencer sur l'environnement virtuel. L'interaction principale, réside ici dans le fait que l'utilisateur peut choisir de se diriger dans l'ordre souhaité, vers ces personnes. Mais dans tous les scénarios, Kounen crée un cadre intentionnel⁶⁶, que nous sommes tenus d'observer pour que l'histoire puisse se dérouler. Les différents utilisateurs ne vivront pas nécessairement l'histoire dans le même ordre, mais ils devront tous à un moment ou un autre regarder dans une direction précise afin d'avancer. Jan Kounen démontre donc qu'il est possible de cadrer en RV. Dans cet exemple, le cadre est induit par un mouvement de caméra -correspondant au déplacement virtuel du spectateur- qui répond à la direction de son regard. Mais il y a de nombreuses façons d'attirer l'attention de l'utilisateur en RV, et ainsi de diriger le cadre : à l'aide de stimuli sonores et/ou visuels.

Le clip musical est structuré par la musique, qui ne peut pas s'« arrêter » ou attendre que l'utilisateur regarde dans une direction précise pendant plusieurs secondes pour avancer. Nous proposerons dans la suite de ce mémoire d'autres solutions permettant de diriger le regard de l'utilisateur dans un clip musical en RV.

Un deuxième et dernier exemple présent dans *7 lives* de Jan Kounen doit être mentionné afin de montrer que le cadre peut être dirigé en RV. Lorsque l'on entre dans le souvenir d'un des quatre personnages, nous nous retrouvons dans la peau d'un individu allongé dans un lit d'hôpital. Notre corps physique est pourtant en position assise mais dans l'univers virtuel, nous sommes allongés dans ce lit d'hôpital. Il n'est donc pas naturel pour l'utilisateur de tourner la tête, et même s'il souhaite regarder derrière lui, il n'y verra que le matelas blanc sur lequel il est allongé. Comme il n'y a aucun intérêt à regarder derrière soi, puisqu'il n'y a aucune action qui se déroule dans cette partie de l'image, l'utilisateur est fortement invité à regarder devant soi. D'autant plus que l'équipe médicale et des membres de sa famille viennent lui rendre visite et lui parler. À ce moment-là, notre vision est trouble, nous ne comprenons pas ce qu'essaie de nous dire le médecin dont la silhouette se dédouble souvent. Toute notion du temps semble erronée, et l'utilisateur qui incarne ce corps paralysé, se retrouve dans la situation de Jean-Dominique Bauby incarné par Mathieu Amalric dans le film *Le Scaphandre et le Papillon*. Ce film retrace l'histoire de Jean-Dominique Bauby, atteint du locked in syndrome -le patient est

⁶⁶ Terme que nous proposons de donner à la notion du cadre proposé/conseillé par le réalisateur, en RV.

éveillé et conscient mais ne peut ni parler ni bouger- après avoir fait un AVC et s'être réveillé d'un coma profond.

Le cadre, s'il n'est pas pensé de la même façon en RV qu'au cinéma ou en photographie, existe bel et bien. Il est tout à fait possible d'orienter le regard des utilisateurs dans la direction souhaitée et de maîtriser ainsi la narration via le cadre intentionnel. Que l'œuvre de RV soit une expérience cinématique ou un clip musical, nous avons les moyens de diriger le regard de l'utilisateur via un cadre intentionnel. Nous évoquerons l'ensemble de ces moyens pour le clip musical dans la troisième partie.

2.2 Espace-temps

En RV, l'espace-temps est une notion d'autant plus importante que le corps de l'utilisateur se situe dans l'ER et que son cerveau est dans l'EV. Les espaces sont donc au nombre de deux et par conséquent la temporalité est double. L'espace-temps propre à l'ER est fixe, mais peut être perturbé par l'EV grâce au montage, mais aussi en jouant sur la confusion ER-EV ou bien encore en affranchissant la frontière acteur-utilisateur. Nous tentons de développer ces théories en imaginant ou en citant des cas de clip musicaux en réalité virtuelle.

2.2.1 Montage et mouvement de caméra

Le montage est encore peu développé en réalité virtuelle, surtout en prise de vue réelle, mais toutes les coupes sont possibles. Il est possible d'effectuer des coupes franches, des ellipses, des changements d'axe etc. Néanmoins, en stéréoscopie, les coupes franches et répétitives sont à éviter car les modifications de reliefs sont très fortes et peuvent être gênantes pour l'utilisateur. Ces coupes au montage sont d'autant plus faciles à manier dans le clip musical que celui-ci ne possède pas nécessairement une narration aussi précise qu'au cinéma. En effet, le clip musical possède cette grande liberté esthétique de pouvoir emprunter les codes qu'il souhaite à un médium, sans être obligé de tous les respecter. Le clip musical a aussi la possibilité d'emprunter les langages de plusieurs médiums au sein d'un seul et même clip. Par exemple, le clip peut se permettre d'alterner couleur et noir et blanc, de passer du dessin à de la prise de vue réelle, d'effectuer plein de coupes franches en gardant le même axe de prise de vue, ou encore de ne respecter aucun raccord, sans jamais choquer le spectateur. Cette liberté est directement liée à la nature du clip musical : un médium hybride qui n'a pas besoin de justifier ses choix

artistiques. En effet, le clip permet de prolonger l'univers artistique du musicien ou du groupe de musique, mais n'est pas le premier objet de l'auteur. Le clip accompagne la chanson et n'est pas nécessaire à son existence : il peut y avoir des musiques sans clips mais il n'y a jamais de clip sans musique. Par conséquent, personne n'attend du clip qu'il soit narratif, explicatif, qu'il porte un message fort ou même qu'il soit représentatif des paroles de la chanson. Le clip musical est libre et c'est cette liberté qui nous permet de dire que la RV est particulièrement adaptée à ce médium. **Le clip autorise le langage de RV à s'élargir selon des formes qui ne seraient pas envisageables avec des expériences de RV cinématiques ou modifiables en temps réel.** Faire un clip en RV permet donc d'expérimenter le montage ou les mouvements de caméra sans aucune contrainte de cohérence visuelle.

Proposition d'un clip musical en RV

Un jeu peut même être envisagé grâce au montage entre l'acteur et l'utilisateur : imaginons un clip, où un acteur se déplacerait dans un certain espace et changerait de direction chaque fois qu'il rencontre l'utilisateur -c'est-à-dire la caméra. Le montage, dans cette scène, autoriserait l'utilisateur à bloquer l'acteur dans ces déplacements. Dans les faits, il suffirait au tournage de chorégrapier le parcours de l'acteur : chaque fois qu'il avance vers la caméra et se retrouve face à elle, il s'arrête avant de changer de direction pour l'esquiver. Lorsqu'il est un peu éloigné de la position initiale de la caméra, le plan actuel est coupé et la caméra vient se positionner de nouveau devant lui, le stoppant dans son parcours et obligeant l'utilisateur à le regarder de face. L'utilisateur barre la route à l'acteur chaque fois que celui-ci change de direction. Les changements de plans se font en coupe franche.

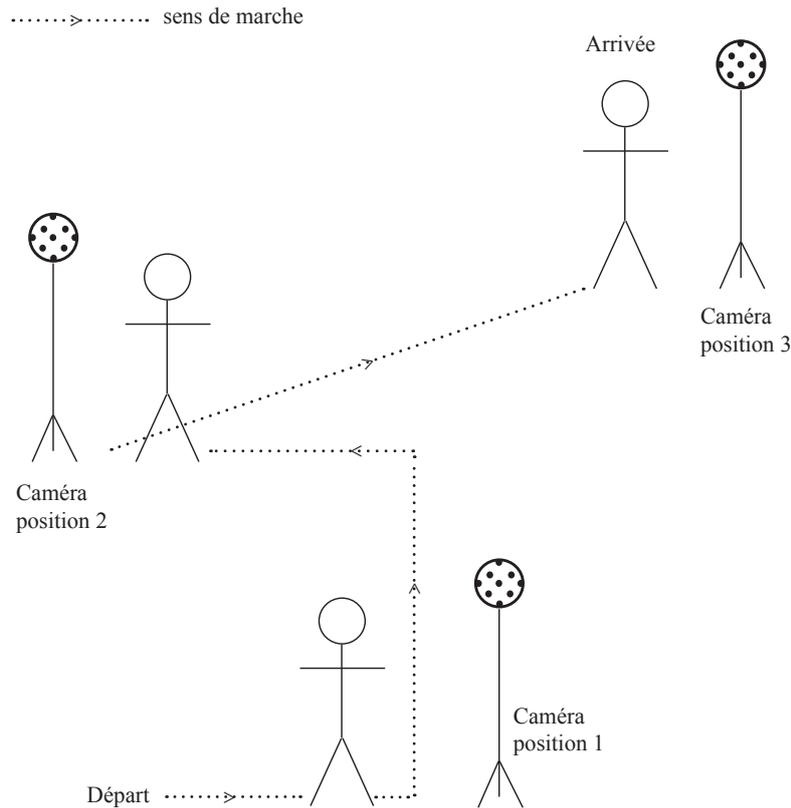


Fig. 15. Schéma* explicatif du parcours d'un acteur dans l'EV, stoppé par la position de la caméra -de l'utilisateur. *Réalisé par l'auteure le 11 avril 2020.

Ceci est un exemple de montage au sein d'un même espace, mais nous pourrions également imaginer des fondus enchaînés ou des coupes franches pour passer d'une pièce à une autre ou d'un intérieur à un extérieur par exemple. Les hauteurs de caméra peuvent également varier d'un plan à un autre. Il y a énormément de possibilités et nous ne pouvons pas les évoquer toutes ici.

L'expérience de RV *7 lives* de Jan Kounen

Au niveau des mouvements de caméra, le travelling peut tout à fait s'effectuer en RV. Il est donc à retenir pour l'utiliser dans les clips musicaux en RV. Reprenons l'expérience de RV précédemment évoquée : *7 lives*. À un moment donné, l'utilisateur qui prenait la place du personnage dans le lit d'hôpital est transporté en fauteuil roulant, c'est donc la caméra qui déposée sur celui-ci, est poussée par un membre de l'équipe médicale. La caméra effectue un déplacement vers l'avant : c'est ce que l'on appelle un travelling avant. Les travelling

avant/arrière et haut/bas sont bien acceptés, mais les travellings latéraux gauche/droite peuvent poser problème et notamment faire perdre l'équilibre aux utilisateurs⁶⁷.

Proposition d'un clip musical en RV

Nous pourrions aussi imaginer un clip dans lequel la caméra serait portée par un des personnages à l'aide d'un monopod. Ce monopod, à l'image d'un flambeau pourrait être passé de main en main pendant toute la durée du clip. Ce mouvement de caméra serait un plan séquence et par conséquent, devrait être entièrement chorégraphié et répété avant d'être enregistré. C'est exactement ce qu'il se passe lorsque l'on tourne un plan séquence au cinéma. Ceci-dit, les « faux » plans séquence peuvent être plus aisément coupés dans la mesure où le cadre n'est pas filmé en 360°.

Cependant, à l'heure actuelle, le spectateur a besoin d'un certain temps d'immersion dans un EV -c'est-à-dire sans coupe- afin d'avoir une compréhension globale de l'EV dans lequel il est.

2.2.2 Espace physique – espace virtuel

« On se souvient que le recours au clip offre la possibilité formidable du voyage sans déplacement⁶⁸ ». Je cite les auteurs du livre *Le Clip Histoire et Esthétique*. Le clip offre la possibilité de ce voyage et la réalité virtuelle vient l'accomplir. Le clip nous fait voyager dans l'univers artistique des artistes et la RV rend cet univers encore plus réel. L'immersion induite par la RV permet aux utilisateurs non plus de contempler l'univers artistique des artistes, mais de le vivre. Dans toutes expériences de RV, le spectateur est à la fois dans l'espace virtuel par le biais de sa vue, mais aussi dans l'espace réel où se situe son corps. Dans toutes les expériences de RV, l'utilisateur est en mouvement à un moment donnée de l'expérience, même si ce n'est que pour tourner la tête. Il y a un lien très fort entre espace physique et espace virtuel : l'utilisateur doit pouvoir utiliser son corps physique -qui se trouve dans l'ER- dans l'EV.

Proposition d'un clip musical en RV

Par exemple, si l'on imagine une scène de soirée où la caméra 360 est placée au milieu d'une foule dansante, l'utilisateur, debout, a la capacité de se mettre à danser physiquement dans l'ER alors qu'il répond à un stimulus de l'EV. Il est donc très important que l'expérience de RV soit visionnée dans de bonnes conditions pour offrir aux utilisateurs toute la liberté de mouvement

⁶⁷ François KLEIN, *Réaliser son premier film en réalité virtuelle*, Meudon, Génération Numérique, 2019 [2017], p. 58.

⁶⁸ Laurent JULLIER, Julien PÉQUIGNOT, « Le Clip Histoire et esthétique », *op cit.*, p. 35.

nécessaire proposée par l'expérience. Si l'espace réel ne colle pas aux mouvements que doit effectuer l'utilisateur dans l'espace virtuel, alors le spectateur est frustré et l'expérience ratée. Mais souvent, les utilisateurs sont debout ou assis sur des chaises rotatives afin d'avoir la liberté de mouvement que requiert l'expérience de RV.

L'expérience de RV *Porton Down* de Callum Cooper

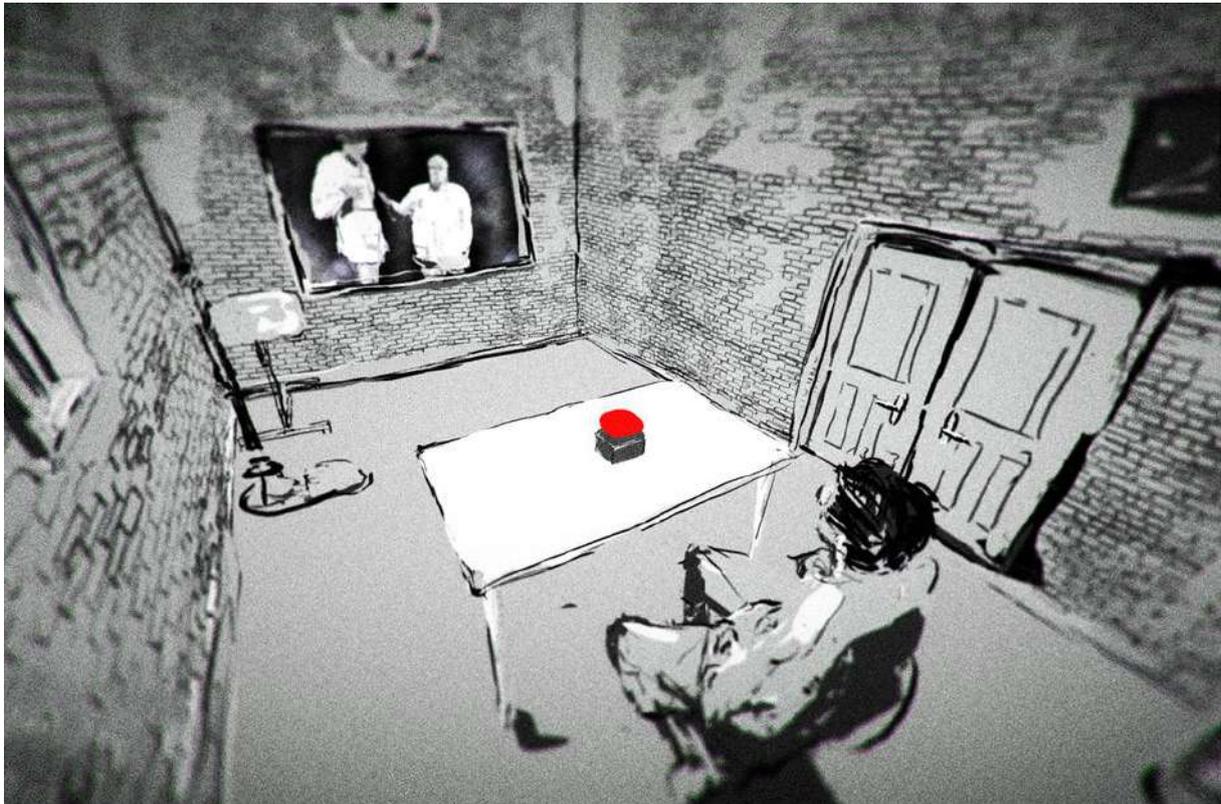


Fig. 16. Capture d'écran* de l'expérience de RV *Porton Down*. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : <https://porton-down.com>

Enfin, certaines expériences de RV tentent de faire correspondre espace physique et espace virtuel afin d'immerger le spectateur le plus possible dans l'EV. C'est le cas de l'expérience de RV *Porton Down*, réalisée par Callum Cooper en 2019. C'est Jun Partington, interviewé dans le cadre de ce mémoire, qui nous parle de cette expérience :

« Au dernier festival de Venise -2019-, il y avait un œuvre intitulé *Porton Down*, réalisé par Callum Cooper, inspiré des expériences secrètes menées à Porton Down pendant la Guerre froide, où les services secrets de renseignements Britanniques faisaient prendre du L.S.D. à certains militaires qui leur servaient de cobaye... L'œuvre était très bien amenée : le narrateur te raconte un peu son histoire et tu prends par moment sa place, notamment dans les salles d'interrogatoire. Toute l'expérience se déroule dans une sorte de cabine où tu as un bouton

poussoir. Quand tu rentres dans l'expérience, on te fait faire des tests, avec ta vision qui se trouble comme si tu avais pris du L.S.D, pour vérifier ta réactivité. [QUESTION : Est-ce que tu rentres réellement dans une cabine physique avant de rentrer dans l'expérience virtuelle ?] Oui il existe bien une cabine physique dans laquelle tu rentres, il y a même une vitre comme dans les interrogatoires de police, où d'autres personnes peuvent te regarder. Il y a une table carrée où tu t'assois et devant toi tu as également un bouton poussoir sur lequel tu peux appuyer, tout comme dans l'expérience virtuelle. Ce bouton fonctionne d'ailleurs grâce à un *leapmotion*, un petit appareil qui permet de capter la position de tes mains dans l'espace virtuel, pour que tu puisses presser ce bouton⁶⁹ ».

Les liens entre espace physique et espace virtuel permettent d'accentuer la sensation d'immersion. Ce procédé est parfaitement imaginable pour un clip en RV, bien qu'aucun clip en RV n'ait encore utilisé cette méthode à ma connaissance. Mais la cohérence entre EV et ER suppose que l'expérience soit visualisée dans un lieu particulier -festival, exposition etc- or le clip musical est presque toujours regardé depuis des interfaces personnelles -smartphone, ordinateur, télévision. Il faut donc attendre et espérer que le clip musical en RV bouscule les codes de visualisation imposés par le clip musical « classique ».

L'expérience de RV *Ayahuasca* de Jan Kounen



Fig. 17. Capture d'écran* de l'expérience de RV *Ayahuasca*.

*Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : https://www.youtube.com/watch?v=tCN_jAewgM4

Évoquons également la possibilité de créer un lien entre espace physique et espace virtuel grâce à la scénographie de l'ER. C'est le cas de l'expérience *Ayahuasca* réalisée par Jan Kounen en

⁶⁹ Interview de Jun PARTINGTON, réalisée par l'auteure le 02 mars 2020, disponible en annexe p. 152.

2019, et présentée lors du festival New Images, organisé par le Forum des Images en juin 2019. Lors de cette présentation, la scénographie était construite de manière à préparer le spectateur à entrer dans l'univers virtuel. L'espace physique était composé de fonds de couleurs vert et bleu, d'un tapis de sol à motif -que l'on retrouve dans l'EV-, de feuillage/d'herbe, de bougies etc. Un vidéo projecteur dirigé vers l'utilisateur, projetait des formes et des lignes mouvantes à l'image des animations présentes dans l'EV.



Fig. 18. Capture d'écran* de l'expérience de RV *Ayahuasca*, Instagram @newimages.festival
*Réalisée par l'auteure le 1^{er} avril 2020.

La scénographie prend de plus en plus de place et conditionne le spectateur avant son entrée dans l'expérience de réalité virtuelle. Benoit Baume, directeur et fondateur de Fisheye, interviewé dans le cadre de ce mémoire, nous parle du VR Arles festival -qu'il a lancé en 2016- : « De plus en plus d'expériences vont être scénographiées et c'est notre volonté pour le prochain festival en 2020 d'avoir uniquement des expériences scénographiées⁷⁰ ». Les scénographies peuvent bien évidemment être utilisées dans le domaine du clip musical en RV, afin de renforcer l'univers artistique du clip, dans lequel l'utilisateur va entrer. Les jeux entre espace physique et espace virtuel peuvent tout à fait être envisagés pour un clip musical en RV, mais encore une fois, dépendent du lieu de présentation de l'expérience.

⁷⁰ Interview de Benoît BAUME, réalisée par l'auteure le 11 mars 2020, disponible en annexe p. 126.

2.2.3 Rapprochement artistes – spectateurs

Grâce à ses spécificités, la RV permet d'affranchir de plus en plus la frontière entre l'utilisateur et l'EV. L'utilisateur se sent immergé dans l'EV, ce qui valorise une relation plus forte entre l'œuvre de RV et ses spectateurs. Il faut d'ailleurs faire attention de ne pas visionner des expériences trop violentes qui peuvent impacter la psychologie de l'utilisateur. Le clip musical est un des outils qui permet de rapprocher l'artiste de son public. La RV vient accroître ce processus de rapprochement puisqu'elle permet une grande immersion de l'utilisateur dans l'univers de l'artiste. Aussi, les clips actuels mettent très souvent en avant les chanteurs ou les musiciens, ce qui donne au spectateur une image plus précise des artistes qu'ils écoutent. Une raison de plus pour créer des clips musicaux en RV, qui permettraient aux spectateurs de se sentir plus proches de leurs artistes favoris. Évidemment, il ne suffit pas de transposer les clips musicaux actuels en RV, mais il est tout à fait possible de concevoir un clip musical spécifiquement pensé pour être visionné en RV. Les artistes sont déjà très médiatisés et plus ou moins proches de leurs fans via les réseaux sociaux -Instagram notamment. Le clip en RV serait un moyen de créer un nouveau lien entre l'utilisateur et le ou les artistes. Le lien se produirait davantage du côté du spectateur, puisque le clip en RV est conçu pour être adapté à l'utilisateur. **Ainsi, réaliser un clip en réalité virtuelle, c'est d'abord penser à la réception spectatorielle.** Si ce point n'est pas réfléchi, il y a de grandes chances que le clip en RV n'apporte rien de plus qu'un clip classique.

Proposition d'un clip musical en RV

Imaginons un clip en RV : Nous sommes dans une grande pièce et nous sommes attablés avec différents invités dont l'artiste qui nous intéresse. L'artiste se lève et se dirige vers une autre pièce fermée, comprenant 3 autres nouvelles portes. La disposition de la pièce et le cadrage font en sorte que le spectateur ne puisse pas voir deux portes dans son champ de vision. Il suit l'artiste qui ouvre une des 3 portes, mais à ce moment-là, le son l'interpelle et il tourne la tête vers la deuxième porte puis troisième porte où ce même artiste est également présent. L'artiste se trouve systématiquement devant la porte que l'utilisateur regarde, celui-ci doit alors faire un choix : quelle porte va-t-il traverser ? Évidemment, chaque porte mène à un endroit différent, et l'artiste aussi y mène différentes activités. Que l'on ait choisi la porte 1,2 ou 3, il faut visualiser le clip deux nouvelles fois pour visionner la totalité de l'œuvre et ainsi ne rien manquer. Après la porte 1 nous pourrions imaginer que l'artiste nous donne une interview, dans la porte 2 que l'artiste est en soirée avec des amis et que nous dansons à ses côtés, et dans la

porte 3 nous pourrions nous retrouver sur scène avec lui, dans un de ses concerts. Bien sûr, les trois scènes doivent toute être pensées selon le rythme de la musique. L'interactivité et les adresses directes de l'artiste à l'utilisateur, peuvent être réellement intéressantes. Nous pourrions aussi imaginer un clip musical en RV où l'artiste est moins présent, laissant plus de place aux propos de la chanson où à son univers artistique dans sa globalité. Dans tous les cas, la frontière entre l'artiste et l'utilisateur s'affranchit de plus en plus, et ceci grâce, entre autres, aux différentes techniques employées dans la création d'une œuvre de RV.

2.3 Mixité des techniques

Le clip et la RV sont des médiums qui offrent de grandes possibilités de combinaisons en termes de mixité technique. La liberté du format clip permet d'expérimenter beaucoup de choses au sein d'un seul et même clip ; et la RV amplifie ces possibilités d'expérimentations. Dans ce sous-chapitre, nous évoquons les techniques suivantes : prise de vue réelle, animation 2D et 3D, incrustations.

2.3.1 Prise de vue réelle

Nous l'avons déjà évoquée : la prise de vue réelle. Celle-ci consiste à filmer un environnement 360 à l'aide d'une ou plusieurs caméras. L'enregistrement de l'environnement peut s'effectuer directement en 360° en une prise, ou en plusieurs prises en découpant ainsi l'environnement 360 en deux parties ou plus. Deux types de caméras peuvent être utilisées :

- Les systèmes « **intégrés** » : ils sont constitués d'un support qui comporte plusieurs objectifs, chacun relié à un capteur. Le tout est intégré dans un seul et même boîtier, formant la caméra. Ces types de caméra possèdent très souvent un logiciel interne permettant d'assembler les images enregistrées pour créer immédiatement la vidéo en 360°. Dans ce cas, l'étape de « stitching » est automatisée.



Fig. 19. Image de deux systèmes « intégrés » permettant de filmer à 360° (à gauche : la caméra Insta360 Titan, à droite : la caméra Kandao Obsidienne)

- Les systèmes « **composés** » : ils sont constitués d'un rig -standardisé ou fait sur mesure- qui supporte deux caméras ou plus selon la configuration choisie. Avec ces systèmes, il est possible de filmer tout ou une partie de l'environnement. Ils sont plus complexes à utiliser car la synchronisation des caméras au moment de la prise de vue n'est pas automatique.



Fig. 20. Image de deux systèmes « composés » permettant de filmer à 360° (à gauche : rig sur mesure assemblant six caméras RED Epic Dragon, à droite : l' « Omni VR » ; rig standardisé présentant 6 caméras GoPro HERO4)

Il est tout à fait envisageable de combiner ces deux systèmes lors d'un tournage de clip en RV, en fonction des besoins de chaque scène. En prise de vue réelle, il faut également choisir sa caméra selon le type de visionnage souhaité :

- **Monoscopique** : les images vues par l'œil gauche et l'œil droit sont les mêmes. La perception du relief lors du visionnage est donc réalisée grâce aux indices monoculaires, c'est-à-dire tous les indices visuels perceptibles avec un seul œil -nous y reviendrons dans la troisième partie.
- **Stéréoscopique** : Les images vues par l'œil gauche et l'œil droit sont décalées horizontalement à l'instar de l'écart inter pupillaire : la distance qui sépare notre pupille gauche de notre pupille droite. Dans ce cas, la perception du relief s'apparente à celle qu'utilise le système visuel humain, que la plupart des humains utilisent au quotidien pour percevoir le relief. Nous y reviendrons également dans le dernier chapitre.

Thomas Villepoux, co-fondateur de la société Digital Rise, est producteur de RV, stéréographe et superviseur de RV. Il a été interrogé dans le cadre de ce mémoire et nous parle des trois types de reliefs présents dans les films 360 aujourd'hui :

« **[Principe de la monoscopie]** Si tu filmes une scène à 360°, avec des logiciels pas trop compliqués, tu vas pouvoir la projeter sur une sphère 360° et à l'aide d'un casque de réalité virtuelle, tu vas pouvoir voir cette image à 360° : c'est comme si l'image était projetée sur un écran tout autour de toi. Pour traiter une image sphérique, c'est très compliqué, c'est pour ça qu'on la projette sur un format « équi-rectangulaire », ce qui permet d'observer l'image 360 sur une surface rectangulaire plane. Mais dans ce cas-là, c'est une image 2D et donc tu vas avoir la même image pour l'œil droit et pour l'œil gauche, ce qui fait que tu n'auras pas un relief parfait.

[Principe de la stéréoscopie] Ensuite, il y a les films d'animation rendus en temps réel dans un moteur de jeu vidéo. C'est-à-dire qu'il n'y a pas d'image de l'objet qui préexiste, tu as juste des informations sur la forme qu'il a, et tu as un logiciel qui recrée l'image que tu vois dans ton casque suivant ta position spatiale et la direction de ton regard. Sur ce deuxième type de film, tout le monde s'accorde pour dire que c'est de la réalité virtuelle parce que tu peux non seulement tourner la tête, mais aussi te déplacer dans l'espace avec une image conçue par l'ordinateur en temps réel. Tu peux donc tourner autour des objets, regarder sous une table etc. et avoir un rendu proche de la réalité en termes de relief. Avec ce type de film il est facile de générer les deux images correspondantes à l'œil droit et à l'œil gauche puisque tout est calculé par ordinateur : tu vas avoir un relief parfait.

[Principe du relief stéréoscopique produit par les caméras 360] Enfin, tu peux aussi filmer à 360° en relief : tu as donc deux images ce qui permet d'avoir du relief. Mais c'est ce que l'on

appelle du relief stéréoscopique : tu as une image gauche et une image droite. Tant que tu regardes droit devant toi ça fonctionne, mais si tu penches la tête, ou que tu regardes tout en haut ou tout en bas, ça ne marche plus car les caméras 360° sont optimisées pour donner un relief selon un axe horizontal. C'est-à-dire qu'en RV, le relief stéréoscopique n'est pas absolu comme tu peux avoir dans de l'animation. Mais dans la plupart des cas, tu regardes plus ou moins devant toi, donc la sensation de relief fonctionne⁷¹ ». Thomas Villepoux affirme qu'il n'existe plus beaucoup de caméra 360 non stéréoscopique et en cite trois : la GoPro Fusion, la Ricoh Theta, ou la Samsung Gear.



Fig. 21. Image de deux caméras 360° -deux objectifs- monoscopique (à gauche : la caméra Samsung Gear, à droite : la caméra Ricoh Theta V)

À titre d'exemple, nous pouvons citer quelques caméras stéréoscopiques : la Vuze+ 3D, la Insta 360 Pro 2, la YI Halo, ou encore la Z-Cam V1 Pro. Si ces caméras sont utilisées pour de la prise de vue réelle, rappelons aussi la possibilité de créer des expériences de RV en image de synthèses.

⁷¹ Interview de Thomas VILLEPOUX, réalisée par l'auteure le 17 mars 2020, disponible en annexe p. 161.



Fig. 22. Image de deux caméras 360° stéréoscopiques (à gauche : la caméra YI HALO à 17 caméras, à droite : la caméra Vuze+ à 8 caméras)

2.3.2 Animation 2D/3D

C'est le cas des films d'animations qui peuvent être des expériences cinématiques 2D ou 3D ou des expériences modifiables en temps réel stéréoscopiques. Les expériences en images de synthèses peuvent être créées intégralement depuis des ordinateurs via des logiciels spécifiques de modélisation tel que Unity, Maya etc. Ils sont très utilisés par exemple dans le domaine du jeu vidéo. La modélisation des images de synthèse s'effectue en 3D, mais jusqu'ici les outils de diffusion ne permettaient qu'une visualisation sur écran 2D -à moins de regarder une expérience 3D avec des lunettes 3D. Dans les expériences de RV, l'animation est presque toujours visualisable en 3D grâce au casque de RV, afin que l'utilisateur puisse percevoir le relief tel qu'il pourrait le percevoir dans la réalité, et se sentir ainsi plus immergé dans l'EV. Les expériences modifiables en temps réel utilisent également la 3D, mais sont couplées à différents capteurs reliés au corps de l'utilisateur pour lui permettre d'interagir en temps réel avec l'EV. Il semble cependant difficile de mettre en place des clips musicaux en RV modifiables en temps réel pour la raison que nous avons citée plus haut : il faut que le clip soit diffusé dans un lieu spécialisé avec un équipement précis. Mais ce modèle économique, déjà peu viable pour les expériences de RV actuelles, ne semble pas idéal pour le clip musical puisque le clip en question ne serait pas observable dans un autre lieu que celui qui lui est dédié. Or les lieux spécialisés tels que les festivals ou les expositions ne gardent pas les œuvres indéfiniment. Cela signifie, que le clip musical de RV modifiable en temps réel n'est conçu que

pour un événement précis, et qu'il est voué à disparaître. Une solution est cependant envisageable : la création d'un clip musical en RV modifiable en temps réel pour un événement particulier, que l'on adapte par la suite en clip musical de RV cinématique, afin de pouvoir lui donner une deuxième vie. Le clip de RV cinématique peut ainsi être diffusé dans différents lieux car il ne nécessite plus le même équipement massif -ordinateur puissant, capteurs de mouvements, techniciens qualifiés etc- pour être vu. Un casque de RV suffit à sa visualisation.

L'expérience de RV *Recall* de Julia Spears et Ferdinand Dervieux



Fig. 23. Capture d'écran* de l'expérience de RV *Recall*.

*Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : <https://culturevr.fr/recall/>

L'animation peut être effectuée à partir d'une représentation 2D, notamment lorsqu'elle est créée à partir de dessins. C'est par exemple le cas de l'expérience immersive *Recall* réalisée par Julia Spears et Ferdinand Dervieux en 2017. Fisheye présente cette œuvre⁷² comme « Un jeu narratif permettant d'incarner tour à tour les neuf membres d'une famille, et de les aider à se souvenir de leur histoire et du lien qui les unit. L'univers de chaque personnage est entièrement dessiné à la main avec des techniques multiples: gravure, feutre, gouache, aquarelle, crayon, etc. ». Ferdinand Dervieux ajoute « Quand on est à l'intérieur, on comprend que le décor est entièrement dessiné, ce qui était un de nos souhaits. Plutôt que de livrer un travail trop léché, nous avons préféré laisser des imperfections, comme les ombres ou les découpes. Nous

⁷² Benoît BAUME, FABBULA, Éric KARSENTY, « réalité virtuelle panorama de la création artistique contemporaine », in *Fisheye*, Hors-série n°4, été 2018, Paris, Be Contents, p. 34-37.

avons même ajouté quelques effets pour accentuer cette sensation. Dans un des niveaux du jeu, nous avons, par exemple, ajouté des particules au feutre qui se baladent dans les airs. On se retrouve alors immergé dans une matière faite main.⁷³ ». La technique du dessin peut être aisément incluse dans un clip musical en RV. Bien sûr en animation, dessins et création 3D peuvent être combinés au sein d'une même œuvre. Les animations 2D et 3D peuvent également être combinées avec des prise de vue réelle. C'est l'objet du sous-chapitre suivant.

2.3.3 Incrustations

Lorsque l'on parle d'incrustations, il peut s'agir d'incruster des objets 2D ou 3D dans un univers tourné en prise de vue réelle, ou bien, de se servir d'une captation réelle que l'on incruste dans un univers créé en image de synthèse. C'est notamment le cas du clip musical en RV de Björk *Not Get VR* : le corps de l'artiste Björk, grâce à des capteurs de mouvements, a été intégré dans l'EV de son clip. Ses mouvements et ses expressions semblent donc plus naturels, bien que son corps soit recouvert par divers costumes fabriqués en images de synthèse.

Des objets 2D peuvent aussi être incrustés dans un monde créé par ordinateur et des captations réelles peuvent être incrustées dans des environnements tournés en prise de vue réelle. Toutes les combinaisons sont possibles.

Voici quelques exemples -non exhaustifs- d'incrustations possibles dans un clip en RV :

- Incrustation d'une **image photographique** ou d'une **vidéo** -objets 2D- au sein d'un EV -qu'il soit créé numériquement ou grâce à une captation réelle.
- Incrustation d'un **dessin** ou d'une **peinture** -objet 2D- au sein de l'EV
- Incrustation d'un **nuage** créé en image de synthèse -objet 3D- dans un EV
- Incrustation d'éléments captés grâce à la **photogrammétrie** -objets ou environnements 3D- dans l'EV. La photogrammétrie est une technique de capture photographique d'un environnement ou d'un objet physique. Elle consiste à photographier -image 2D- l'objet ou l'environnement physique selon différents points de vue, pour les retranscrire ensuite en 3D via un logiciel spécifique. Les algorithmes détectent les pixels communs entre les différentes images et analysent leurs positions relatives afin de retranscrire leurs coordonnées dans un système en trois dimensions - X,Y et Z. Concrètement, si je veux transposer ma **tasse** favorite dans un univers 3D, il me suffit : 1.De définir un périmètre circulaire dont la tasse est le point central. 2.De prendre une photographie tous les 20° en effectuant un tour complet sur ce périmètre -Attention : la hauteur, l'angle de prise de vue, la focale et les paramètres de prise de vues de l'appareil photographique ne doivent pas changer ! 3.De répéter l'opération

⁷³ *Ibid.* p. 34-37.

pour différentes hauteurs -au minimum 3, en s'assurant que l'objet est toujours au centre de l'image. Des applications pour smartphone tel que *Scandy Pro* sont simples d'utilisation et permettent également de faire de la photogrammétrie d'assez bonne qualité.

- Incrustation de **performances de danse** -objets 3D- captées à l'aide de capteurs disposés sur le corps des danseurs
- Incrustation de **papillons volants** fabriqués en image de synthèse -objets 3D- dans l'EV
- Incrustation d'une **maison flottante** créée en image de synthèse -objet 3D- au-dessus d'un grand lac.

Les possibles combinaisons d'incrustations 2D et 3D dans des mondes créés numériquement ou captés en prise de vue réelle, permettent au clip musical en RV d'immenses et d'innombrables possibilités créatives. Mais pour qu'elles se développent, la RV doit répondre à certains nombres d'enjeux. C'est l'objet de notre prochaine partie.

3. Enjeux

3.1 La place du corps

Si les clips en RV ont de bonnes raisons de pouvoir se développer, la RV doit cependant répondre à certains questionnements. Le corps en RV doit-il être représenté ? Si oui, doit-il être fabriqué en image de synthèse ou doit-on le représenter en munissant le corps de l'utilisateur de capteurs ? Comment représenter l'unique corps de chaque utilisateur ? Peut-on simplement le nier et se libérer ainsi de toutes nos contraintes physiques ? Pour aborder ce sujet, nous prenons pour référence le livre d'Alain Milon, *La réalité virtuelle avec ou sans le corps ?*

À la première question « La virtualité peut-elle nous libérer du poids du corps ? », nous affirmons que non, la virtualité ne peut pas nous libérer de notre propre corps. Simplement parce que, comme nous l'avons vu, il y a toujours un rapport entre espace réel -où se situe notre corps- et espace virtuel. Aussi, notre corps physique est sans cesse sollicité lors d'une expérience en RV : impossible donc de l'oublier. C'est d'ailleurs le principe même de la proprioception : nous savons qu'il existe sans même le voir. Nous pouvons être transporté par une expérience -c'est par exemple le cas lorsque l'on regarde un film au cinéma- et ainsi « oublier » partiellement notre corps pendant ce voyage, mais nous ne pouvons pas nous libérer des contraintes physiques qu'il nous impose. D'autant plus qu'en RV, notre corps est stimulé

par l'EV, et doit répondre à ces sollicitations. Mais alors comment et doit-on le représenter dans l'EV ? Le problème que pose sa représentation, est l'unicité de chaque corps humain. De plus, les méconnaissances des processus sensoriels du corps humains sont des obstacles pour tenter de le reproduire. Doit-on alors représenter le même corps virtuel pour tous ? Dans ce cas l'expérience est moins personnelle et la cohérence corps physique/ corps virtuel n'est pas assurée et des questionnements liés à l'identité des sujets apparaissent. « En fait, le corps n'a pas d'autres caractéristiques que sa singularité et sa spécificité.⁷⁴ ». Doit-on faire le choix de ne pas représenter le corps ? Alain Milon affirme qu'un corps sans matière, sans fragilité, sans contraintes physiques est un corps infailible. Or sans tout cela, « le corps perd non seulement sa sensibilité, mais aussi sa capacité à appréhender l'autre dans son propre corps⁷⁵ » : nous serions dans « la négation de ce qu'est un corps⁷⁶ ». Il n'y a donc pas de solution immédiate, et nous devons laisser le temps aux créateurs d'expérimenter toutes ces problématiques. Il semble possible de représenter un corps qui n'est pas le nôtre, à condition de capter nos gestes et de les retranscrire parfaitement. L'avantage que possède le clip musical dans la représentation du corps, est que la musique du clip peut nous transporter et nous faire oublier notre corps. Alain Milon conclut son livre avec cette phrase : « L'expérience nous montre en fait que pour exister véritablement comme corps, qu'il soit réel, virtuel, de synthèse ou cyborg, celui-ci doit résister à toute forme de transparence et préserver son opacité, ses faiblesses, ses forces.⁷⁷ ». Peut-être que l'utilisation de capteurs reliés à un ordinateur de calcul en temps réel pourrait représenter le corps d'un individu de manière plus réaliste dans un EV.

3.2 Évolutions technologiques

Les évolutions technologiques permettront peut-être d'avancer sur la représentation plus fidèle du corps virtuel. Mais parmi les autres défis à relever, l'amélioration des outils de RV semble primordiale pour pouvoir profiter pleinement des expériences qu'elle propose. Les points d'amélioration possibles sont les suivants -cette liste n'est pas exhaustive- :

- Réduction de l'encombrement du matériel de visionnage
- Casque de RV permettant de lire une grande résolution sans temps de latence
- Diminution de la fatigue visuelle et des effets négatifs
- Rapidité des traitements de données en post-production

⁷⁴ Alain MILON, « La réalité virtuelle avec ou sans le corps ? », Paris, Autrement, collection Le corps plus que jamais, 2005, p. 84.

⁷⁵ *Ibid.*, p. 42..

⁷⁶ *Ibid.*, p. 44..

⁷⁷ *Ibid.*, p. 115.

- La baisse des coûts de productions d'expériences de RV
- La baisse des coûts des casques de RV de bonne qualité pour le grand public

Ces évolutions pourraient favoriser le développement du marché de la RV et donc du clip musical en RV. Les expériences de RV seraient plus agréables pour l'ensemble des utilisateurs, augmentant de fait le nombre d'utilisateurs. À terme, ces évolutions permettraient une croissance de la production des expériences de RV. Évidemment, puisque la RV est un médium qui dépend de la technologie, des progrès techniques sont attendus et ceux-ci peuvent bouleverser très rapidement le modèle économique encore instable de ce médium. Le marché consacré à la RV est cependant en pleine expansion et nous donnons dans le sous-chapitre suivant quelques chiffres clés.

3.3 Le marché

3.3.1 Quelques chiffres/ production

En France, l'État et certaines chaînes publiques comme ARTE favorisent beaucoup l'expansion du marché de RV, en investissant dans la production d'expériences. Par exemple, l'expérience *I Philip*, que nous avons déjà évoquée, a notamment été financée grâce à ARTE et au CNC. « Le coût de cette production s'établirait à environ 500 000 euros pour 10 minutes utiles (hors générique) de fiction (pour un budget prévisionnel plutôt à hauteur de 400 000 euros)⁷⁸ ».

Le rapport du Conseil Supérieur de l'Audiovisuel -CSA- « État des lieux des marchés de la réalité virtuelle », indique qu'il est bien plus coûteux de produire une œuvre en prise de vue réelle que de la fabriquer entièrement en animation : « Le budget de la production de *Sens VR* (programme d'animation interactif se présentant comme un jeu vidéo) s'établirait à environ 260 000 euros pour 3x10 minutes, soit un coût bien inférieur à celui des courts métrages en vues réelles. Un genre comme l'animation [...] présente l'avantage de ne pas faire appel à de la captation en vue réelle ce qui diminue de fait la question du budget de production ». Cette information est intéressante puisqu'elle pourrait permettre au clip musical en RV de se développer en animation dans un premier temps.

Les budgets de productions peuvent aller de quelques milliers d'euros à plus d'un million d'euros. C'est pourquoi nous citons ici des aides proposées par le CNC.

⁷⁸ Rapport du CSA (Conseil Supérieur de l'Audiovisuel), « État des lieux des marchés de la réalité virtuelle », in CSA, 2016, [en ligne], mis en ligne le 19 juillet 2016, p. 17. URL : <https://www.csa.fr/Informer/Collections-du-CSA/Thema-Toutes-les-etudes-realisees-ou-co-realisees-par-le-CSA-sur-des-themes-specifiques/Les-etudes-du-CSA/Etat-des-lieux-du-marche-de-la-realite-virtuelle>. Consulté le 03 avril 2020.

Le CNC propose trois types d'aides concernant la création numérique pouvant se rapporter à la RV :

- Le fond **XN** -eXpérience Numérique- qui propose une aide à l'écriture, une aide au développement et une aide à la production
- Le fond **FAJV** -Fonds d'Aide au Jeu Vidéo- qui propose une aide à l'écriture, une aide à la pré-production, une aide à la création de propriétés intellectuelles et une aide aux opérations à caractère collectif.
- Le fond **DICRéAM** -Dispositif pour la Création Artistique Multimédia et Numérique- qui propose une aide au développement, une aide à la production et une aide à la diffusion.

Ces aides peuvent permettre l'adaptation de la filière de production et de diffusion des expériences de RV. La première et la dernière aide peuvent être utilisées pour la création d'un clip musical en RV. « Selon les données fournies par les services du CNC, en 2015 l'ensemble des aides allouées à des créations en réalité virtuelle a représenté près de 1,5 million d'euros et la proportion de projets en réalité virtuelle reçus par l'établissement ne cesse de grandir⁷⁹ ». Mais les aides publiques ne peuvent pas à elles seules financer l'ensemble du marché de RV. Les aides privées doivent activement se mobiliser pour autoriser le marché à s'étendre de manière pérenne. Depuis 2016, Canal + propose des contenus en 360 à visionner sur Smartphone depuis l'application *My Canal*. Le groupe propose de pouvoir : faire partie virtuellement du public d'une émission, de s'immerger dans des matchs sportifs, de vivre des expériences cinématiques. Lors de la 12^{ème} édition de la Nouvelle Star diffusée par D8, la chaîne proposait d'utiliser son casque de RV avec son smartphone pour visionner des passages de candidats en direct en 360°. Il serait intéressant que Canal + propose des clips musicaux en RV, non seulement pour les démocratiser, mais aussi pour financer cette nouvelle forme que peut prendre la RV. Cela inciterait d'autres chaînes privées à financer des projets semblables.

Mais les modèles de distribution et de diffusion ne sont pas encore bien installés et ceux-ci devront certainement se construire selon la nature de l'œuvre. À l'image du médium qu'est la RV, certaines hybridations de modèles économiques verront probablement le jour. Enfin, pour contribuer au développement de ce médium, la question des formations techniques et artistiques se pose. En France par exemple, certaines écoles offrent des programmes spécialement dédiés au domaine de la RV comme l'ESGI, l'ESIEA, les Gobelins, l'ENSAD ou encore l'ENSAM.

⁷⁹ *Ibid.*, p. 18-19.

Le site **Satista** nous propose quelques statistiques sur la RV :

- « Plus de 35 millions de casques et lunettes de réalité virtuelle seront vendus dans le monde en 2020. »
- « Selon le sondage, presque 60 % des personnes interviewées en 2018 affirmaient investir dans le secteur du gaming lorsqu'il s'agissait de l'industrie de la réalité virtuelle ou augmentée. »
- « Ce graphique présente la valeur estimée du marché mondial de la réalité virtuelle et augmentée (matériel, logiciels et applications) en 2025, selon trois scénarios de développement des usages, en milliards d'euros. D'après la source, en tenant compte d'un développement moyen des usages en la matière, la valeur de ce marché atteindrait plus de 70 milliards d'euros à l'horizon 2025. »

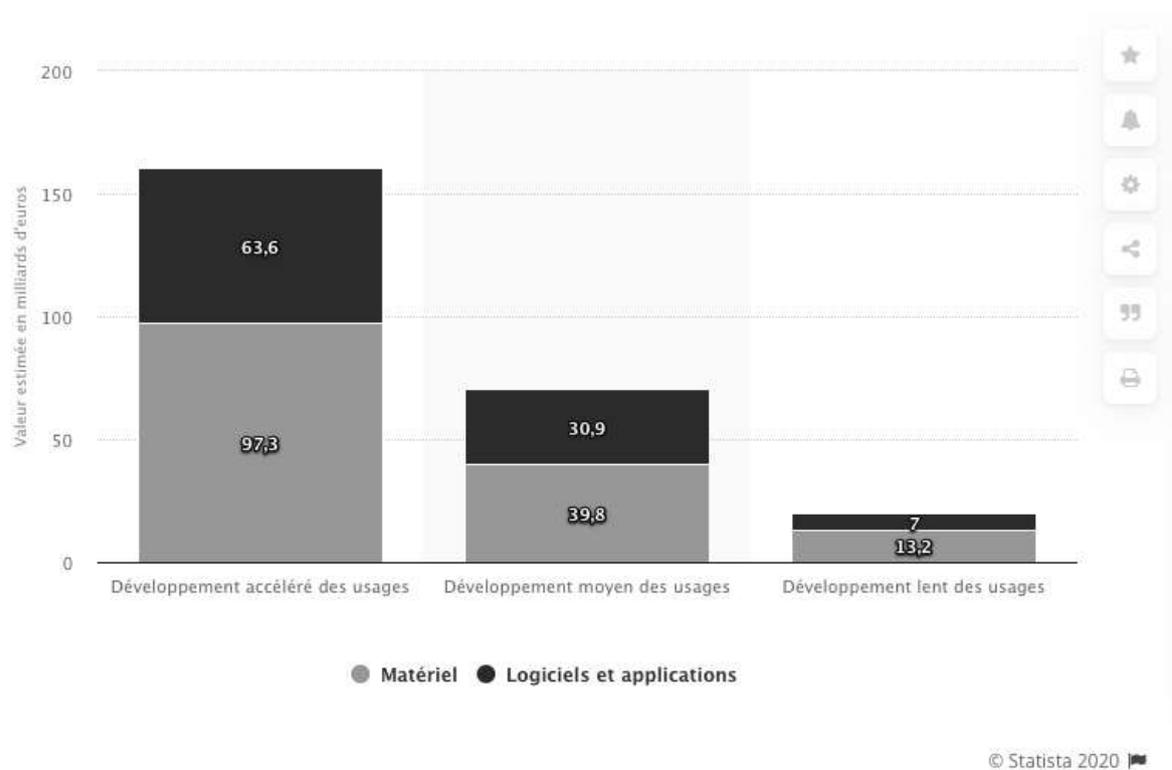


Fig. 24. Capture d'écran* d'un graphique créé par Statista présentant la valeur estimée du marché mondial de la réalité virtuelle et augmentée (matériel, logiciels et applications) en 2025, selon trois scénarios de développement des usages, en milliards d'euros.

*Réalisée par l'auteure le 03 avril 2020.

Sur le graphique ci-dessus, la place consacrée au matériel est importante, ce qui peut être profitable au marché du clip musical en RV. En effet, si les utilisateurs sont équipés de casques, ils pourraient visionner des clips de RV sans surcoût.

Enfin, l'IDATE -Institut de l'Audiovisuel et des télécommunications en Europe- indique une augmentation des ventes de casques de l'ordre de 65% sur l'année 2019 par rapport à l'année 2018⁸⁰.

Globalement, le constat est le même : la RV est un marché en pleine expansion. Toutes les statistiques et les chiffres donnés indiquent que les utilisateurs s'équipent de plus en plus et cela ne peut être que profitable à la création et visualisation de clip musicaux en RV.

3.3.2 Le clip musical en RV

Quel modèle économique pourrions-nous envisager pour le clip musical à l'heure actuelle ? Difficile de répondre à cette question, d'autant plus que le clip musical en RV est très peu développé. Au niveau de la production, le clip de RV pourrait s'inspirer du modèle économique du clip et plus globalement des productions audiovisuelles. Les mêmes étapes de création sont présentes : écriture du « scénario », story-board, recherche des décors et lieux de tournage etc. L'organisation est sensiblement la même puisqu'elle consiste à organiser avec différents acteurs, une phase de production, une phase de tournage et une phase de post-production. En revanche, les équipements pour fabriquer une expérience de RV sont encore bien plus rares, et donc bien plus chers que les outils relatifs à la création d'un clip ou d'un film « classique ». Pour un même film de 15 min, le budget de production sera bien plus élevé si le film est créé en RV que s'il est tourné comme un film classique. Le premier frein à la réalisation d'un clip de RV est donc une question de budget. D'autant plus que le clip n'est pas l'objet le plus rentable pour un artiste et sert plutôt à sa promotion et à son image qu'à sa rentabilité. Le deuxième problème provient des équipements nécessaires à la visualisation de clip de RV, puisque si l'utilisateur ne possède pas de visiocasque ni de casque audio, il n'y a aucun intérêt à regarder un clip de RV en 360... Dans ce cas, la visualisation d'un clip « classique » sera bien plus efficace et le coût bien moindre. Benoît Baume, directeur et fondateur de Fisheye, évoque cette difficulté liée à la diffusion d'un clip de RV « Aujourd'hui le seul problème c'est la limitation de la diffusion : puisque les clips sont des vecteurs de communications extrêmement forts, faits pour soutenir le streaming audio. En RV, sa diffusion dans des conditions optimales est limitée : il faut donc aussi penser la question de la diffusion. Mais je suis sûre que dans quelques années quand les médiums de diffusion seront adaptés, il y aura évidemment des clips musicaux en RV⁸¹ ».

⁸⁰ Mathieu CHARTIER, « Réalité virtuelle : +65% de casques vendus en France en 2019 », in *Les Numériques*, 2019, [en ligne], mis en ligne le 25 novembre 2019. URL : <https://www.lesnumeriques.com/casque-realite-virtuelle/oculus-quest-p48929/realite-virtuelle-65-de-casques-vendus-en-france-en-2019-n143835.html>. Consulté le 03 avril 2020.

⁸¹ Interview de Benoît BAUME, réalisée par l'auteure le 11 mars 2020, disponible en annexe p. 126.

Actuellement, le clip musical est diffusé sur des plateformes de streaming tel que YouTube créée en 2005, mais aussi sur des chaînes de télévision tel que MTV. Il est donc possible de visionner un clip très facilement, surtout depuis la démocratisation des smartphones, avec l'arrivée en 2007 du premier iPhone. Mais la visualisation d'un clip de RV via smartphone nécessite au minimum d'être équipé d'un casque de RV et d'un casque audio et visualiser de la RV depuis un poste de télévision est encore impossible aujourd'hui. Quelles sont donc les possibilités de diffusion d'un clip de RV si l'on souhaite le regarder dans des conditions optimales, c'est-à-dire en immersion 360 avec un casque de RV et un audio casque ?

3.4 Diffusion

3.4.1 À la maison

La première option s'appuierait sur l'achat d'un bon équipement par les utilisateurs. La sortie du visiocasque Oculus Quest en mai 2019 a convaincu un grand nombre d'utilisateurs de jeu vidéo, puisque c'est le premier casque « grand public » tout-en-un de bonne qualité, qui ne possède pas de câble et qui se trouve au prix « raisonnable » de 450€. Une fois que l'utilisateur possède son casque de RV et son casque audio, il peut regarder autant de contenu RV qu'il souhaite. Lors de l'achat d'un casque, Oculus « offre » même à l'utilisateur des jeux vidéo auxquels il peut jouer. De plus, la plupart des expériences de RV sont disponibles en accès libre via les sites internet des producteurs et/ou diffuseurs des expériences. Malheureusement, cette solution n'est pas viable dans la mesure où très peu de personnes ont le budget pour s'acheter un bon casque de RV. Quand bien même ils auraient le budget pour s'acheter un casque de RV, ils ne s'intéressent pas nécessairement au visionnage en RV encore sous-développé et comportant trop de défauts. Si près de 50% des français ont déjà tester une expérience de RV, moins de 7% sont équipés d'un casque en 2019⁸². Sans compter que les plus équipés sont les utilisateurs de jeu vidéo. Il semble peu probable qu'un individu non intéressé par le jeu vidéo achète un casque de RV uniquement pour visionner des expériences de RV cinématiques ou des clips musicaux en RV. Enfin, le casque serait obsolète très peu de temps après achat, au vu de la vitesse à laquelle évolue la RV de nos jours. Le marché de la RV ne peut donc pas compter entièrement sur l'équipement privé des usagers : ce modèle économique ne serait pas viable.

⁸² D'après une étude du CNC dont les chiffres sont cités dans l'article anonyme « Près d'un français sur deux a testé la réalité virtuelle », in *Europe1*, 2019, [en ligne], mis en ligne le 18 avril 2019. URL : <https://www.europe1.fr/technologies/pres-dun-francais-sur-deux-a-teste-la-realite-virtuelle-3893708>. Consulté le 04 avril 2020.

Notons tout de même que le marché des jeux vidéo contribue en partie à financer le développement des outils de RV, ensuite utilisés dans différents domaines dont celui de l'art.

3.4.2 Dans des lieux spécialisés

La plupart des expériences visionnées par le grand public se font lors de festival ou de salon dédiés à la RV. Je pense ici notamment au VR Arles festival créé en 2016, au 360 Film Festival qui prend place au SATIS depuis 2015, mais aussi au festival Laval Virtual créé dans les années 2000, ou encore au festival New Images qui a lieu au Forum des Images et qui a été créé en 2018. Au-delà des festivals spécialisés, certains lieux ouverts au grand public à l'année, commencent à mettre en place des espaces permanents dédiés au visionnage d'expériences en RV. C'est par exemple le cas du Palais de Tokyo qui ouvre un espace permanent de RV en 2019, où 3 œuvres artistiques sont présentées de février à mai : une expérience de Julien Creuzet qui retrace l'histoire du maïs, une expérience de Julio Le Parc, peintre et sculpteur argentin qui nous fait entrer dans l'univers de ses toiles, et enfin une œuvre d'Antwan Horfee qui nous propose un paysage psychédélique. Benoît Baume interviewé dans le cadre de ce mémoire nous explique la fermeture temporaire de ce lieu « Pour le moment le lieu est fermé car ils sont en train de repenser les espaces et il y avait un petit souci de médiation : la médiation de la RV ne peut pas être pensée comme la médiation habituelle d'un autre médium : c'est vraiment particulier. Le processus même qui fait que tu mets un casque est quasi aussi important que le fait de mettre le casque. C'est-à-dire que la manière de te préparer à l'expérience, la manière dont tu vas te sentir observé, regardé, la manière dont on t'as préparé, la bienveillance que tu peux sentir : tout cela est très important puisqu'à partir du moment où tu mets le casque sur ta tête, tu te coupes du monde, tu deviens aveugle, et donc il faut que tu te sentes en sécurité pour que tu puisses te laisser aller et profiter pleinement de l'expérience. C'est ce qu'ils sont actuellement en train de repenser au Palais de Tokyo, mais effectivement, le lieu a été pensé pour être permanent et complètement dédié à la RV ». La Galerie Cinéma située dans le 3^{ème} arrondissement à Paris, a transformé l'ensemble de son sous-sol en salle dédiée à la RV. L'expérience de RV *SPHÈRES* d'Eliza McNitt, grand prix de la meilleure œuvre en RV lors de l'édition 2018 du Venice VR festival, était visible à la Galerie Cinéma du 06/02/19 au 30/03/19. Enfin, différents musées proposent leurs visites virtuelles en 360, observables depuis chez vous ou bien depuis le musée en question. L'exposition Monet – Clémenceau au musée de l'Orangerie qui s'est déroulée du 12/11/18 au 11/03/19, était accompagnée d'une exploration des Nymphéas en RV. En 2017, le Musée Courbet, dans le cadre de son exposition *Histoire*

d'Ateliers, a proposé aux visiteurs de s'immerger en 360 dans l'atelier de Courbet. Pour citer un dernier exemple, le Royal Air Force Museum invite les spectateurs à prendre place à bord d'un avion pour revivre le raid Dambusters de 1943 en RV.

Les lieux spécialisés sont aujourd'hui les plus adaptés à la visualisation d'expérience en RV, malheureusement, le clip musical n'est pas vraiment présent dans les musées et les galeries. Peut-être que le clip musical en RV pourrait être présenté dans des institutions artistiques comme celle-ci au fur et à mesure. Pour le moment, le clip classique est largement visionné depuis la maison, et si le clip musical en RV ne peut pas être visionné depuis chez soi, il est fort à parier qu'il ne se démocratisera pas.

D'un point de vue physiologique, il est préférable que les visionnages en RV se fassent dans des endroits spécifiques : cela limite les dégâts visuels tout en augmentant l'impact émotionnel -puisque l'on fait le déplacement pour aller visionner une œuvre, notre concentration et notre attention sont plus grandes que si l'on reste chez soi.

D'un point de vue sanitaire, les lieux spécialisés dans la diffusion d'expérience en RV vont devoir s'adapter aux normes « post-Covid ». Bien que ce soit souvent le cas, les casques et manettes devront être désinfectés entre chaque utilisateur, le port du masque pendant l'expérience sera peut-être obligatoire tout comme l'utilisation de gel hydro alcoolique avant chaque expérience. Les distances devront être rigoureusement respectées et bien-sûr des créneaux horaires précis devront être mis en place afin de limiter le nombre de personnes dans l'espace, mais aussi pour laisser le temps aux équipes techniques de désinfecter le matériel.

TROISIÈME PARTIE

RÉALISATION D'UN CLIP EN RV

« Ce transport s'entend ici, à la fois, au sens des humeurs et des sentiments, et au sens du voyage immersif dans un espace à explorer ⁸³»

⁸³ Laurent JULLIER, Julien PÉQUIGNOT, *Le Clip Histoire et esthétique*, Paris, Armand Colin, collection « cinéma/arts visuels », 2013, p.102.

III. RÉALISATION D'UN CLIP EN RV

Dans cette partie, nous évoquons théoriquement les différentes étapes de création d'un clip musicale en RV et nous nous posons toutes les questions nécessaires à la réalisation terrain d'une expérience de RV en prise de vue réelle. L'idée est de préparer au mieux la partie pratique de mémoire. Quels sont les choix artistiques qui peuvent être faits par un réalisateur qui souhaite réaliser un clip musical en RV ? Avec quels éléments est-il intéressant de jouer dans le cadre de la réalisation d'un clip en RV ? Nous imaginerons aussi quelques scénarios de clip en RV qui n'existent pas, mais qui pourraient être pertinents de réaliser par rapport aux deux médiums que sont la réalité virtuelle et le clip musical. Lorsqu'il s'agit d'un de ces clips « imaginaires », la mention « **Proposition d'un clip musical en RV** » est présente.

1. Conceptualisation du projet

1.1 L'univers du groupe

Avant de se lancer dans la réalisation d'un clip en RV, il faut choisir le groupe de musique avec lequel on souhaite collaborer. Cela paraît évident, mais si le réalisateur n'aime pas particulièrement la musique jouée par les artistes, la dimension créative risque d'être réduite, au même titre que l'implication du réalisateur dans le projet. Il est également préférable que le réalisateur et les musiciens s'entendent bien pour pouvoir collaborer ensemble le mieux possible. Lorsque les musiciens et le réalisateur se sont mis d'accord pour travailler sur ce projet commun, la partie créative peut commencer à être conceptualisée. Plusieurs questions principales doivent alors être évoquées. Le groupe souhaite-t-il apparaître et jouer dans le clip ? Préfère-t-il un clip abstrait ? A-t-il l'intention de jouer ou chanter certains passages de la musique ? Veut-il inclure d'autres acteurs dans le clip ? Souhaite-t-il mettre en avant un genre particulier -humoristique, thriller, documentaire, comédie etc. ? A-t-il une idée des décors/ des endroits dans lesquels il voudrait tourner ? Comment décrit-il sa musique ? A-t-il des références de clips, films, photographies, ou peintures qui pourrait être inspirantes dans la création de l'atmosphère du clip en RV ? Désire-t-il une mise en scène élaborée ou épurée ? A-t-il une idée de scénario ? Souhaite-t-il tourner en extérieur, en intérieur ou les deux ? Pense-t-il à l'emploi

de techniques ou d'effets particuliers tels que d'éventuelles incrustations, des superpositions d'images, des ralentis etc.

Ces questionnements ne sont pas exhaustifs et doivent être abordés en présence des membres du groupe de musique et du réalisateur. Lorsque celui-ci et les artistes se sont mis d'accord sur ces interrogations, un document de travail partagé peut être mis en place, regroupant les idées principales. Le moodboard, le scénario, le story-board et autres éléments apportant des précisions sur l'aspect artistique du clip en RV, peuvent être entamés. Ces questionnements préliminaires sont globalement les mêmes lors de la réalisation d'un clip musical « classique ». Il faut ensuite choisir les équipes de travail qui participeront à la bonne réalisation de ce projet.

1.2 Les équipes de travail

Le choix des équipes se fait par le réalisateur, et les chefs de poste qu'il désigne. Pour réaliser un clip musical en RV, il faut non seulement :

- Rassembler des membres nécessaires à la réalisation d'une œuvre audiovisuelle tels que le chef décorateur, le chef opérateur, le chef électro, le chef régisseur, le chef machino, l'ingénieur du son, les équipes HMC -habillage, maquillage, coiffure.
- Rassembler des personnes spécialistes de la RV telles que le superviseur de RV, et les différentes personnes gérant la post-production à 360°. Un stitcheur et/ou un data-manager peuvent être présents sur le plateau d'un tournage en RV.

Les chefs d'équipe font souvent appel à des personnes avec qui ils ont l'habitude de travailler. **Le data-manager** s'occupe de récupérer, de sauvegarder et d'archiver toutes les données stockées sur les cartes mémoires des différentes caméras. Il est d'une grande utilité, surtout lorsqu'il y a beaucoup de caméras sur le plateau. En effet, en RV, une caméra toute intégrée peut comporter de 2 à 16 caméras, donc 2 à 16 cartes mémoire, sans compter que pour des raisons de sécurité et de gain de temps, il faut doubler le nombre de cartes mémoire utiles pour une caméra. Le data-manager peut donc se retrouver à gérer jusqu'à 32 cartes mémoire. Enfin, le data-manager travaille en lien avec le stitcheur.

Le stitcheur a pour rôle d'assembler les images sortant des différentes caméras afin de reconstruire la sphère 360° pour donner un aperçu au réalisateur des scènes tournées. C'est en quelque sorte « le retour vidéo » aussi appelé « moniteur » lors d'un tournage classique. Des logiciels tel que VahanaVR permettent de recevoir directement le flux vidéo de toutes les caméras sur une station, afin que le stitcheur puisse exécuter un stitch en « live ».

Mais détaillons maintenant **le rôle du superviseur de RV**.

Il est parfois appelé « stéréographe », terme relatif à la gestion du relief sur un film. La plupart des stéréographes qui travaillaient sur des films en relief, se sont réorientés dans la RV lorsque l'industrie du relief s'est effondrée. Le stéréographe sur un film 3D et le stéréographe sur une expérience de RV ont le même rôle : assurer la bonne dose de relief dans l'œuvre grâce à ses connaissances théoriques et pratiques. La fonction du superviseur de RV est très importante : lors de la conception du projet, il doit veiller à ce que toutes les idées avancées puissent se réaliser et être cohérentes d'un point de vue technique. Il est donc très important de choisir un superviseur de RV dès la conception du projet afin qu'il puisse donner son avis et ses conseils sur les scènes envisagées. Il connaît le matériel mis à sa disposition et oriente les choix du réalisateur en matière de caméra, de retour écran, de logiciels de post-production ou de casques. Il sait quels effets sont effectifs ou non et accompagne le réalisateur pour qu'il puisse exactement produire les effets désirés. Le stéréographe possède donc des connaissances techniques sur le relief, le fonctionnement de la vision humaine et la proprioception, qu'il met au service des besoins artistiques. En d'autres termes, il aide le réalisateur à construire la mise en scène en relief. Pour ce faire, il choisit notamment la ou les caméras qui vont être utilisées lors du tournage, en accord avec le directeur de la photographie. Enfin, il gère l'organisation et le bon fonctionnement des outils permettant les mouvements de caméra : steadycam, drone, travelling etc. Si la scène n'est pas tournée directement en 360°, mais en plusieurs étapes, le superviseur de RV a en charge la planification de la méthode de tournage et de son bon déroulement. Les raccords relief sont sa priorité. Il est le référent technique et artistique pour les équipes de post-production : il donne des directives sur le tournage, pour faciliter les traitements des données lors de la post-production. Pour finir, il joue aussi un rôle à la diffusion, puisqu'il est le seul technicien à avoir suivi la globalité du projet -de la pré-production à la post-production- et à pouvoir déterminer les exports nécessaires pour les supports et canaux de diffusion envisagés.

Nous parlerons des équipes de post-production et de leurs rôles dans la partie 4 de ce chapitre.

1.3 Choix du matériel

Une fois que toutes les équipes techniques et artistiques sont réunies, chacune d'entre elles détermine ses besoins. Toutes les équipes communiquent entre elles afin d'organiser au mieux le tournage. Nous nous concentrons ici sur le matériel technique permettant la capture vidéo et la diffusion du clip en RV, à savoir : les potentielles caméras et les dispositifs permettant son support. Évidemment, les choix effectués par rapport à ce matériel sont fonction des conditions

de tournage, du type d'image souhaité ainsi que des types de plans à réaliser. Voici quelques questions qui peuvent nous aider à choisir la caméra dont nous avons besoin : Réalise-t-on un film sans relief -monoscopique- ou en relief stéréoscopique ? Préférons-nous un système de caméra tout intégré ou un système composé sur mesure ? Quelle est la finalité de nos images et de quelle résolution avons-nous besoin ?

En matière de capture vidéo, deux catégories de caméra peuvent être utilisées : les systèmes tout intégrés et les systèmes composés. Nous les avons déjà évoqués dans la partie II de ce mémoire, dans la sous-section 2.3.1 Prise de vue réelle.

Parmi les systèmes tout intégrés, nous retrouvons 2 types de caméra :

- Les caméras produisant une vision uniquement **monoscopique**. Elles sont très simples d'utilisation, petites, et ne sont composées en général que de deux objectifs. Elles sont légères et facilement transportables et donne une résolution de 2 à 4K. Le stitching est automatique. Dans cette catégorie, nous pouvons citer : la Ricoh Theta V 4K, la Samsung Gear360 ou encore la Nikon KeyMission 360.
- Les caméras offrant la possibilité de tourner en **relief stéréoscopique**. Ces caméras sont beaucoup plus coûteuses, encombrantes et plus compliquées à utiliser que les caméras précédemment citées. Elles peuvent filmer des résolutions allant de 4 à 11K. Le stitching peut se faire automatiquement via des logiciels constructeurs ou non. Nous pouvons citer : la Vuze+ 3D 360 VR, la Kandao Obsidian S et R, la Insta 360 Pro 2, la Yi Halo, la Z-cam V1 Pro, la Facebook Manifold ou encore la Insta 360 titan 11K.

Parmi les systèmes composés, nous sommes libres d'assembler les caméras que nous voulons. Cependant il est préférable d'assembler les mêmes modèles de caméras avec les mêmes focales. Les personnes souhaitant assembler des caméras sont souvent des professionnels à la recherche de la meilleure qualité d'image possible. C'est pourquoi l'utilisation de caméras de cinéma professionnelles telles que RED ou ARRI est souvent employée. Mais ces dernières sont très encombrantes et très coûteuses. Aux vues de leur volume, il est difficile d'assembler plus de 4 caméras. De plus, leurs utilisations respectives nécessitent les connaissances de techniciens qualifiés. Beaucoup de tests doivent être réalisés en amont afin de calibrer le système de manière précise, pour qu'il puisse être effectif au tournage. Ces types de configurations nécessitent la création d'un rig sur mesure. Les difficultés résident dans les placements des différentes caméras et leurs synchronisations parfaites. Le stitching n'est pas automatique, bien

que l'Optical Flow⁸⁴ puisse être utilisé pour stitcher les images des différentes caméras de manière plus ou moins automatique. Il est par exemple possible d'utiliser l'Optical Flow proposé par le logiciel Mistika VR.

En termes de support de caméra, les trépieds peuvent être utilisés pour tous les types de caméras cités. Pour effectuer des travellings, les trépieds peuvent être posés sur des surfaces mobiles telles que des rails, des chaises roulantes, des chariots etc. Il n'existe pas de matériel spécifique : il faut donc se débrouiller pour trouver des moyens de réaliser les travellings les plus fluides possibles. Il faut également noter, qu'en capture 360°, la personne à l'origine du travelling doit être un des personnages de la scène, à moins qu'il ne soit supprimé en post production. Pour les caméras en système tout intégré, il est possible d'avoir recours à un steadycam porté par un, voire plusieurs des personnages de l'histoire, ou par un professionnel. Le recours à la perche pour des petites caméras est également envisageable. Pour tous ces systèmes, les supports doivent être supprimés en postproduction à moins que ce ne soit une volonté artistique du réalisateur. De même, si ce sont des techniciens qui portent ces supports et non des personnages de l'histoire, ils doivent être « supprimés » en post-production. Il est envisageable de créer un support téléguidé qui serait commandé à distance par un technicien, mais dans ce cas, un retour en temps réel avec une bonne visualisation est nécessaire.

Une fois que tous les choix relatifs aux matériels sont effectués, nous pouvons évoquer les différents moyens de mise en scène possible d'un clip musical en RV.

2. Moyens de mise en scène

Il est très difficile de mettre en scène un espace 360°. Si la capture vidéo s'effectue à 360°, aucun membre de l'équipe technique ne peut assister à la scène qui est en train d'être filmée. Dans la suite de ce chapitre, nous évoquons les moyens possibles de mise en scène pour filmer une scène à 360°, pour diriger le regard du spectateur et nous évoquerons les mouvements possibles de caméras. Nous proposerons des idées de clip musical en RV ou évoquerons certains clips en RV pour mettre en avant ces potentielles mises en scène. Notons que, dans la suite de ce mémoire, les clips évoqués seront narratifs et centrés sur les artistes, afin d'être en phase

⁸⁴ L'Optical Flow est un système de traitement d'images permettant un stitching automatique, utilisant des algorithmes de calculs basés sur les différences de lumières, de mouvements des objets, surfaces et contours d'une scène enregistrées par les capteurs des différentes caméras.

avec ma pratique personnelle photographique et cinématographique, pour laquelle la place de la narration est très importante. De plus, un des grands intérêts d'un clip musical en RV est de créer une nouvelle proximité entre les utilisateurs et le ou les artistes. Enfin, nous n'évoquons pas de musique sans parole, mais il est tout à fait possible de réaliser des clips en RV pour ce genre de musique, qu'ils soient narratifs ou abstraits.

2.1 Moyens pour chorégrapheur à 360°

Les conditions de réalisation en prise de vue réelle varient énormément si le clip est tourné en intérieur ou en extérieur. Bien-sûr, le clip peut comporter ces deux types scènes, mais nous choisissons de séparer les possibilités relatives à la mise en scène en intérieur et extérieur pour plus de clarté.

2.1.1 Intérieur

Lorsque l'on tourne en intérieur, il est plus facile de maîtriser les paramètres techniques qui jouent sur le rendu de l'image. Tous les éléments peuvent être contrôlés précisément. Par exemple, la lumière artificielle peut-être dosée avec grande précaution, les décors, le matériel et les équipes sont protégés des intempéries, l'accès à l'électricité est simple etc. Mais alors comment filmer un clip en RV dans un intérieur à 360° ?

Proposition d'un clip musical en RV

Prenons une pièce classique : le salon d'une maison. Imaginons que celui-ci soit assez simple, composé d'un canapé, de deux fauteuils, d'une table basse, d'une télévision, d'une grande lampe, de quelques plantes, d'une cheminée et d'un escalier permettant d'accéder aux étages supérieurs.

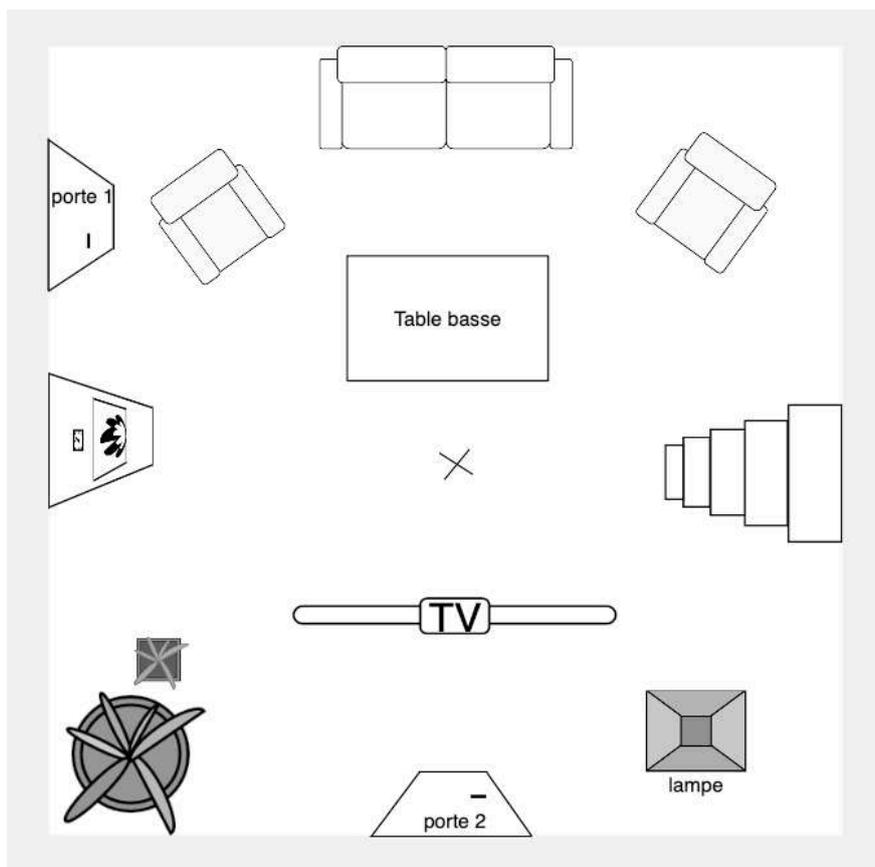


Fig. 24. Schéma* d'un salon imaginé pour un clip en RV.

*Réalisé par l'auteure le 15 avril 2020 depuis le logiciel en ligne *ArchiFacile*.

La caméra est placée au centre de la pièce, elle est représentée sur le schéma⁸⁵ ci-dessus par une croix. Nous déterminons que la position de la caméra est fixe pendant toute la durée de la scène, et l'utilisateur est assis sur une chaise rotative. Au début de chaque plan, le metteur en scène peut choisir le cadre/ le point de vue qui apparaîtra dans le casque de l'utilisateur avant qu'il ne tourne la tête. Voici comment nous pourrions débiter ce clip en RV : l'utilisateur est face au canapé dans lequel est assis l'artiste. Celui-ci dort, et se réveille en sursaut, il décide de prendre la télécommande posée sur la table basse et d'allumer la télévision. Dès lors, la musique du clip démarre et la télévision renvoie des images dudit clip tout au long de la séquence. Cet effet est à ajouter en post-production. La musique attire deux autres colocataires de cette maison : l'un arrive par l'escalier et l'autre par la porte 2. Les trois personnages se disent bonjour et s'assoient dans le canapé et les fauteuils. L'un commence à bouger en rythme, entraînant les deux autres. Puis l'un des personnages commence à chanter -playback- en

⁸⁵ Le schéma est réalisé à l'aide du logiciel en ligne ArchiFacile : <https://www.archifacile.fr/planenligne>.

empruntant la télécommande pour s'en servir de micro et la passe à un autre personnage. Tous les personnages se lèvent pour danser et chanter ensemble.

L'utilisateur se retrouve entre la télévision et les personnages qui, de fait, le regarde. L'un des acteurs s'en va chercher des bières par la porte 1 avant de revenir au salon avec une personne de plus. Un autre personnage emprunte les escaliers pour aller chercher son téléphone portable, et lorsqu'il revient, la lumière est éteinte, seule la télévision est restée allumée et les autres protagonistes sont absents. La lumière principale s'éteint donc brusquement pour le spectateur qui voit les autres protagonistes se cacher. La lumière peut être éteinte par les personnages dans l'histoire ou par les techniciens à distance. Lorsque le personnage est allé chercher son téléphone portable, les autres acteurs se sont adressés à l'utilisateur qui se trouve dans le canapé et passe un appel. À ce moment, les personnages dissimulés sortent de leurs cachettes pour se jeter sur leur ami et lui faire peur. La lumière se rallume. Un des personnages est pris d'un fou rire, il court dans tout le salon pour y jeter des confettis. Un des acteurs prend la télécommande pour éteindre la télévision et à ce moment, nous pouvons envisager différents scénarios. Soit, lorsque le personnage éteint la télévision, tous les personnages tombent au sol comme s'ils n'avaient plus de batterie et c'est la fin du clip. Soit, ce déclenchement sert de changement de lieu : l'utilisateur se retrouve dans une autre pièce de la maison, ou alors dans un autre lieu n'ayant rien à voir avec cette maison. Une autre séquence peut ainsi démarrer.

Dans cet exemple, la chorégraphie doit être réalisée d'une seule traite et le rythme de la musique est appuyé par les allers et venues et les déplacements des acteurs. Il est évident que toutes les équipes techniques se situent en-dehors de cette pièce. L'utilisateur est davantage dans une position d'observateur bien qu'une adresse lui ait été émise, permettant de l'inclure un peu plus dans cette histoire. Il est possible de s'adresser beaucoup plus à l'utilisateur, nous le verrons dans un autre exemple de clip. Dans notre cas, admettons que la pièce ne possède pas de fenêtre : comment éclairer cette scène ? Si le clip est tourné en 360°, les lumières ambiantes -lampe et cheminée- permettent d'éclairer un peu la scène mais ce n'est pas suffisant. D'autres lampes apparentes peuvent être ajoutées au décor ou alors, il est possible d'ajouter un projecteur derrière la télévision ou bien derrière le canapé puisque l'utilisateur ne se déplace pas : il ne pourra pas les voir. Il est également possible de fixer des lumières au plafond, ce qui ne semblera pas étrange à l'utilisateur, si cela est bien fait. Une autre technique, consiste à mettre un projecteur où le directeur de la photographie le souhaite, pour ensuite le supprimer en postproduction. Enfin, il est possible de mettre une petite lumière d'appoint sur ou sous la caméra 360°, puisque lors du stitching, elle disparaîtra ou pourra être facilement enlevée. Le réalisateur peut donc gérer sa mise en scène 360° en intérieur grâce aux décors, à la lumière

ainsi qu'en expliquant bien aux acteurs quelles sont leurs trajectoires et leurs actions. Cela nécessite évidemment des répétitions. Admettons que la séquence soit tournée en deux fois : c'est-à-dire qu'on film d'abord 180° en direction des canapés et de la table basse et de nouveau 180°, mais cette fois-ci du côté de la télévision, de la lampe et de la plante. Dans la disposition actuelle, la cheminée et les escaliers servent de points de raccords. Filmer en deux fois, permet au réalisateur et aux équipes techniques d'être présents dans le hors-champ, mais aussi, de pouvoir ajouter des lumières sans devoir les supprimer en post-production. Il y a donc de grands avantages à filmer en plusieurs fois. Cependant, la chorégraphie doit être très précise et les raccords parfaits. Cela nécessite une très grande organisation et beaucoup de vigilance. Une des meilleures options pour gérer la chorégraphie précisément consiste à tourner la scène en musique. Avec la musique, les personnages sont en rythme, ils ont des points de repère et ils peuvent chanter en playback.

Ce clip permet à l'utilisateur d'être immergé en 360° dans l'univers artistique des artistes et de suivre du regard les personnages qu'il souhaite. Au vu de la disposition de la pièce, il devra certainement regarder le clip plusieurs fois avant d'avoir vu toutes les trajectoires effectuées par tous les personnages. Le réalisateur peut donc jouer sur la chorégraphie des acteurs et sur les différents espaces à sa disposition pour mettre en scène son clip en RV. En intérieur, la disposition de l'espace peut être aménagée, l'accès à l'électricité est simple, les points de repère sont précis, l'équipe technique peut se cacher facilement et l'espace est limité donc nous n'avons pas connaissance du hors-champ. Mais qu'en est-il en extérieur ?

2.1.2 Extérieur

Le clip en RV *Stonemilker* de Björk



Fig. 25. Capture d'écran* du clip en RV *Stonemilker*.
*Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL :
<https://www.youtube.com/watch?v=gQEyezu7G20>

Tourner un clip en RV en extérieur peut être plus ou moins difficile. Prenons l'exemple d'un clip de RV qui a été réalisé en très peu de temps avec très peu de moyens : *Stonemilker* de Björk. Ce clip a été pensé moins de 12h avant le tournage et tourné en 2 heures. L'équipe était cachée derrière des roches puisqu'ils ont tourné dans un espace immensément dégagé : une plage d'Islande. Björk s'est retrouvée seule face à la caméra pour chanter sa chanson et le réalisateur Andrew Thomas Huang n'avait aucune idée de la scène qui était en train de se dérouler : « Tout ce dont je me souviens, c'est d'avoir regardé les coquillages violets nacrés sous mes pieds tout au long des prises, en écoutant ses cordes se réverbérer sur les rochers mouillés par la marée, et en levant la tête de temps en temps pour jeter des coups d'œil à Björk concentrée dans son duo avec la caméra⁸⁶ ». Ce clip a été réalisé de manière très simple, quelques prises ont suffi à sa réalisation. Il s'agit davantage d'une expérimentation et d'une performance de la part de Björk. Ce clip comporte peu de mise en scène : la lumière et le décor sont naturels et la multiplication du personnage de Björk a été réalisé en post-production. La plus grosse

⁸⁶ Citation de Andrew Thomas HUANG à propos du tournage du clip *Stonemilker* de Björk. URL : <https://www.bjork.fr/Stonemilker-VR>. Consulté le 15 avril 2020.

contrainte de cette réalisation est l'immense planéité de l'espace, qui ne laisse pas beaucoup de place aux équipes techniques pour se cacher.

Le clip en RV *Graffiti* de Noa Neal



Fig. 26. Capture d'écran* du clip en RV *Graffiti*.

*Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL :

<https://www.youtube.com/watch?v=LByJ9Q6Lddo>

Ce clip en RV se déroule à l'extérieur. La caméra est fixée à l'arrière d'un camion remorque qui possède un grand plateau où se tiennent les musiciens avec leurs instruments de musique - guitare, basse, clavier, batterie. Ce plateau est en quelque sorte la « scène » où les musiciens jouent. Ce camion avance très doucement en ligne droite pendant tout le clip et il est suivi par la chanteuse ainsi que son équipe de danse. Tout au long du show, des danseuses performant en rythme : elles font des sauts, et leurs mouvements sont synchronisés. Il y a aussi des danseurs et danseuses qui font du hip hop : ils sont rattachés à l'environnement qui montre des murs entièrement tagués. Il y a beaucoup d'actions : des skateurs roulent dans les deux sens, certains portent des fumigènes et passent près de nous, des vélos et des trottinettes nous dépassent et font des tours, la chanteuse est en premier plan derrière le camion pendant tout le clip. L'artiste avance au rythme du camion comme toute son équipe, danse en rythme en même temps qu'elle fait du playback et effectue même quelques sauts. Il y a donc beaucoup de mise en scène dans ce clip, où l'utilisateur se retrouve sur le camion, entre le groupe de musique et l'artiste -et les danseurs. La position de l'utilisateur est fixe pendant toute la durée du clip, mais les actions qui s'y déroulent occupent tout l'espace et permettent au spectateur de ne pas s'ennuyer. De plus, le camion avance doucement : la caméra est donc en travelling pendant toute la durée de

l'expérience. Mais ce travelling n'est pas mal vécu par l'utilisateur puisqu'il est très lent, le camion est fixe par rapport à l'utilisateur, et les acteurs se déplacent au même rythme. Ici, c'est encore une fois la chorégraphie de la scène qui est imaginée pour correspondre au rythme de la musique. Cette chorégraphie est effectuée en plein jour pour des raisons techniques et il ne me semble pas que des lumières artificielles y soient ajoutées. Notons toutefois un défaut technique : le stitching est à certains endroits mal réalisé puisqu'on le perçoit. Lorsque les personnages passent au niveau de la coupure entre deux caméras, il y a des déformations visuelles.

Il est plus difficile de tourner un clip en RV en extérieur puisque des facteurs indépendants de notre volonté peuvent survenir, notamment les changements météorologiques. Ceux-ci peuvent induire des changements de quantité de lumière, peuvent décourager l'équipe, abîmer le matériel etc. Mais comme nous venons de le voir, il est tout à fait possible de réaliser des clips en RV à l'extérieur. Que nous soyons en intérieur, ou en extérieur, la chorégraphie des acteurs doit être très précise d'autant plus lorsqu'il n'y a pas beaucoup de coupes au montage. Cette chorégraphie permet à l'utilisateur d'appréhender l'ensemble de l'espace dans lequel il se trouve et de se sentir immergé dans l'espace 360°. Mais comment diriger le regard du spectateur de manière plus précise, afin qu'il adopte, à certain moment, le point de vue imaginé par le réalisateur ? C'est l'objet de nos deux prochaines parties.

2.2 Moyens pour diriger le regard

2.2.1 Son

Le clip musical est par nature sonore. La musique est terminée et définitive lorsque le tournage du clip débute : elle ne sera *a priori* plus modifiée. Il serait logique de penser, que si le titre est définitif, il n'est pas possible d'ajouter des effets sonores, des scènes de dialogue, de couper un refrain ou d'en ajouter un etc. Mais le clip musical permet tous ces ajouts, puisque le clip et la piste sonore sont deux objets finaux séparés qui cohabitent. Il est donc possible d'ajouter divers sons dans un clip musical en RV pour attirer le regard du spectateur. Nous citerons dans cette partie différents moyens d'attirer le regard de l'utilisateur par le son, dans un clip musical en RV.

- **Les scènes cinématographiques**

Le clip en RV peut être entrecoupé de « scènes cinématographiques », c'est-à-dire de scène qui ne font pas partie de la musique, mais qui la contextualise. Ces scènes « ajoutées » peuvent se situer en introduction, en conclusion, et peuvent même être intégrées au milieu du clip.

Proposition d'un clip musical en RV

Prenons un exemple tout simple : l'utilisateur est assis avec un casque de RV. L'expérience commence, l'utilisateur se trouve dans une salle de classe assis à une table, l'atmosphère est calme mais pesante et la musique ne démarre pas de suite. Il a pris le temps d'effectuer un 360° pour visualiser l'ensemble de l'espace dans lequel il se trouve. Mais soudain, il entend des bruits de pas et un grincement de porte à l'arrière de la classe. S'il ne se trouve pas déjà dans cet axe, il va s'empresse de se retourner pour tenter de voir ce qu'il se passe. Admettons que la porte du fond se soit ouverte toute seule, et que personne n'apparaisse : l'utilisateur, même si son regard est dirigé vers la porte grinçante au moment où elle s'ouvre, va chercher à se retourner pour obtenir plus d'indices, puisqu'il ne voit personne au travers de cette porte. Cet exemple pourrait se situer au début ou à la fin du clip pour souligner un aspect mystérieux.

Proposition d'un clip musical en RV

Des scènes de dialogues peuvent également être ajoutées dans un clip. Par exemple nous pouvons très bien imaginer des scènes d'ouvertures et de fin où les artistes musiciens discutent entre eux autour d'une table. Cela permet à l'utilisateur de vivre un moment privilégié avec les artistes, de les observer et d'imaginer comment ils se comportent et quels sont leurs sujets de discussions dans leur vie quotidienne. Les dialogues peuvent aussi appuyer les propos de la musique. Imaginons deux artistes femmes féministes qui se sont donné rendez-vous chez l'une d'entre elles. Elles sont en pyjama en train de boire une tisane devant la télévision. Nous les entendons parler des inégalités salariales, de remarques sexistes qu'elles ont subies ou encore du mouvement #metoo. Cette scène d'introduction cinématographique est en fait, le début du clip en RV et l'utilisateur se situe entre la télévision et les artistes. La musique qui parle d'une révolution féminine est lancée quelques instants après le début de leur discussions. Les dialogues et les bruits de déplacements des personnages, dirigent le regard du spectateur.

- **Des scènes avec ajouts de sons diégétiques**

Il s'agit de venir rajouter des sons par-dessus la musique, qui ne sont pas présents dans la bande sonore originale, mais qui sont en accord avec les images du clip.

Proposition d'un clip musical en RV

Nous pouvons imaginer une scène : les personnages sont au nombre de 12, ils sont debout dans la cuisine et dansent. Le personnage A ouvre le frigo brutalement et deux bouteilles en verre explosent sur le carrelage. À ce moment-là, nous pourrions entendre les bouteilles qui volent en éclats, ainsi que certains personnages qui applaudissent, rigolent et crient « bravo ». Ces sons peuvent être ajoutés à la musique ou couper la musique avant qu'elle ne reprenne.

- **Des scènes avec ajouts de sons extra diégétiques**

Les sons extra diégétiques sont des sons que l'on entend mais qui ne font pas partie de la scène qui se déroule.

Proposition d'un clip musical en RV

Imaginons cette fois-ci un clip en RV totalement abstrait, sans aucun acteur. L'utilisateur se retrouve dans une pièce fermée entièrement peinte en bleu ciel. D'immenses peintures florales recouvrent les murs bleus, et le sol est parsemé de réelles fleurs fraîchement coupées. L'utilisateur est debout dans l'ER, et au milieu de cette pièce florale dans l'EV. Imaginons que, pendant l'expérience, le réalisateur souhaite que l'utilisateur regarde dans une direction précise. Il peut tout à fait ajouter le son produit par une abeille inexistante à l'image, qui passe près de la caméra et se rend par exemple dans le coin gauche au sol de l'image. Dans cet espace, un haricot magique réalisé en image de synthèse pousse d'une manière extraordinaire pour atteindre le plafond en 5 secondes. Après cela, le chant ou le vol d'un oiseau pourrait attirer le regard du spectateur de l'autre côté de la pièce. Dans cet exemple, le rythme de la musique est souligné par l'atmosphère enchantée du lieu, grâce notamment aux créations d'objets de synthèse qui apparaissent et disparaissent.

- **Des scènes comportant la spatialisation de la musique**

Enfin, il est envisageable de spatialiser simplement la piste sonore de la musique. En d'autres termes, la spatialisation de la voie de l'artiste peut changer au cours du clip, incitant ainsi le spectateur à se tourner. Certains instruments peuvent être spatialisés plus ou moins proche de l'utilisateur et changer de position. Le réalisateur et les artistes peuvent s'amuser à prévoir toute sorte de spatialisation pour avoir une influence sur le comportement des utilisateurs. Par exemple, la voix du chanteur est spatialisée en temps réel selon sa position. S'il se déplace, sa voix se déplace de la même manière, comme s'il nous parlait. Cela renforce la notion de « présence » que nous avons déjà évoquée.

Pour tous les exemples cités précédemment, il faut bien entendu que le son soit spatialisé en 3D dans l'espace 360°. Cela peut être réalisé par un ingénieur du son en post-production. De même, la diffusion sonore doit être adaptée à cette spatialisation du son, sinon celle-ci devient inutile. Ces exemples sonores permettent d'attirer le regard du spectateur. Les sons peuvent être ajoutés dans le simple but d'attirer le regard du spectateur vers un endroit précis -le son est dans ce cas-là un « appât »- ou bien souligne une idée précise du message que porte la musique. Enfin, toutes ces techniques peuvent évidemment être combinées au sein d'un seul et même clip. Si le son est très utile pour attirer le regard, l'image est elle aussi un puissant moyen d'orienter le point de vue de l'utilisateur.

2.2.2 Image

2.2.2.1 Interaction sans modification de l'EV

Comme nous venons de le voir, le son est un moyen de diriger le regard du spectateur, c'est-à-dire de lui faire tourner la tête ou de changer de position. Le son peut permettre des interactions sans modifications de l'EV. Mais ce que l'utilisateur voit, peut également influencer ses faits et gestes. Les interactions sans modification de l'EV produites par l'image peuvent être classées en deux catégories : les adresses directes à l'utilisateur et les adresses indirectes. Dans tous les cas, les adresses à l'utilisateur peuvent le conduire à tourner la tête, se retourner entièrement, s'accroupir, s'asseoir, se déplacer etc.

- **Les adresses directes**

Celles-ci sont émises via un des personnages de l'histoire qui s'adresse directement à l'utilisateur, soit par des signes ou des gestes, soit par des regards.

Proposition d'un clip musical en RV

L'utilisateur est assis sur une chaise rotative pendant toute la durée de l'expérience. Imaginons que la musique soit composée et chantée par deux rappeurs. Nous les retrouvons dans l'EV, assis sur un canapé délabré dans une grande tente. Devant eux se trouve une table basse sur laquelle se trouve toute sorte de drogue. Ils fument un joint. L'utilisateur est assis en face d'eux. Les deux rappeurs chantent en playback chacun leur tour, et un dialogue est installé entre eux et l'utilisateur. Lorsqu'ils rappent en playback, ils regardent l'utilisateur comme pour lui raconter une histoire. Lorsqu'ils fument, ils crachent la fumée en direction de l'utilisateur. L'un

des deux rappers se lève et se dirige vers l'entrée de la tente car il croit avoir entendu un bruit. Il fait un signe de la main à l'utilisateur pour lui demander de rester assis et d'être discret. Le rappeur passe sa tête discrètement à travers la porte de la tente, et découvre un jeune homme au sol, ligoté et bâillonné qui tente de s'échapper. Ce nouveau personnage est le prisonnier des deux rappers. Le rappeur, spectateur de cette scène, amène et jette brutalement le prisonnier sur le canapé. Celui-ci se retrouve devant l'utilisateur et tente jusqu'à la fin du clip d'attirer son attention en gesticulant et en lui jetant des regards apeurés. Un jeu d'échange de regards circule entre l'utilisateur et les protagonistes de cette histoire. Tout au long du clip, à certains passages les rappers s'approchent de l'utilisateur pour chanter en playback et en rythme les paroles de la musique. L'utilisateur est sollicité par les acteurs tout au long du clip, ce qui l'encourage à tourner la tête, à tourner sur lui-même ou à regarder les personnages dans les yeux selon qu'ils s'adressent à lui ou non. Toutes ces interactions sont destinées à l'utilisateur, mais le comportement de celui-ci ne modifie pas l'EV. Notons également que des adresses textuelles, ou des animations 2D ou 3D peuvent être insérées dans l'EV pour aiguiller l'utilisateur dans son parcours.

- **Les adresses indirectes**

Celles-ci sont principalement induites par les déplacements et les actions des personnages dans l'EV.

Proposition d'un clip musical en RV

L'utilisateur est debout dans une grande salle munie de capteurs, il a la possibilité de se déplacer dans 10m³. Dans l'EV, l'utilisateur est plongé au milieu d'un grand désert aride. Devant lui à une dizaine de mètres, il y a un groupe de musique composé d'une batteuse, d'une guitariste, d'une bassiste, d'une pianiste et d'une chanteuse. Le groupe de musique commence à jouer, puis se réunit autour de la batteuse. On les voit discuter puis s'accroupir mystérieusement derrière la batterie. L'utilisateur est intrigué et se dirige vers elles afin de savoir ce qu'elles sont en train de faire. Pour que l'utilisateur puisse se déplacer, il faut qu'au tournage, la caméra ait été placée dans toutes les positions où se trouve l'utilisateur. Le nombre de prise de vues est donc d'autant plus élevé que l'espace dans lequel peut se déplacer l'utilisateur est grand. Mais un autre problème apparaît en prise de vue réelle : le déplacement des actrices. Si la caméra doit filmer la même scène selon différents points de l'espace, il faut que les éléments du décor ne bougent pas. Or les personnages de l'histoire -contrairement aux objets- sont sans cesse en mouvement, ce qui rend très difficile le déplacement des utilisateurs dans un environnement

virtuel filmé en prise de vue réelle. La plupart des expériences de RV où les utilisateurs peuvent se déplacer, sont donc des expériences réalisées en animation 3D. Une autre solution consiste à faire avancer le personnage automatiquement -par le mouvement de caméra ou en postproduction si la caméra a filmé un plan qui est plus proche de la batterie. L'utilisateur peut aussi avancer grâce à une manette, mais pour cela, il faut également que la caméra ait filmé depuis l'endroit où l'utilisateur va se retrouver.

L'utilisateur peut passer à côté de certaines adresses qui lui sont faites s'il ne regarde pas au bon endroit au bon moment. C'est là qu'est le rôle du réalisateur : tenter de diriger le regard du spectateur au bon moment. Pour cela, il peut, en plus de toutes les techniques citées plus haut, permettre à l'utilisateur de modifier l'EV dans lequel il se trouve.

2.2.2.2 Interaction avec modification de l'EV

Les interactions avec modification de l'EV peuvent utiliser les techniques précédemment citées pour amener l'utilisateur à se positionner précisément dans l'espace ou pour l'amener à adopter un point de vue précis. Mais contrairement aux expériences antérieures, les actions effectuées par l'utilisateur peuvent avoir un impact sur l'EV.

À l'heure actuelle, il semble difficile de concevoir un clip interactif en RV tourné uniquement en prises de vue réelle. En effet, comme nous venons de le signaler, les déplacements qu'effectuent les protagonistes de l'histoire sont un frein au tournage en prise de vue réelle. De plus, même s'il n'y a aucun personnage ni objet en mouvement, la caméra doit filmer selon toutes les positions que peut prendre l'utilisateur dans l'espace virtuel : cela engendre des poids de données immenses et une post-production très conséquente. Ces contraintes restreignent beaucoup les possibilités créatives du clip musical interactif en RV en prise de vue réelle. Il est proposé en annexe 5 de ce mémoire, un scénario de clip musical interactif en RV qui peut être réalisé en image de synthèse.

À titre d'exemple pour réaliser clip musical interactif en prise de vue réelle, nous pourrions imaginer filmer un petit espace clos tel un salon d'appartement meublé de 20m², où la caméra adopterait au choix, entre 10 et 20 positions différentes (1 position/m²). La condition étant qu'aucun objet ou personne ne bouge, il serait même plus judicieux de prendre 10 à 20 photographies de l'espace. Une fois que ces photographies -toutes prises depuis un point de vue différent- sont faites, il suffit de les glisser dans un logiciel 3D qui les assemble pour créer un espace 360° dans lequel l'utilisateur peut se déplacer librement. Enfin à l'aide de divers outils

de post-production, il est possible de rendre cet espace interactif. Par exemple, lorsque l'utilisateur atteint des points précis de l'espace, le téléphone se met à sonner, la télé se met à fonctionner, les lumières s'éteignent ou s'allument, des objets apparaissent ou disparaissent, un mur change de couleur etc. Mais cette interactivité n'est rendue possible que par l'utilisation de logiciels de post-production précis et ne peut en aucun cas résulter de la seule prise de vue réelle.

2.3 Placements et mouvements de caméra

2.3.1 Point de vue

Le choix de la position de la caméra détermine le point de vue de l'utilisateur. Le placement de la caméra doit être choisi en fonction de la narration, des actions effectuées par les acteurs, et de la position que l'on attribue à l'utilisateur. Par exemple, si l'on souhaite que l'utilisateur soit un des personnages de l'histoire -par exemple un robot- et qu'il participe à la scène, il vaut mieux placer la caméra à hauteur d'homme, aux alentours des personnages. Si en revanche, l'utilisateur n'est pas censé assister à la scène, la caméra peut être placée derrière une porte ou un meuble, en hauteur ou au sol etc. La position de la caméra permet à l'utilisateur de se situer dans l'EV, et de mieux comprendre quelle est sa place dans l'expérience. De manière générale, dans un clip musical en RV, l'idée est que l'utilisateur se situe au cœur de l'histoire. Si pendant toute la durée de l'expérience, l'utilisateur est en retrait, il risque de s'ennuyer, de décrocher, de ne pas rentrer dans l'histoire et de passer un mauvais moment. Que l'utilisateur soit simple spectateur de l'histoire -aucun personnage ne lui prête attention- ou qu'il en fasse partie -certain personnage s'adresse à lui, il peut modifier l'EV- l'expérience lui est destinée. Il est donc préférable d'impliquer l'utilisateur au maximum, et cela passe par le positionnement de la caméra. Si, à un moment donné, l'utilisateur « décroche », c'est que la caméra n'est pas positionnée au bon endroit, que la chorégraphie de la scène n'est pas bien pensée, ou que le scénario n'est pas intéressant. Prenons l'exemple suivant : les artistes effectuent une danse avec 10 autres personnages dans une pièce fermée. Il y a beaucoup de mouvement, les personnages sont en rythmes et changent sans cesse de position dans l'espace. L'utilisateur est spectateur de cette scène.

Si la caméra est fixée au milieu du plafond, l'utilisateur perçoit cette danse vue de haut et n'a aucune proximité avec les artistes ou les danseurs. Il ne perçoit aucune profondeur, tout lui semble plat et une certaine frustration peut s'en dégager. Il ne se passe rien derrière lui ou à côté de lui : il voit seulement les murs et le plafond. Il n'est pas au cœur de l'action et si ce

point de vue est conservé tout au long de la séquence de danse, il va s'ennuyer et peut-être même retirer son casque de RV. De plus, ce point de vue n'est pas habituel dans notre vision quotidienne, ce qui peut être désagréable et perturbant.

Si la caméra est fixée dans un coin de la pièce à hauteur d'homme, l'utilisateur perçoit une certaine perspective, et il peut observer en détail les différents danseurs qui viennent se positionner près de lui. L'utilisateur est plus immergé dans l'EV car il est plus proche des danseurs mais lorsqu'il se retourne, il ne voit que les murs de la pièce.

Si la caméra est fixée au milieu de la pièce à hauteur d'homme, l'utilisateur est au cœur de l'action, au milieu des danseurs : il peut les observer à 360°. Le risque d'ennui pour l'utilisateur est beaucoup moins élevé puisqu'il a l'impression de participer à cette danse, il est au plus proche des acteurs.

Le positionnement de la caméra est d'une très grande importance pour la réception spectatorielle. Tous les points de vue sont possibles et imaginables mais doivent être étudiés avec la plus grande attention. Il est possible d'imaginer des positionnements de caméra qui ne mettent pas le spectateur au centre de l'action, mais leurs durées doivent être limitées. Dans notre exemple, les trois points de vue sont envisageables si les deux premiers ne sont pas trop longs et que le troisième est dominant. Ces choix peuvent être déterminés à l'étape du montage. Le point de vue de l'utilisateur peut aussi être fixe pendant toute la durée de l'expérience ou mobile. C'est l'objet de notre prochaine sous-partie.

2.3.2 Plan séquence fixe ou en mouvement

Si un point de vue dure assez longtemps, c'est-à-dire qu'il n'est pas rapidement coupé par le montage, on parle de plan-séquence. À l'heure actuelle, dans les expériences de RV, le plan-séquence fixe est très utilisé car il permet à l'utilisateur de prendre ses repères et lui évite un certain malaise lié aux changements d'axes trop fréquents ou aux mouvements de caméra trop brusques. Nous avons déjà proposé plus haut différents clips musicaux en RV dont le point de vue est fixe et dont la chorégraphie est organisée autour de ce point de vue -cf. 3.1 Moyens pour chorégrapier à 360°. Qu'en est-il d'un clip musical dont les points de vue sont en mouvements ?

Proposition d'un clip musical en RV

L'utilisateur est assis sur une chaise rotative pendant tout le clip. L'univers virtuel est le suivant : les deux chanteurs sont assis par terre dans une petite pièce qui ressemble à un bureau d'entreprise. Ce bureau se situe dans un grand bâtiment qui a été abandonné. L'utilisateur est assis sur la chaise roulante du bureau. Les deux personnages se lèvent et s'approchent de

l'utilisateur. L'un des deux artistes pousse la chaise sur laquelle l'utilisateur est assis, ils sortent de la pièce et s'en vont à 3 visiter ce grand bâtiment. Les deux artistes font du playback à tour de rôle et raconte l'histoire de la chanson à l'utilisateur. Ils entrent successivement dans différentes pièces décorées et mises en scène selon le message de la musique. Nous pouvons par exemple imaginer que les artistes en question sont deux frères et qu'ils retracent leurs vies personnelles. On pourrait les voir à différents âges dans différentes pièces et la narration visuelle pourrait être chronologique. Nous pourrions envisager des scènes comme : un repas d'anniversaire lorsqu'ils sont tout petits, puis leur rentrée des classes au collège, les rendez-vous dans le bureau du proviseur, des discussions avec leurs amis au lycée, leur première soirée, une dispute qui éclate entre eux et enfin leurs chagrins éprouvés lors du décès d'un être cher. La musique doit évidemment correspondre aux scènes qui sont envisagées, mais le processus peut être utilisé pour n'importe quelle histoire. Les scènes retraçant leurs souvenirs sont mises en scène : des acteurs sont présents dans chaque pièce visitée et jouent le scénario prévu. Les deux artistes contemplent ces scènes et tentent parfois de passer entre les acteurs qui ne font pas attention à eux puisque ce ne sont que des souvenirs. Les artistes laissent parfois l'utilisateur seul au milieu d'une scène, avant de pousser de nouveau la chaise roulante pour reprendre leur parcours. Lorsqu'ils sortent de certaines pièces, ils longent des couloirs, prennent l'ascenseur, tournent à gauche ou à droite etc. Les artistes sont en contact tout au long du clip avec l'utilisateur et le regarde souvent : c'est un témoin des scènes évoquées et vécues par les artistes. Tout ce parcours est effectué par la caméra en travelling avant ou arrière. Parfois, les artistes tournent la chaise de l'utilisateur pour prendre une nouvelle direction. Dans ce cas, la caméra effectue une rotation/ un pivot.

Pour des raisons de confort, il est préférable d'éviter les travellings latéraux. Les travellings haut/ bas sont en revanche possibles. Dans notre exemple, ce sont les acteurs qui sont à l'origine de ce long travelling puisqu'ils poussent la chaise roulante sur laquelle se trouve la caméra. Les mouvements de caméra peuvent être néanmoins effectués par des techniciens dont l'image devra être supprimée en post-production. Un steadycam ou un monopod peut aussi être utilisé par les acteurs pour déplacer la caméra. Pour résumer, les mouvements de caméra sont possibles lors de la réalisation d'un clip en RV, et ils sont plus facilement réalisables si ce sont les acteurs qui s'en chargent -dans la mesure où l'on filme à 360°. Il est très délicat d'effectuer des mouvements de caméra tout au long du clip s'ils ne sont pas effectués par des personnages de l'histoire. Dans notre cas, les artistes poussent une chaise sur laquelle se trouve l'utilisateur -

qui est également sur une chaise dans l'ER. Il est possible d'effectuer un montage, afin de diminuer le travail d'organisation que demande la réalisation d'un plan séquence.

3. Moyens de montage et finalisation

Avant d'entamer le montage, il faut : s'assurer de la bonne synchronisation des vidéos, effectuer le stitching, les éventuelles corrections de parallaxes et de stabilisation d'horizon, corriger ou définir le point central de l'image -ce que voit l'utilisateur lorsqu'il regarde droit devant lui- et enfin de faire des corrections de couleurs et/ou de luminosité du plan si nécessaire.

Dans le cas d'un clip musical en RV, le montage est pensé en amont, d'autant plus si le clip est tourné en une fois. Si c'est le cas, une chorégraphie précise de l'ensemble du clip doit être prévue. Dans tous les cas, l'étape du montage image est réalisée par rapport à la musique.

3.1 Transitions

Les transitions donnent naissance au montage. Elles permettent des changements de lieu, de temps et d'action. La plupart des clips en RV précédemment évoqués sont entièrement chorégraphiés -décors, déplacements etc.- car ils ne possèdent qu'un seul plan et qu'un seul lieu d'action. Nous allons maintenant parler des possibilités qu'offre le montage. Nous présenterons dans la suite de ce sous-chapitre les deux types de transitions les plus courantes : les coupes franches et les fondus.

3.1.1 Coupes franches

La coupe franche est la transition la plus basique. Elle permet de passer d'un plan au suivant simplement par l'enchaînement successif de ces deux plans. Elle peut être utilisée pour changer de point de vue dans le même espace ou pour changer de lieu.

Proposition d'un clip musical en RV

L'utilisateur est assis sur une chaise rotative pendant toute la durée du clip. Dans l'EV un des artistes est assis dans une salle d'attente. L'utilisateur est assis à l'autre bout de cette même salle d'attente. L'artiste lance quelques regards à l'utilisateur et lui sourit. La radio dans la salle d'attente est allumée et la chanson qui y est diffusée est celle de l'artiste présent. Celui-ci commence à se balancer en rythme alors qu'il est en train de lire un magazine. Il commence à

chanter en playback et fait un signe de la main à l'utilisateur pour qu'il vienne s'asseoir à côté de lui. Juste après, l'utilisateur se retrouve téléporté sur le siège à côté de l'artiste : c'est ce que l'on appelle une coupe franche. Ce type de coupe permet à l'utilisateur de se téléporter, de changer de point de vue, sans que celui-ci n'ait à bouger dans l'ER. Dans cet exemple, c'est le montage qui déplace l'utilisateur dans l'EV. Pour réaliser cette coupe franche, il suffit que la caméra soit d'abord placée sur la chaise n°1 puis sur la chaise n°2 qui se situe à côté de l'artiste. Évidemment, il faut faire attention aux raccords : décor, lumière, position, rien ne doit changer entre le plan 1 et le plan 2. À la suite de cette coupe franche nous pourrions en imaginer une autre : le médecin vient chercher l'artiste qui disparaît, ainsi l'utilisateur se retrouve tout seul dans la salle d'attente. Mais soudainement, l'utilisateur est téléporté dans le bureau du médecin avec l'artiste. Ici, la coupe franche est plus simple à réaliser puisque l'utilisateur se retrouve dans un nouveau lieu virtuel : il n'y a donc pas de problème de raccord.

Grâce au montage, les utilisateurs peuvent éviter de se déplacer physiquement, ce qui est très pratique dans le cas du clip musical en RV. En effet, les clips sont souvent destinés à être visualisés dans un cadre privé, et les utilisateurs ne possèdent pas toujours l'espace ni le matériel requis pour pouvoir se déplacer physiquement lors d'une expérience de RV. Les coupes franches sont plus ou moins évidentes à repérer, selon la volonté du réalisateur. Mais parlons maintenant du deuxième type de coupe très utilisé dans le montage : les fondus.

3.1.2 Fondus

Les fondus peuvent être de plusieurs types. Les plus courants sont les fondus enchaînés, les fondus au noir et les fondus au blanc. Les fondus font disparaître progressivement l'image précédente et apparaître progressivement l'image suivante. L'image suivante peut être noire - fondu au noir, blanche - fondu au blanc - ou une nouvelle image - fondu enchaîné. Ces différents fondus sont utilisables dans un clip musical en RV. Nous présentons dans l'annexe 6, des façons d'utiliser le fondu enchaîné comme transition dans un clip musical en RV. Dans le clip en RV du groupe U2 *Song for Someone*, les transitions sont « en rideau », c'est-à-dire qu'une ligne verticale parcourt tout l'espace 360° de gauche à droite laissant apparaître derrière elle l'image du plan suivant. La ligne verticale n'est pas nette : son contour est large et diffus.

Comme les coupes franches, les fondus peuvent être utilisés pour transporter un personnage dans le même espace ou pour le transporter dans un autre lieu. Souvent, les fondus au noir et les fondus au blanc sont utilisés au début ou à la fin des expériences de RV, car ils permettent

d'introduire l'utilisateur dans l'histoire ou de l'en sortir de manière assez douce. Bien-sûr, les différentes transitions peuvent être combinées. Il existe bien d'autres effets permettant le montage tels que la transition « en rideau », la transition « en store », la transition « en cercle » qui s'élargit ou rapetisse etc.

Nous ne pouvons pas toutes les évoquer ici mais avec un peu d'imagination, nous pourrions en trouver beaucoup.

Une fois le montage terminé, les dernières étapes de finalisation doivent être réalisées afin d'obtenir un clip musical en RV le plus abouti possible.

3.2 Finitions

3.2.1 Techniques

Tout au long de cette partie, nous avons concentré nos analyses sur les possibilités créatives qu'offrent le clip musical en RV. Nous mentionnerons donc brièvement les étapes de finalisations techniques qui surviennent après la fin du montage. Celles-ci sont données à titre indicatif et sont expliquées en détail dans le livre *Réaliser son premier film en réalité virtuelle* de François Klein.

L'ajout de texte, d'images ou de séquence vidéo est réalisé à la fin du montage lors de l'étape des trucages. Ces trucages peuvent être effectués dans des logiciels de montage tel qu'Adobe Premiere. Si les trucages sont très complexes, ils sont réalisés à l'étape d'après : celle du compositing réalisée dans des logiciels de création graphique. C'est par exemple le cas des incrustations 3D complexes. Lorsque toutes ces étapes sont réalisées, la vidéo doit être exportée dans le bon format de compression -le plus courant étant le H264- et en 4K maximum si l'expérience est destinée à être vue dans un casque de RV -les casque ne supportent pas un format supérieur au 4K. Ensuite, le mixage son peut démarrer. Il s'agit là de supprimer les bruits parasites s'il y a eu des prises de son directes lors du tournage ou d'ajuster le niveau sonore des bruits ou paroles rajoutés. Enfin, il y a l'étape du bruitage, qui est utile s'il manque des sons, ou qu'ils ont été mal enregistrés. Dans ce cas, le bruiteur reconstitue au mieux ces sons. Par la suite, l'ingénieur du son peut spatialiser le son si cela était prévu. Le calage des pistes audio doit ensuite être vérifié et la synchronisation son/image doit être contrôlée à l'aide d'un casque. Le fichier est enfin prêt à être exporté dans sa totalité pour être visionné par les utilisateurs. Selon les formats d'exports choisi pour être lu par certaines applications ou plateformes de visualisation, la spatialisation sonore peut être plus ou moins bien restituée.

3.2.2 Visualisation (plateformes, visiocasque, scénographie)

Nous avons déjà parlé des potentielles plateformes de diffusion du clip en RV. Mais examinons les deux cas les plus probables : la visualisation par des particuliers depuis une plateforme de diffusion comme YouTube, et la visualisation dans un lieu spécifique comme une galerie ou un festival.

Une fois que notre clip en RV est prêt, il est possible d'aller démarcher différents organismes spécialisés dans les œuvres de RV pour tenter d'augmenter sa visibilité. Par exemple, une galerie pourra l'exposer pendant un certain temps si elle le souhaite. Aussi, le clip peut être envoyé à des concours ou des festivals de RV afin d'être sélectionné et exposé publiquement lors de grands événements relatifs à la RV. Si tel est le cas, les questions du matériel pour visionner le clip et de la scénographie se posent. Ces choix sont souvent pris par l'organisme d'accueil de l'œuvre car ils ont souvent beaucoup d'œuvre à présenter, ce qui représente une organisation colossale. Bien-sûr, le réalisateur peut émettre des souhaits -relatifs au matériel ou à la scénographie- qui seront pris ou non en compte selon sa renommée, les partenaires producteurs, les besoins de l'œuvre etc. Si la scénographie peut être mise en place, c'est bien dans des lieux spécialisés tels que les festivals ou les galeries. Dans ce cas-là, le réalisateur participe, avec les organisateurs de l'événement à la scénographie de l'espace. Selon la taille de l'ER consacrée à son œuvre, la scénographie est plus ou moins aboutie. Si par exemple l'EV d'un clip de RV représente la plage, nous pouvons imaginer un décor réel de plage avec : des serviettes posées au sol, des raquettes de tennis, un ballon de volley, un parasol, des chapeaux de paille, un sol en tissu beige, des transats, des lunettes de soleil, des livres etc. Ce décor a pour but d'introduire le futur utilisateur dans l'univers du clip avant même qu'il le visionne. Cela le conditionne et peut lui permettre d'appréhender plus rapidement l'EV. Toutefois, le décor doit être réutilisable pour tous les utilisateurs : il doit être résistant et non périssable, puisque dans ce genre d'événement, il y a beaucoup de passage. De même le matériel utilisé ne doit pas être dangereux pour les utilisateurs c'est-à-dire qu'il est impossible de prévoir des matériaux en verre, ou un réel feu de cheminée etc. Lorsque l'exposition du clip est terminée - que ce soit dans une galerie ou dans un festival, celui-ci peut parcourir le monde à travers d'autres expositions ou festivals et enfin, être visible par des particuliers sur une plateforme de diffusion. Le clip en RV pourrait aussi être visible dans des espaces consacrés à la visualisation d'expérience en RV comme les cinémas. Par exemple, au cinéma MK2 Bibliothèque François Mitterrand, un espace consacré à la RV a ouvert et proposait 20 minutes d'expérience pour 12€ -l'espace est actuellement fermé.

Les plateformes de diffusion varient selon les partenaires de l'œuvre. Soit une application est créée pour visionner l'œuvre, soit celle-ci est diffusée sur le site web des producteurs, soit l'expérience est visible sur des plateformes grand public comme YouTube. Dans tous les cas, visionner l'expérience de RV est souvent « gratuit ». Il faut tout de même posséder un casque de RV, sans lequel la vision de l'expérience se fait sur écran plat : ce qui n'a rien à voir avec une expérience de RV.

En ce qui concerne les visiocasques, il semble difficile d'en conseiller, puisqu'ils évoluent très rapidement. Il est possible de se fabriquer un casque en carton dans lequel on vient placer notre téléphone portable sur lequel l'expérience est lancée. De même, des structures de casque peuvent être achetées pour glisser son téléphone à l'intérieur. Les casques les plus qualitatifs sont ceux comportant un écran intégré, mais ils sont beaucoup plus cher. Ces casques sont soit reliés à l'ordinateur par un câble, soit connectés en wifi à internet et dans ce cas, il est possible de naviguer avec le casque sur le web pour trouver le film que l'on souhaite visionner. Voici quelques exemples de casque de RV les plus achetés : l'Occulus Rift, le HTC Vive, le Samsung Gear VR etc. et plus récemment l'Occulus Quest, dont nous avons déjà parlé. Ce casque est d'un très bon rapport qualité/prix, sans compter qu'il peut fonctionner sans fil. Selon les budgets de chacun, les clips en RV peuvent donc être visualisés depuis la maison, mais l'expérience de RV n'est pas aussi appréciable selon qu'elle est visionnée avec l'aide d'un smartphone ou avec un casque avec écran intégré.

CONCLUSION

Nous avons tenté dans ce mémoire mi- recherche mi- état de l'art, de lier réalité virtuelle et clip musical : deux médiums possédant une forte dimension créative. Évidemment, le point de vue adopté dans ce mémoire est celui d'une photographe qui a fait des études de cinéma, c'est pourquoi l'analyse est principalement centrée sur ces domaines.

La photographie, le cinéma, le clip musical et la réalité virtuelle sont des médiums d'images passionnants, qui tous, mettent en avant une certaine vision d'auteur. C'est cette vision d'auteur qui est étudiée tout au long de ce mémoire, et qui peut être enrichie, lorsque l'auteur manie plusieurs de ces médiums. Nous avons présenté ici, le clip musical en RV, entre autres, car il nous a permis de réunir toutes les pratiques artistiques qu'affectionne particulièrement l'auteure.

Les notions d'immersion et d'interaction inhérentes à la réalité virtuelle, sont de puissants atouts lorsqu'ils sont combinés au clip musical puisqu'ils permettent de rompre la distance entre l'utilisateur et le ou les artistes. Le clip musical en RV est donc particulièrement intéressant lorsqu'il permet aux utilisateurs d'être aux côtés de leurs artistes favoris : c'est un moment « privilégié » qui dure quelques minutes mais qui peut être vécu autant de fois qu'on le souhaite. L'intérêt pour un groupe de musique de réaliser un clip en RV, réside surtout dans le fait que celui-ci doit être visionné plusieurs fois par les utilisateurs qui souhaitent découvrir la totalité du clip. En effet, un visionnage ne suffit pas à saisir l'ensemble du clip, puisque celui-ci se déroule dans un espace 360 et l'homme ne possède pas un tel champ de vision. Ainsi, plus le clip est visionné, plus la musique est entendue et plus on la mémorise.

Le langage propre au clip musical est très libre : il peut prendre diverses formes, peut surprendre, et se réinvente au fur et à mesure des années. Cette liberté intrinsèque au clip est très intéressante pour rechercher et tester toutes les possibilités créatives que peut lui apporter la RV. En d'autres termes, le clip en RV peut se permettre des expérimentations artistiques qui ne seraient pas possibles ou peu acceptables si elles étaient faites avec un autre médium -difficile d'imaginer un film de fiction en RV en laissant apparaître à l'image l'équipe technique, ou des faux-raccords. Techniquement, le tournage d'un clip musical en RV est bien plus simple et bien moins couteux -car plus court- que le tournage d'un film en RV.

Le clip musical et la réalité virtuelle disposent tous deux d'une notion extrêmement forte d'intermédialité ; c'est pourquoi il est particulièrement intéressant de les lier. Il est tout à fait

envisageable qu'un seul et même clip en RV comporte, des images photographiques, des scènes de dialogue, des poèmes etc. La mixité des techniques est, elle aussi, largement possible dans le cas d'un clip en RV : photogrammétrie, incrustations 2D-3D, surimpression etc. Il est d'ailleurs fort à parier que les photographes -aujourd'hui également souvent vidéaste- soient amenés à acquérir des compétences en RV pour les utiliser dans leurs travaux photographiques et/ou vidéo. Le photographe possède un réel point de vue d'auteur, qui est exprimé aussi bien dans ses photographies que dans ses vidéos : pourquoi ne pas le mettre également au service de la RV ?

Pour toutes ces raisons, nous sommes persuadés que le clip musical en RV est un format incroyable, qui devrait être davantage exploité. Malheureusement la question de la diffusion et du matériel nécessaire au visionnage d'un clip en RV freine encore beaucoup ce genre d'expérimentation. Mais la réalité virtuelle est un domaine en pleine expansion, et le contexte actuel prouve que le numérique et le virtuel ont largement leur place, voir sont indispensables dans notre société. De nouvelles possibilités d'emploi vont naître avec la RV, notamment dans le domaine de la photographie, où des expositions virtuelles, des visites de musées, des immersions dans l'univers d'un artiste etc., sont largement envisagées. La polyvalence dans le maniement de tous ces outils est indispensable pour continuer à perpétuer la notion d'intermédialité, et pour créer et proposer de nouveaux formats d'œuvres tel que le clip musical en RV.

BIBLIOGRAPHIE

▪ Sur la Réalité Virtuelle

ANONYME, Rapport du CSA (Conseil Supérieur de l'Audiovisuel), « État des lieux des marchés de la réalité virtuelle », in CSA, 2016, [en ligne], mis en ligne le 19 juillet 2016, 25 p.
URL : <https://www.csa.fr/Informer/Collections-du-CSA/Thema-Toutes-les-etudes-realisees-ou-co-realisees-par-le-CSA-sur-des-themes-specifiques/Les-etudes-du-CSA/Etat-des-lieux-du-marche-de-la-realite-virtuelle>.

ARNALDI Bruno, FUCHS Philippe, GUITTON Pascal, MOREAU Guillaume (sous la direction), *Le traité de la réalité virtuelle, Volume 4 : Les applications de la réalité virtuelle*, Paris, Presses des mines, collection « Mathématiques et informatique », 2006 [2001], 290 p.

BAUME Benoît, FABBULA, KARSENTY Éric, « réalité virtuelle panorama de la création artistique contemporaine », in *Fisheye*, Hors-série n°4, été 2018, Paris, Be Contents, 98 p.

BERTHOZ Alain, FUCHS Philippe, MOREAU Guillaume, VERCHEUR Jean-Louis (sous la direction), *Le traité de la réalité virtuelle, Volume 1 : l'Homme et l'environnement virtuel*, Paris, Presses des mines, collection « Mathématiques et informatique », 2006 [2001], 380 p.

CHATELET Claire, « Sortir du cadre/entrer dans l'image, le corps à l'œuvre dans les dispositifs de réalité virtuelle », in CHATELET Claire, LEPESANT-LAMARI Corvo, SAN MARTIN Caroline, *La Fémis présente : la Réalité virtuelle, une question d'immersion ?*, Paris, Rouge Profond, 2019, 17 p.

CHATELET Claire, « Écran incorporé, corps casqué. De quelques enjeux esthétiques de la réalité virtuelle », in *Interfaces Numériques*, Vol. 7 - n°2, 2018, Paris, Design numérique, pp. 264-285.

COQUILLART Sabine, FUCHS Philippe, MOREAU Guillaume, BURKHARDT Jean-Marie (sous la direction), *Le traité de la réalité virtuelle, Volume 2 : Interfaçage, immersion et*

interaction en environnement virtuel, Presses des mines, collection « Mathématiques et informatique », 2006 [2001], 520 p.

CRAIG Alan B., SHERMAN William Roderick, *Understanding virtual reality : Interface, Application and Design*, San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers, collection « The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics », 2003, p. 165.

HOGUET Benjamin, *La grammaire de la réalité virtuelle : des histoires qui se racontent aux histoires qui se vivent*, Paris, Dixit, collection « La narration réinventée », 2018, 167 p.

HOGUET Benjamin « Venice VR et l'île paradisiaque de la réalité virtuelle », in *FMC Veille*, 2017, [en ligne], mis en ligne le 19 septembre 2017. URL : <https://trends.cmf-fmc.ca/fr/venice-vr-et-lile-paradisique-de-la-realite-virtuelle-2/>.

KLEIN François, *Réaliser son premier film en réalité virtuelle*, Meudon, Génération Numérique, 2019 [2017], 190p.

KLINGER Evelyne, *Apports de la réalité virtuelle à la prise en charge de troubles cognitifs et comportementaux*, Thèse de doctorat en ingénierie de l'informatique et réseaux (sous la direction de Alain GRUMBACH et Rose-Marie MARIÉ), Paris, École Nationale Supérieure des Télécommunications, 2006, 228 p. URL : <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-00161903/document>

LÉVY Pierre, *Qu'est-ce que le virtuel ?*, Paris, La Découverte, collection « Sciences et société », 1998, 154 p.

MAÏANO C., THERME P., MESTRE D., *Affective, anxiety and behavioural effects of an aversive stimulation during a simulated navigation task within a virtual environment : A pilot study*, in *Computers in Human Behaviour*, n°27, janvier 2011, [en ligne], mis en ligne le 17 août 2010, Elsevier, pp. 169-175. URL : http://www.ism.univ-amu.fr/mestre/publications/2011/emotions_VR.pdf

MICHAUD Thomas, *La réalité virtuelle De la science-fiction à l'innovation*, Paris, l'Harmattan, collection « l'esprit économique », 2018, 239 p.

MILON Alain, *La réalité virtuelle avec ou sans le corps ?*, Paris, Autrement, collection « Le corps plus que jamais », 2005, 127 p.

TISSERON Serge, VIROLE Benoit, GIVRE Philippe, TORDO Frédéric, TRICLOT Mathieu, LEROUX Yann, *Subjectivation et empathie dans les mondes numériques*, Malakoff, Dunod, collection « Inconscient et culture », 2013, 178 p.

TRICART Céline, *Virtual Reality Filmmaking Techniques & best practices for VR filmmakers*, New-York, Routledge, 2018, 169 p.

- **Sur les Arts Visuels et sur la Stéréoscopie**

ALMIRON Miguel, JACOPIN Esther, PISANO Giusy (sous la direction), *Stéréoscopie et illusion : archéologie et pratiques contemporaines : photographie, cinéma, arts numériques*, Villeneuve-d'Ascq, Presses universitaires du Septentrion, collection « Arts du spectacle – Images et sons », 2018, 358 p.

ANONYME, rapport d'expertise collective « Effets sanitaires potentiels des technologies audiovisuelles en 3D stéréoscopique », in ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire), 2014, [en ligne], mis en ligne le 1^{er} juillet 2014, Maison-Alfort, 132 p. URL : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2011sa0334Ra.pdf>.

LEBOVICI Elizabeth, « Barnett Newman forcément sublime » in *Libération*, 2002, [En ligne], mis en ligne le 22 octobre 2002. URL : https://next.liberation.fr/culture/2002/10/22/barnett-newman-forcement-sublime_419285.

LEROY Laure, *Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie*, Londres, ISTE Editions, collection « informatique », 2016, 190 p.

- **Sur le Clip Musical**

HUART Rodrigue, *Le clip musical : Médium d'auteur, hybride entre musique, cinéma et photographie*, Mémoire de master 2 en Photographie (sous la direction de Christophe CAUDROY), Saint-Denis, École Nationale Supérieure Louis-Lumière, 2013, 192 p. URL : <https://www.ens-louis-lumiere.fr/index.php/le-clip-musical-medium-dauteur-hybride-entre-musique-cinema-et-photographie>.

JULLIER Laurent, PÉQUIGNOT Julien, *Le Clip Histoire et esthétique*, Paris, Armand Colin, collection « cinéma/arts visuels », 2013, 220p.

VERSCHEURE Jean-Pierre -conférence-, « 1927-2017 : anniversaire du « Chanteur de Jazz » (1927), triomphe du Vitaphone », in *Cinémathèque Française*, 2017, [en ligne], mis en ligne le 03 mars 2017. URL : <https://www.cinematheque.fr/video/1012.html>.

INDEX

Remarque préliminaire : l’auteure a décidé de sélectionner les pages dans lesquelles apparaissent les mots indexés, dont les occurrences sont parfois trop nombreuses. Ce choix permet un index plus aéré et cible les pages dans lesquelles les mots évoqués sont clairement explicités.

A

accommodation 38
acuité visuelle humaine 29

C

cadre 60, 61, 63, 64, 95
champ de vision 29, 61
chorégraphie 96
chorégraphié 60
clip musical 48, 51, 53
clips
 illustratifs 52
 narratifs 52
 performatifs 52
clips narratifs 52
convergence 38

D

data-manager 90
diffusion 112, 113
dimension sensorielle 54
diriger le regard 62, 103, 105

E

espace
 360° 93
 physique 67
 réel 30
 virtuel 30, 67
espace-temps 64
expériences
 cinématiques 20, 46, 53
 contemplatives 20
 modifiables en temps réel 20

F

fatigue visuelle 40

I

images de synthèses 76
immerger 68
immersion 24, 30
incohérences sensorimotrices 40
incrustations 78
interaction 19, 21, 103, 105, 174
interfaces 19

M

médium hybride.....	64
mise en scène	56, 97, 99
monoscopique	27, 74
montage.....	109
motion capture	61

O

outil.....	18, 80
------------	--------

P

point de vue.....	106, 107
présence	23, 24
Primitives Comportementales Virtuelles	22
prise de vue réelle	72

R

Réalité Virtuelle	17
réception spectatorielle.....	71
relief.....	38
relief stéréoscopique	39

S

scénographie.....	70, 112
-------------------	---------

spécificité.....	22
sphère 360	59
stéréographe.....	91
stéréoscopique	26, 74
stimulus.....	67
stitcheur.....	90
superviseur de RV	90, 91
systèmes	
composés	73, 92
intégrés	72, 92

T

technologie	81
théâtre immersif	33, 47
transitions	109

U

univers artistique	65, 67
--------------------------	--------

V

vection	31
vidéo 360	20
visiocasque.....	26, 113
vision d'auteur	34

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Fig. 1. Croquis du Sensorama crée par Morton Helig en 1962.....	15
Fig. 2. Schéma* d'une projection stéréoscopique d'un objet devant l'écran.....	26
*Reproduit par l'auteure le 11 avril 2020 d'après un schéma de Laure Leroy dans son livre Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie.	
	26
Fig. 3. Vision stéréoscopique dans un casque de RV.....	27
Montage et photographie réalisé par l'auteure le 11 avril 2020.....	
	27
Fig. 4. Schéma* d'une projection monoscopique d'un objet sur l'écran.....	28
*Reproduit par l'auteure le 11 avril 2020 d'après un schéma de Laure Leroy dans son livre Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie.	
	28
Fig. 5. Vision monoscopique dans un casque de RV.....	28
Montage et photographie réalisé par l'auteure le 11 avril 2020.....	
	28
Fig. 6. Captures d'écrans* de l'expérience de RV Alice the Virtual Reality Play.....	34
*Réalisées par l'auteure depuis la plateforme en ligne Vimeo.	
	34
Fig. 7. Schéma* du fonctionnement d'un œil	37
Tiré du livre Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie de Laure Leroy.....	
	37
Fig. 8. Schémas* montrant des disparités rétiennes à la base de la vision en relief.....	39
*Réalisés par l'auteure le 13 avril 2020 et inspirés des schémas du livre Diminution de la fatigue visuelle en stéréoscopie de Laure Leroy.....	
	39
Fig. 9. CREWDSON Gregory, Untitled, 2001, issue de la série Twilight, 1998-2002. Technique : Chambre photographique grand format 8x10 inches. Exposition à la Galerie Gagosian, du 29 juin au 3 août 2002, Beverly Hills. URL : https://gagosian.com/exhibitions/2002/gregory-crewdsontwilight/	44
Fig. 10. Capture d'écran* de l'expérience de RV Wolves in the walls. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : https://www.youtube.com/watch?v=KpLR4Y4lSiM	55
Fig. 11. Capture d'écran* du clip Material Girl. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : https://www.youtube.com/watch?v=6p-IDYPR2P8	56
Fig. 12. Capture d'écran* du clip Balance ton quoi. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : https://www.youtube.com/watch?v=Hi7Rx3En7-k	58
Fig. 13. Capture d'écran* du clip en RV Heal tomorrow. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : https://www.youtube.com/watch?v=JxVVNm35rJE	59
Fig. 14. Capture d'écran* de l'expérience de RV 7lives. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : https://www.youtube.com/watch?v=pHi_6ZGTxbE&t=1153s	62
Fig. 15. Schéma* explicatif du parcours d'un acteur dans l'EV, stoppé par la position de la caméra -de l'utilisateur. *Réalise par l'auteure le 11 avril 2020.....	66
Fig. 16. Capture d'écran* de l'expérience de RV Porton Down. *Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : https://porton-down.com	68

Fig. 17. Capture d'écran* de l'expérience de RV Ayahuasca.	69
*Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : https://www.youtube.com/watch?v=tCN_jAewgM4	69
Fig. 18. Capture d'écran* de l'expérience de RV Ayahuasca, Instagram @newimages.festival.....	70
*Réalisée par l'auteure le 1 ^{er} avril 2020.....	70
Fig. 19. Image de deux systèmes « intégrés » permettant de filmer à 360° (à gauche : la caméra Insta360 Titan, à droite : la caméra Kandao Obsidienne).....	73
Fig. 20. Image de deux systèmes « composés » permettant de filmer à 360° (à gauche : rig sur mesure assemblant six caméras RED Epic Dragon, à droite : l' « Omni VR » ; rig standardisé présentant 6 caméras GoPro HERO4).....	73
Fig. 21. Image de deux caméras 360° -deux objectifs- monoscopique (à gauche : la caméra Samsung Gear, à droite : la caméra Ricoh Theta V).....	75
Fig. 22. Image de deux caméras 360° stéréoscopiques (à gauche : la caméra YI HALO à 17 caméras, à droite : la caméra Vuze+ à 8 caméras).....	76
Fig. 23. Capture d'écran* de l'expérience de RV Recall.	77
*Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : https://culturevr.fr/recall/	77
Fig. 24. Capture d'écran* d'un graphique créé par Statista présentant la valeur estimée du marché mondial de la réalité virtuelle et augmentée (matériel, logiciels et applications) en 2025, selon trois scénarios de développement des usages, en milliards d'euros.....	83
*Réalisée par l'auteure le 03 avril 2020.....	83
Fig. 24. Schéma* d'un salon imaginé pour un clip en RV.....	95
*Réalisation par l'auteure le 15 avril 2020 depuis le logiciel en ligne ArchiFacile.....	95
Fig. 25. Capture d'écran* du clip en RV Stonemilker.	98
*Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : https://www.youtube.com/watch?v=gQEYezu7G20	98
Fig. 26. Capture d'écran* du clip en RV Graffiti.....	99
*Réalisée par l'auteure le 13 août 2020. URL : https://www.youtube.com/watch?v=LByJ9Q6Lddo	99
Fig. 27. Schéma* d'un espace imaginé pour un clip en RV, défini par l'utilisateur lorsqu'il emprunte l'itinéraire 1. *Réalisation par l'auteure le 17 avril 2020 depuis le logiciel en ligne ArchiFacile.....	171
Fig. 28. Schéma* d'un espace imaginé pour un clip en RV, défini par l'utilisateur lorsqu'il emprunte l'itinéraire 2. *Réalisation par l'auteur le 17 avril 2020 depuis le logiciel en ligne ArchiFacile.....	173

TABLE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

2D : 2 Dimensions

3D : 3 Dimensions

APRN : Appareil Photographique Réflex Numérique

CAVE : Cave Automatic Virtual Environment

CNC : Centre National du Cinéma et de l'image animée

CNRTL : Centre National de Ressources Textuelles et Littéraires

CSA : Conseil Supérieur de l'Audiovisuel

DICRéAM : Dispositif pour la Création Artistique Multimédias et numérique

ENSAD : École Nationale Supérieure des Arts Décoratifs

ENSAM : École Nationale Supérieure des Arts et Métiers

ER : Environnement Réel

ESGI : École Supérieure de Génie Informatique

ESIEA : École Supérieure d'Informatique Électronique Automatique

EV : Environnement Virtuel

FAJV : Fonds d'Aide au Jeu Vidéo

IDATE : Institut De l'Audiovisuel et des Télécommunications en Europe

M³ : mètre cube

MTV : Musical Television

NBC : National Broadcasting Company

PCV : Primitives Comportementales Virtuelles

RCA : Radio Corporation of America

RV : Réalité Virtuelle

SATIS : Salon des Technologies de l'Image et du Son

XN : eXpérience Numérique

LISTE DES ANNEXES

<i>ANNEXE 1 : Interview de BENOÎT BAUME</i>	126
<i>ANNEXE 2 : Interview de FRANÇOIS KLEIN</i>	137
<i>ANNEXE 3 : Interview de JUN PARTINGTON</i>	151
<i>ANNEXE 4 : Interview de THOMAS VILLEPOUX</i>	160
<i>ANNEXE 5 : Proposition d'un clip interactif en image de synthèse</i>	170
<i>ANNEXE 6 : Proposition de montage d'un clip en RV utilisant le fondu enchaîné comme moyen de transition</i>	175

ANNEXES

ANNEXE 1 : Interview de BENOÎT BAUME

Fondateur et Directeur de Fisheye

Le 11/03/2020 à Paris.

Benoit BAUME a fondé le magazine Fisheye en 2013 et a lancé le VR Arles festival en 2016. Il se concentre particulièrement sur la notion d'auteur, présente, aussi bien chez les artistes photographes que chez les artistes VR.

Bonjour Benoît, pourriez-vous me dire quel a été votre parcours et qu'est-ce qui vous a amené à la photographie, puis à la réalité virtuelle ?

A la sortie de mes études, j'ai réalisé un stage chez Libération : c'était une période difficile où la presse n'allait pas bien. J'ai fait mon entrée dans le milieu de la photographie en 2001-2002 et j'ai ensuite travaillé pour Images -un magazine de photographie contemporaine- en tant que rédacteur puis directeur de la rédaction. Mais le constat était toujours le même : la photographie représentée était toujours très « classique » et ne représentait pas la jeune photographie contemporaine notamment avec l'arrivée d'internet et par la suite avec Instagram. Les photographes représentés dans les magazines ou les expositions étaient des photographes qui avaient déjà un nom et qui étaient qualifiés de « professionnels ». Pour moi, la photographie amatrice n'était pas correctement représentée et elle est toute aussi valable, lorsqu'il y a un point de vue d'auteur, que la photographie dite « professionnelle ». La notion de « professionnelle » ne veut rien dire tant qu'il y a un point de vue d'auteur. C'est pour cela que j'ai décidé en 2012 de me consacrer à la création du magazine Fisheye.

Quel est votre rôle en tant que directeur de la rédaction du magazine Fisheye ? Êtes-vous en lien direct avec les artistes ?

On est un petit média et donc une petite rédaction, même si l'on a bien grossi en 7 ans, mais voici comment cela fonctionne : dans une rédaction, il y a un rédacteur en

chef dont le travail quotidien est de construire des sujets, donner les sujets aux journalistes, de faire en sorte que chaque étape se passe bien dans les temps et que le magazine soit bouclé en temps et en heure. Moi mon rôle, c'est de définir avec Éric Karsenty le sommaire du magazine, les lignes directrices, de donner l'impulsion sur des sujets ou des changements de fonds. Pour résumer, je donne le cap du bateau et Éric est celui qui est à la manœuvre pour s'assurer de la bonne direction de notre équipe. Je rencontre effectivement beaucoup de photographes et d'artistes : on travaille même avec eux en dehors ou à côté du magazine.

Par quel biais rencontres-tu ces artistes ? De quelle manière es-tu en contact avec les artistes ?

Il y a plein de médiations différentes. Celle qui nous met en relation avec le plus de monde c'est Instagram, puisqu'aujourd'hui notre compte Instagram est assez important : on est devenu l'un des hashtags les plus utilisés dans la photo -environ 985 000, ce qui nous permet de repérer les artistes et d'être en relation avec beaucoup de personnes. Cela nous donne aussi la possibilité de faire de la curation : c'est ce que l'on publie sur à la fois sur notre Instagram et aussi sur notre site internet. Instagram nous donne donc beaucoup de visibilité et nous permet d'échanger directement avec nos artistes ou les personnes qui nous suivent. On reçoit également une quinzaine de mails par jour sans compter les gens qui nous écrivent sur les réseaux sociaux : on essaie de répondre à tous le monde. Il y a également tous les festivals et expositions dont nous faisons partie ou dont nous sommes partenaires tels que : Les Rencontres d'Arles, Paris Photo, le festival Kyotographie au Japon, Les Boutographies à Montpellier, Visa pour l'Image etc.

On organise aussi de plus en plus des lectures de portfolios généralement à la Galerie dans le Xème arrondissement. On fait aussi beaucoup de concours ou d'appels à projets et enfin, cela arrive que l'on contact des artistes dans un but précis :

- Soit pour le publier dans le magazine, le site internet ou sur les réseaux sociaux.
- Soit parce qu'on mène des projets avec des tiers : on s'est mis à gérer des comptes Instagram pour d'autres personnes, on fait donc appel à des photographes pour qu'ils contribuent à alimenter en images ces sites internet.

On gère par exemple le compte Instagram de Ruinart, de Leica France, ou encore d'Orange : c'est un vrai travail de production qui se met en place. Il faut trouver les bons auteurs qui vont savoir traduire visuellement les concepts demandés par les clients.

Quel est l'effectif de l'équipe Fisheye ?

En tout, nous sommes une trentaine.

Comment avez-vous eu l'idée de créer le VR Arles Festival ?

Toutes les vidéos 360° que l'on voyait, c'était vraiment des techniciens qui s'étaient emparés de ce médium qui apparaissait. Les expériences étaient donc très sensationnelles comme c'est le cas dans les films d'horreur ou dans les films pornographiques. Mais il y avait très peu de projets artistiques, ou avec une dimension onirique, narrative ou documentaire. Ce qui nous intéressait dans ce festival c'était de voir comment les artistes et les auteurs s'emparaient de ce médium pour le transcender et nous proposer une nouvelle lecture, ou en tous cas de repousser les limites des médias plus conventionnels.

Dans le festival, à la base il y avait trois sections ; une section documentaire, une section fiction et une section art, qui permettaient de voir différentes utilisations de ce médium. Ce qui me plaît en VR, c'est le pouvoir et l'évocation, c'est la manière dont ce médium vient nous apporter des messages extrêmement forts. C'est d'ailleurs une grande force et un grand danger de ce médium. Il faut faire attention à la manière dont c'est utilisé et à ce que l'on raconte en VR, car ça peut être extrêmement néfaste pour les utilisateurs. Mais c'est un sujet qui nous a très vite passionné et on a décidé d'ouvrir ce festival à Arles car on connaissait bien la ville, et que le festival d'Arles était un festival de Photo qui ne s'était jamais ouvert à la vidéo. C'était donc une manière d'ouvrir ce festival à la vidéo sous sa forme la plus moderne, la plus avant-gardiste. On pensait que dans ce lieu culturel très fort, Arles, il y avait la place pour cette expérimentation qui s'est révélée assez positive puisqu'aujourd'hui on reçoit à peu près 40 000 personnes tous les étés, ce qui est vraiment très important.

Avez-vous déjà personnellement pensé ou réalisé un œuvre VR ?

Fisheye produit pas mal de VR, mais de la même manière que lorsqu'on est à l'origine d'un projet photo, en VR on va travailler avec soit un artiste, soit un réalisateur qui va penser le projet et nous on est là pour l'accompagner en production ou techniquement. C'est comme cela que l'on a commencé à collaborer avec le palais de Tokyo par exemple, on a produit deux œuvres avec eux : une avec Julien Creuzet et une avec Julio Le Parc. On a aussi produit des films plus corpo right, orienté pour des marques telles que Guerlain, BMW, BNP Paribas.

Est-ce que l'espace qui a ouvert au palais de Tokyo en 2019 consacré à la VR est un espace permanent ? Est-ce toujours d'actualité ?

Pour le moment le lieu est fermé car ils sont en train de repenser les espaces et il y avait un petit souci de médiation : la médiation de la VR ne peut pas être pensée comme la médiation habituelle d'un autre médium : c'est vraiment particulier. Le processus même qui fait que tu mets un casque est quasi aussi important que le fait de mettre le casque. C'est-à-dire que la manière de te préparer à l'expérience, la manière dont tu vas te sentir observé, regardé, la manière dont on t'as préparé, la bienveillance que tu peux sentir : tout cela est très important puisqu'à partir du moment où tu mets le casque sur ta tête, tu te coupes du monde, tu deviens aveugle, et donc il faut que tu te sentes en sécurité pour que tu puisses te laisser aller et profiter pleinement de l'expérience. On a donc beaucoup travaillé ces questions de médiation culturelle et de chemin vers l'expérience dans le VR Arles festival. C'est ce qu'ils sont actuellement en train de repenser au Palais de Tokyo : il faut une médiation extrêmement adaptée à la VR. Mais effectivement, le lieu a été pensé pour être permanent et complètement dédié à la VR.

Parmi les œuvres que vous avez pu visionnées en VR, la ou lesquelles vous ont le plus marqué ? Et pourquoi ?

Plusieurs œuvres m'ont marquée, mais au fil des années les œuvres évoluent et progressent beaucoup : on n'est pas impacté de la même manière selon que l'on visionne un œuvre en 2016 ou qu'on la visionne en 2020.

Le film « Dear Angelica » réalisé par Saschka Unseld et l'artiste Wesley Allsbrook m'a vraiment bouleversé. C'est l'histoire d'une fille qui parle du deuil de sa mère, qui est en termes d'évocations et de puissance de la narration extrêmement forte : je me souviens d'avoir enlevé le masque et d'être quasiment en pleurs.

L'expérience « Tree Hugger » d'un collectif anglais m'a aussi beaucoup marqué : on fait l'expérience d'embrasser un arbre, de mettre sa tête dedans et de voir le trajet de l'eau à l'intérieur : c'est extrêmement bien fait.

Une autre expérience narrative/fictionnelle qui m'a beaucoup marqué, c'est « Diner party » : c'est l'histoire vrai d'un couple Américain qui est le premier à avoir fait état d'un enlèvement extraterrestre, le scénario est très bien écrit et la force de la VR rend cette narration possible qui aurait été très compliqué à raconter avec un média traditionnel.

Enfin l'œuvre « Travelling While Black » qui raconte les conditions de transports des noirs Américains aux États-Unis, relatives au Green Book, est vraiment une expérience incroyable.

Pour terminer, l'œuvre Ayahuasca de Jan Kounen, met en scène une transe relative à l'emprise de ce psychotrope : l'expérience est incroyablement forte.

Il y a différents niveaux de narration et je ne suis pas touché par la même chose dans ces différentes expériences, mais c'est ce que j'aime dans la VR : cette diversité dans la manière dont les émotions peuvent-être transmises.

Selon vous, la VR va-t-elle continuer son ascension dans l'art et permettre d'alimenter une certaine sphère d'artistes VR ?

On voit apparaître une scène internationale d'artiste VR qui avant était très isolé dans certains festivals d'art numérique. Maintenant on voit que l'on retrouve la VR sur des forums d'arts contemporains, sur des manifestations, à différents niveaux. Il y a encore une défiance du public vis à vis du médium casque, qui pose souci. Mais de plus en plus, ce médium pénètre dans la société, les gens ont fait une première expérience et il y a une appétence pour ce médium-là. Je pense que c'est un médium qui évolue extrêmement vite, c'est-à-dire que les casques d'il y a 4 ou 5 ans ne sont plus du tout les mêmes qu'aujourd'hui et on va certainement aller vers une miniaturisation des casques. Le casque comme on le connaît aujourd'hui n'aura pas du tout la même tête demain. L'évolution du support physique va beaucoup influencer sur la démocratisation du médium. Je pense qu'il y a de place pour de la VR qui ne soit ni du jeu vidéo ni du sensationnalisme et à mon avis la voie onirique de la VR, c'est-à-dire ce pouvoir d'évocation, qui permet une certaine incarnation de subconscient : c'est comme si l'on se retrouvait à l'intérieur de notre subconscient ou en tous cas c'est un moment de réflexion et d'introspection assez fort. Lorsqu'on arrive à avoir une pertinence sur le spectateur qui est de l'ordre du subconscient, on utilise pleinement la spécificité de ce médium. Encore une fois cela peut être dangereux car on arrive à rentrer en profondeur dans l'âme des gens et on sait que cela peut causer des dégâts. Mais le festival est là aussi pour observer les bonnes pratiques, et savoir lire des comportements ou des projets qui ne le seraient pas.

Quand vous parlez d'artistes VR, sont-ils spécialisés dans le domaine de la VR ou viennent-ils de divers horizons ? Les artistes VR sont-ils transversaux ?

Il n'y a pas vraiment d'artiste VR puisque la VR en elle-même existe depuis 6 ou 7 ans dans la forme que l'on connaît aujourd'hui, mais il y a des gens qui se sont spécialisés dans la VR. Très souvent, les artistes viennent de plein d'autres univers, aussi bien de la 3D, de l'art digital, de la photographie, du cinéma, de la vidéo : il y a vraiment une multitude de profils. D'ailleurs, dans le cadre du VR Arles festival, on a développé une résidence d'écriture avec l'Institut Français, où on sélectionne des profils de gens qui décrivent des expériences VR et l'idée est de pouvoir développer ces projets et les mettre en avant. On voit dans la diversité des profils qui viennent à cette résidence d'écriture qu'il y a des gens qui viennent d'horizons très différents.

L'aspect « technique » ne décourage-t-il pas certains artistes ?

Alors, la VR s'est beaucoup simplifiée ces dernières années en termes de moyens techniques concernant sa création et sa diffusion. De plus la manière de faire de la VR a elle-même beaucoup évolué : avant il fallait prendre des caméras, fabriquer des rigs pouvant supporter 8,10,12 caméras, puis faire du stitch, c'était très complexe. Maintenant, il y a des caméras toutes intégrées dont le stitching est quasi automatique, ou alors on utilise la 3D, de l'animation. De plus en plus on s'oriente vers une nouvelle ère de la VR qui s'oriente vers la Photogrammétrie et qui a commencé il y a environ 2 ans. La Photogrammétrie c'est une manière de capter le monde grâce à une technique photographique pour restituer des lieux ou des objets de manière assez fidèle et photo-réaliste. On ira probablement bientôt vers la vidéogrammétrie qui est encore compliquée à mettre en place aujourd'hui mais ça ne saurait tarder. La manière de faire de la VR évolue beaucoup, et on voit aujourd'hui qu'il y a des applications qui permettent des choses assez simples en termes de photogrammétrie telle que Scandy Pro.

Travaillez-vous avec des loueurs particuliers lorsque vous effectuez un tournage VR en prise de vue réelle ? Avez-vous l'habitude de travailler avec des studios de 3D lorsque le projet est fait en animation 3D ?

Il y a plusieurs cas de figures, Fisheye possède un certain nombre de matériel en interne, mais souvent, on va travailler avec un réalisateur ou un artiste qui va nous demander une technique particulière et, dans ce cas, on passe effectivement par des loueurs. En revanche, si l'on fait de la photogrammétrie, il suffit d'avoir un appareil photo classique pour les prises de vues. On travaille également avec des Startup spécialisées comme

Art of Corner par exemple : ils ont un vrai savoir-faire. Avec Fisheye, on a créé un incubateur de startup qui s'appelle l'Agrandisseur Fisheye, qui repère et investit dans des projets liés à l'image ou à la culture avec une dimension innovante, dans lequel il y a 4-5 entreprises dont Art of Corner.

Participez-vous aux choix des œuvres présentées au VR Arles festival ? Et, notez-vous une différence entre les œuvres présentées dans les premières éditions et celles présentées plus récemment ?

Cela n'a rien à voir, l'évolution est majeure : il n'y a pas une œuvre sélectionnée la première année que l'on pourrait garder pour les éditions d'aujourd'hui. Même d'une année sur l'autre c'est impossible car on est avec un médium qui évolue très rapidement. La technologie évolue à peu près à la même vitesse que la photographie numérique à son apparition, où l'on passait d'un appareil photo qui faisait 0,3 millions de pixels à un appareil de 1,5 millions de pixels, puis de 3 millions de pixels etc. Aujourd'hui nous sommes à 50, 60 et 70 millions de pixels... Ces cinq dernières années, la photographie numérique à peu évoluée, même si elle s'améliore, s'optimise, ou que l'on rajoute certaines fonctionnalités, mais il n'y a plus de changements fondamentaux. Or les premières années de la photo numérique, il y avait tous les 6 mois des évolutions énormes. En VR nous sommes encore dans cette période de révolution.

Où se situe le VR Arles festival et comment l'espace qui lui est consacré s'organise-t-il spatialement ? Y'a-t-il des chaises, des fauteuils ? Est-ce un espace vide ?

C'est situé dans un espace d'Arles qui s'appelle le couvent Saint-Cézaire. C'est un endroit assez privilégié d'Arles, puisqu'il y a une cour intérieure où les gens attendent, entourés par de grands platanes. Et il y a des salles autour de cet espace extérieur, dans lesquelles le public vient vivre les expériences VR. Ce qui est très agréable c'est aussi que toutes les pièces sont climatisées, ce qui permet un certain confort, d'autant plus que le festival d'Arles se déroule en été. Cet espace est très relaxant et contribue fortement à la qualité des expériences.

Quelle est la capacité maximale de cet espace VR ?

On a à peu près 25 casques en tout, et on est ouvert tous les jours pendant juillet et août à partir de 10h le matin et jusqu'à 19h30. En moyenne il y a environ 600 à 700 personnes par jour puisqu'on est à peu près sur 40 000 visiteurs par été.

Les rencontres d'Arles en revanche, sont dispersées sur l'ensemble de la ville mais le VR festival fait bien partie du programme des rencontres d'Arles.

Avez-vous une préférence, une opinion quant aux expériences VR tournées en prise de vues réelle et celle modalisées complètement numériquement en animation 3D ?

Ça dépend vraiment du sujet : les deux m'interpellent. Souvent, si c'est en 3D et en temps réel, cela permet une interactivité beaucoup plus forte. Mais maintenant avec la photogrammétrie, on a aussi la possibilité d'avoir de l'interactivité et du temps réel. Je pense qu'il va y avoir une convergence entre ce qu'apporte la photogrammétrie et ce qu'apporte la 3D, vers des expériences qui auront à la fois de l'interactivité temps réel ainsi que l'aspect photo réaliste. Mais tout dépend de la manière dont le sujet est traité, il n'y a pas une méthode qui me convient plus que l'autre : il faut juste qu'il y ait une cohérence entre la bonne utilisation des médiums par rapport aux sujets traités.

Que pensez-vous d'emprunter le médium de la réalité virtuelle pour l'appliquer au domaine du clip musical ?

Il y en a déjà eu quelques-uns. La question qu'il faut se poser c'est pourquoi je vais tourner ce film en VR et qu'est-ce que ça apporte de différent par rapport à une réalisation classique ? Aujourd'hui le seul problème c'est la limitation de la diffusion : puisque les clips sont des vecteurs de communications extrêmement forts, faits pour soutenir le streaming audio. En VR, sa diffusion dans des conditions optimales est limitée : il faut donc aussi penser la question de la diffusion. Mais je suis sûr que dans quelques années quand les médiums de diffusion seront adaptés, il y aura évidemment des clips musicaux en VR. On pourra faire en sorte que le spectateur se sente extrêmement acteur de ce clip. Il y a aussi la question de la subjectivité : de quel point de vu regarde-t-on ? Il y a beaucoup de choses qui peuvent faire que l'interactivité à l'intérieur du clip peut-être très forte en VR, et c'est là où le clip VR arrivera à se différencier par rapport à un clip classique. Si c'est juste une vidéo 360°, je ne pense pas qu'il y ait un intérêt énorme, mais si ça devient des projets extrêmement interactifs et forts, là, ça devient très intéressant.

Selon-vous, est-ce que montrer des œuvres VR, dans une galerie physique a du sens ?

De toute manière, les allers-retours entre le digital et le physique sont constants. Si on parle de la photogrammétrie par exemple, on voit des artistes qui vont faire de la sculpture, pour ensuite en faire de la photogrammétrie et enfin, développer une œuvre digitale à partir de la photogrammétrie de la sculpture, qui elle-même donnera naissance à une installation. Donc les allers-retours sont constants : ce n'est pas prêt de s'arrêter. Et sur le fait de présenter des œuvres VR en galerie, il y a déjà pas mal de cas qui ont été montrés. Mais à l'heure actuelle il n'y a pratiquement que certains musées, notamment Américains qui achètent ce genre d'œuvres VR. On est encore sur un marché très peu mature en termes d'achat d'œuvres VR mais il est en train de prendre de l'importance. Au-delà de la VR, il y a aussi toutes les œuvres dites « immersives » qui ne nécessitent pas forcément un visionnage par casque. Je crois beaucoup aux œuvres immersives de manière plus globale, et aux expériences collectives immersives qui peuvent être soit tout le monde à l'intérieur d'une même pièce ou une expérience où on porte des casques mais où l'on aperçoit tous les participants dans l'expérience.

Vous avez sorti un magazine Fisheye, le Hors-Série n°4 consacré à la réalité virtuelle selon un point de vue artistique, est-ce que c'est une volonté de votre part de concentrer votre propos sur les œuvres et les auteurs ? J'ai l'impression que vous légitimer la VR comme pouvant être un médium d'expression artistique.

Ce n'est pas nouveau : lorsqu'un nouveau médium arrive, les artistes s'en emparent et tentent d'ailleurs souvent de détourner ledit médium. Ils tentent d'apporter une proposition artistique et différente : ce fut le cas avec la sculpture, la peinture, la photographie. Aujourd'hui c'est le cas avec la VR : les artistes s'emparent de ce médium qui proposent des choses extrêmement intéressantes : il n'y a pas trop de doute sur le fait que la VR devienne un médium d'expression artistique. Encore une fois, la question qui se pose c'est plutôt celle de la diffusion et de l'accès des œuvres au public : comment est-ce que des productions très importantes ne deviennent pas anecdotiques en termes de diffusion, et comment toucher le plus grand nombre ? Car l'art a aussi vocation à se diffuser, donc ce n'est pas tant la question de la production qui se pose mais plutôt la question de la diffusion qui est primordiale pour que la VR soit viable. Des réponses commencent à apparaître dans certains musées ou institutions et je pense notamment au Centre Phi à Montréal, qui est vraiment un lieu de culture numérique et d'art immersif très pointu.

Quel rapport faites-vous entre la photographie et l'expérience de réalité virtuelle, ou la VR de manière générale ?

Parfois il n'y a aucun lien et parfois il y en a, cela dépend des expériences. De plus en plus on voit des photos qui, par le biais de la réalité augmentée va nous conduire à de l'expérience VR, il y a aussi des photographes qui se mettent à la photogrammétrie. Par exemple, dans le cadre du festival en 2020, on va faire une exposition photographique uniquement réalisé en photogrammétrie et qui apporte une esthétique extrêmement différente de celle de la photographie, pourtant ce sont des tirages photographiques qui seront présentés. Mais effectivement, il y a des allers retours assez forts entre photographie et VR, à partir du moment où l'on capte le monde avec des appareils qui permettent d'enregistrer la structure photo-réaliste des choses et du monde qui nous entoure. Il y a toujours des puristes qui diront que la photographie c'est uniquement de la photographie mais ce n'est pas mon point de vue puisque, lorsqu'on capte le monde avec un outil qui capte la lumière renvoyée par un objet, on rentre dans le champ de l'image, qui est très vaste et en permanente évolution.

Comment donner envie de visualiser une expérience VR ? Faut-il faire une bande annonce classique, un résumé textuel ?

Il y a d'une part la manière dont on parle de l'œuvre, et d'autre part les éléments de scénographie mis en place pour contextualiser une expérience. Ce n'est pas juste un casque et un ordinateur mais aussi le contexte et la scénographie liée à une expérience. De plus en plus d'expériences vont être scénographiées et c'est notre volonté pour le prochain festival en 2020 d'avoir uniquement des expériences scénographiées.

Vous êtes en quelques sorte une personne transversale puisque vous vous intéressez et vous combinez différents médiums et différentes activités : quel est le lien entre toutes vos occupations professionnelles ?

C'est vraiment la vision d'auteur : que ce soit de la photographie, de la vidéo, en VR, des installations artistiques, des expositions, de la curation etc. A chaque fois, ce qui nous intéresse ici, et ce qui m'intéresse moi c'est la manière dont tout cela est lié par du sens et la vision d'un auteur, dont le but est de donner du sens par l'image. Il y a parfois une espèce de confusion qui veut que les gens mettent du sens, et donc ils illustrent ce sens par une image. Je pense que c'est complètement l'inverse qu'il faut faire : c'est d'abord une image dans lequel se cache le sens. Car si les gens ne rentrent pas dans l'image, ils ne rentreront pas dans le sens donc, l'image doit être

suffisamment forte, engagée, incarnée pour que les gens trouvent le sens que l'auteur y a mis. C'est cette corrélation entre le sens et l'image qui m'intéresse et la manière dont les auteurs s'emparent de cette question. C'est aussi pour cela que j'ai créé Fisheye. Il y avait clairement, dans les magazines photos, une vision traditionnelle de la photographie, même à Images où j'ai travaillé, et qui était déjà pourtant un magazine contemporain par rapport à ce qui pouvait exister. De manière générale, une vision assez classique de la photo prédominait, notamment par rapport à la notion de légitimité dans le milieu de la photographie. Qu'est-ce qu'un auteur qui était légitime ? C'était un auteur qui était exposé dans un musée, dans un festival, qui avait publié chez un éditeur reconnu, qui avait eu des articles de presse dans une certaine presse, qui était reconnu par certains curateurs ou certains experts etc. De mon côté, [vers 2012] j'avais l'impression que je voyais apparaître des auteurs sur Instagram qui était encore une plateforme toute récente. En 2012 je réfléchis donc à la création de Fisheye qui voit officiellement le jour en juin 2013, et tente de montrer l'apparition d'une nouvelle catégorie d'auteurs. C'est cette photographie-là qui m'intéresse et que j'ai eu envie de mettre en avant et c'est finalement ce que l'on a fait au sein de Fisheye.

Selon quel modèle économique fonctionne Fisheye ? Comment toutes les activités de Fisheye s'imbriquent les unes avec les autres ?

On a différentes activités : celles liées à l'édition telles que les magazines, les livres, les hors-série : on a par exemple publié le livre « Maurice » de Charlotte Abramow. On doit également gérer nos galeries mais on a aussi des activités de production de contenus : on crée pas mal de magazine pour d'autres personnes ou entreprises telle que FNAC par exemple. De plus en plus on gère la gestion de divers comptes Instagram comme Ruinart, Leica, Orange. Notre production photo et vidéo est également importante : par exemple on est en train actuellement de faire une grande production pour LVMH qui s'appelle « une journée pour soi » avec le secours populaire qui accueille des femmes dans des lieux assez exceptionnels pour leur faire passer une journée hors du commun avec différentes activités. À un moment, elles sont prises en photo. Lundi dernier, on a monté à Versailles dans la galerie des Batailles 16 studios photo avec 16 photographes, 16 assistants, 9 retoucheurs, on a shooté 400 femmes dans la journée. C'est un exemple des types de productions que l'on peut effectuer. Les gens viennent nous chercher car on a cette capacité à avoir cette curation photographique, à ne pas être une agence qui vend ses photographes mais à trouver les bons photographes, aux bons endroits aux bons moments.

ANNEXE 2 : Interview de FRANÇOIS KLEIN

Producteur de RV et Co-fondateur de Digital Rise.

Le 09/03/2020 à Paris.

Bonjour François, et merci de m'accorder cette interview. Pourriez-vous me résumer votre parcours, et me dire ce qui vous a amené à la réalité virtuelle ?

Bonjour, je m'appelle François Klein, je suis producteur d'expérience immersive et président de la société Digital Rise, que j'ai créée en 2018 mais dont l'activité a commencé en 2016. Comment suis-je arrivé à la réalité virtuelle... J'ai toujours eu une curiosité accrue pour les nouvelles technologies de l'image, dès mes études supérieures dans l'audiovisuel. J'ai eu un parcours de production, de producteur de bout en bout. J'ai eu la chance de faire un BTS en alternance pendant deux ans dans une chaîne de télévision, France 24 à l'époque. C'était en 2006 donc la chaîne commençait tout juste. J'ai pu avoir un poste d'assistant de plateau, ce qui me permettait d'être au quotidien en contact avec des techniciens, du matériel et des infrastructures. À l'époque France 24 était la première chaîne télé de France entièrement numérique.

Vous étiez donc sensibilisé au numérique assez tôt !

Oui, c'était assez passionnant, cela a éveillé ma curiosité : je m'intéressais au fonctionnement des équipements : la lumière, le son, les caméras, etc. Après le BTS, j'ai commencé à fréquenter les salons professionnels. En 2010, j'ai rencontré Thomas Villepoux qui est mon associé aujourd'hui. On s'est rencontré lorsque j'étais chargé de production sur un projet d'émission de télé en 3D relief. C'est comme ça que j'ai rencontré Thomas qui lui était stéréographe. Un stéréographe, c'est un genre de chef opérateur spécialisé pour la stéréoscopie. Il m'a donné le goût de l'image en 3D. C'est là que j'ai pu découvrir comment faire des images en 3D, ça m'a beaucoup intéressé, passionné. Je me suis donc formé et spécialisé dans la production de film en relief et de film en aiguille j'ai continué d'ajouter des cordes à mon arc, notamment sur la production de contenu multimédia numérique. En 2009, je faisais aussi une licence professionnelle en gestion de production

audiovisuelle cinéma d'animation aux Gobelins. C'est une formation d'un an, qui permet d'avoir un diplôme de licence, en complément d'un Bac +2. J'ai vraiment une vision transversale de l'image et j'étais très intéressé par mélanger les genres et les techniques. Après, j'ai continué à multiplier différentes expériences, j'ai travaillé dans une autre chaîne de télé au poste de chef de projet pour la fabrication de programmes. C'était chez Orange. Je faisais partie de l'équipe qui s'occupait de commander, auprès des laboratoires de post-production et de masterisation, tous les fichiers de diffusion pour les chaînes de télé OCS et la VOD d'Orange. Ça faisait beaucoup de travail, je crois qu'il y avait 100 à 150 programmes à traiter par mois. Ça c'était en 2012. Puis en 2013, avec Thomas on a commencé à découvrir des choses avec la réalité virtuelle. On a eu l'occasion d'expérimenter les casques de réalité virtuelle. On a très vite réfléchi à ce qu'on pouvait faire : comment raconter des histoires adaptées au médium de la réalité virtuelle ? En parallèle de mon travail chez Orange, je retrouvais Thomas pour qu'on expérimente des choses.

Vous avez donc réussi à combiner votre travail chez Orange avec la création de votre société Digital Rise ?

Oui, chez Orange c'était plutôt cool, je pouvais faire des demi-journées, c'était assez flexible. Sinon je travaillais le week-end. Quand mon CDD chez Orange s'est terminé, j'ai eu l'occasion d'être embauché pour la masterisation des films et séries d'animation. J'ai fait un peu de restauration de patrimoine pour les vieux films Warner. Et toujours en parallèle, je développais mes expérimentations autour de la VR. Fin 2016, j'ai tout plaqué pour me concentrer pleinement à la production de film en relief. J'ai rejoint Thomas, qui travaillait à l'époque pour DV Groupe, un studio d'innovation digital, le plus gros studio producteur de film 360. Ensemble on a pu travailler sur des œuvres en co-production avec DV Groupe, notamment des documentaires en VR. Un pour France télévision : *Dans la peau de Thomas Pesquet*, et un en co-production avec Arte : *Archi Vrai*. *Archi Vrai* est un documentaire que l'on a tourné en VR 8K avec des caméras de cinéma RED, mais ce film n'est pas en relief. Les capteurs super 35 nous permettaient d'avoir de belles dynamiques d'images. Pour nous c'était super intéressant car on a pu travailler de façon professionnelle. À l'époque, on tournait beaucoup la réalité virtuelle avec des petites caméras Go Pro, donc les qualités d'images n'étaient pas hyper propres. Et puis, faire venir des gens du cinéma sur un tournage de réalité virtuelle en leur disant : « Hey regardez on tourne avec des Go Pro », ce n'était pas top. On a donc pu montrer qu'il y avait des choses intéressantes à faire avec des caméras de

cinéma, ça nous a permis d'avoir un super beau film VR avec des belles couleurs, qu'on a étalonné sous Mystica. En 2017, avec DV Group, on a travaillé sur une œuvre qui s'appelle *Alice, The Virtual Reality Play*, c'est une expérience immersive en réalité virtuelle, en animation temps réel où le spectateur incarne Alice. Il est emmené dans une aventure au Pays des merveilles dans laquelle il rencontre les différents personnages de l'univers d'Alice notamment le lapin blanc, le Hunty Dunty, le petit personnage qui a une tête d'œuf et la chenille. La particularité de cette expérience c'est que les 3 personnages sont incarnés en temps réel par un comédien qui joue avec un équipement de motion capture, placé sur son corps et sur son visage.

Il y avait différents comédiens pour interpréter les différents personnages de l'histoire ?

Non c'était un seul comédien qui faisait les trois personnages puisque c'était des tableaux successifs. C'était assez inédit à l'époque puisque jusque-là les expériences étaient très verticales, les gens étaient assez passifs dans une expérience VR et là il y avait une vraie interaction à la fois verbale et physique. Le comédien était amené à rentrer en contact physique avec le spectateur, et des objets de jeux qui étaient physiquement présents dans l'espace réel étaient représentés et localisés au même endroit dans l'espace virtuel. Donc, lorsque le spectateur interagissait virtuellement avec les objets, il était en contact en physique avec eux. Le sentiment d'immersion était très grand. Le clou du spectacle c'est qu'à la fin, le spectateur était invité à manger un champignon en meringue : tous les sens étaient sollicités. Le fait de manger le champignon crée une interaction dans l'histoire. Les retours ont été très intéressants, à la fois du point de vue public mais aussi du côté industriel. DV Group a envisagé de poursuivre son activité sur ce type de contenu, dans des dimensions beaucoup plus importantes : des shows sur des surfaces très grandes -200, 300m²- pouvant accueillir 300 personnes par jour. DV group envisageait également de travailler avec des studios américains sur des licences de cinéma. Très ambitieux. Nous, avec Thomas on voulait continuer à travailler sur des projets à dimensions humaines et ne pas laisser tomber le film 360, ce qu'on appelle aujourd'hui la cinématique VR. On a donc créé Digital Rise pour continuer de développer différentes expériences numériques, immersives avec un travail accru sur l'écriture et la narration pour créer de vrais univers narratifs. Et voilà, on est aujourd'hui en 2020, la société a 1 an et demi. On a déjà deux co-productions qui sont sorties. En 2018, on a tourné *Mechanical Souls*, notre premier

projet en tant que producteur délégué. Mechanical Souls est un film de réalité virtuelle qui a la particularité d'avoir une narration en embranchement. Pour cela, on a dû créer un moteur narratif qui analyse en temps réel l'endroit où regarde chaque spectateur. L'idée était d'avoir une diffusion collective. En fonction de l'intérêt du spectateur pour l'un ou l'autre des personnages, l'une ou l'autre des situations. En fonction de là où il regarde dans l'image 360. Le logiciel va calculer des statistiques avec un peu de pondération et en fonction des résultats, va adapter le montage du film en temps réel et de façon totalement transparente pour emmener le spectateur dans le parcours narratif qui lui suscite le plus d'intérêt. Il ne s'agit pas de technologie d'analyse du regard, ce n'est pas de l'eye-tracking, c'est ce qu'on appelle du gaze tracking, c'est là où se porte l'attention du spectateur et non son regard. Ce sont deux niveaux de technologies complètement différents, le eye-tracking implique une technologie de capteurs à l'intérieur du casque qui analyse la direction de la pupille. On n'en est pas encore là. On a intégré ce film dans un spectacle de théâtre immersif qui vient renforcer l'univers narratif et qui permet d'emmener les gens dans une expérience plus longue que juste un film. C'est-à-dire qu'à la fin de la visualisation du film, les spectateurs retirent leurs casques et sont amenés à discuter ensemble. Les spectateurs sont invités à partager en groupe ce qu'ils ont vu et c'est là qu'ils se rendent compte qu'ils n'ont pas vu la même chose alors qu'ils ont supposément visualisés la même histoire. N'ayant pas les mêmes perspectives sur les événements, ils ne sont pas d'accord. L'idée c'était de créer à la fois le débat, la contradiction, et un effet de collaboration entre les spectateurs pour dénouer le vrai du faux et définir la suite de l'histoire. Ils sont amenés et accueillis dans une pièce. Avant le début du film, il y a une petite introduction à l'univers narratif qui dure à peu près 5min. Ensuite, ils voient le film, qui dure à peu près 15 à 17 min et enfin, après il y a cette partie de « débat » entre les spectateurs, qui est guidé par les comédiens. Il y a donc une connexion directe entre les spectateurs et les comédiens, toujours dans l'univers narratif. Cela permet de garder les gens dans une histoire. Souvent quand on regarde un film, on fait une expérience immersive et le retour à la réalité peut-être un peu brut. Surtout si l'expérience est un peu longue, on est en immersion dans l'univers virtuel, on enlève le casque et PAF, retour brut à la réalité. Souvent il faut un peu de temps pour revenir et ça peut être

décontenançant. Avec ce film, on a fait une première internationale au festival de Sundance. On l'a emmené au festival SXSW à Austin.

Vous faisiez toujours venir les mêmes acteurs ?

Pas toujours, cela dépendait des disponibilités de chacun et du temps que nous avions. À Sundance oui. À Austin on a juste montré le film sans la partie débat. C'était très intéressant car on a eu deux dispositifs de visionnage différents qui nous ont permis d'analyser les comportements spectateurs dans deux cas de figures. Cela nous a permis de nous rendre compte que la partie théâtre immersif était très importante puisqu'elle permettait de capter l'audience et de l'amener dans le partage. Ce film a aussi été montré, avec les comédiens, à New Images à Paris et au festival de Genève. À la fin de l'année, on a eu la chance d'avoir un Lumiere Awards pour la meilleure stéréoscopie dans un film VR. C'était une très belle expérience. Cette année on a une deuxième production qui va tourner en festival, qui est une co-production avec Taiwan. Malheureusement la première mondiale devait avoir lieu au South by Southwest (SXSW) sauf que le festival vient d'être annulé à cause du Covid-19.

Quel est votre rôle en tant que producteur VR, et quelle différence existe-t-il avec un producteur de film « classique » ?

Le rôle d'un producteur c'est l'argent. C'est trouver l'argent pour financer, trouver les partenaires à engager et les éventuelles co-production pour un projet. On peut dire qu'à ce niveau-là, la base du métier reste la même.

Sentez-vous un certain engouement pour les projets en RV ? Y'a-t-il plus de financement, pour des productions ?

Pas du tout, pas du tout ! C'est même plutôt l'inverse. Producteur d'expérience immersive est un métier très difficile. Le cinéma jouit d'être une industrie établie, avec un modèle économique qui fonctionne, qui a prouvé sa viabilité. Pour la réalité virtuelle, le marché ce cherche encore, l'industrie est balbutiante. Même si, aujourd'hui on maîtrise les arts et les techniques, on garde un côté innovation. Je n'ose pas dire expérimental puisque, j'estime qu'on a passé le cap de l'expérimentation mais on a toujours une partie innovation. À Digital Rise, pour chaque projet on a une volonté éditoriale qui consiste à toujours se questionner :

sous quelle forme et comment peut-on surprendre le spectateur ? Comment peut-on repousser les limites de l'immersion ? Il faut trouver des façons avec lesquelles on peut prendre le spectateur par la main et l'emmener de façon complètement naturelle en immersion, dans une narration, dans un univers dans lequel il va s'inscrire et se projeter. Par rapport à un producteur de télévision ou de cinéma, en tout cas pour moi, on a une implication supplémentaire : on va travailler le plus tôt possible avec les auteurs et les créateurs de projets sur la structure narrative, éditoriale, artistique pour qu'elle fasse sens, qu'elle soit fluide, qu'elle soit comprise par le spectateur, qu'elle fonctionne sur le médium ciblé.

Comment vous choisissez les projets ? Comment vous les trouvez ? Vous faites des appels à projets ?

On est à l'initiative de quelques projets mais souvent, c'est des rencontres. La vie est faite de rencontre de toute façon. Mechanical Souls c'était vraiment une pure rencontre fortuite. J'avais rencontré Gaëlle Mourre, l'autrice , co-autrice et la réalisatrice du projet sur un salon des lieux de tournages à Londres. On a discuté, elle avait cette idée de film interactif. À l'époque elle voulait le faire sur mobile, elle voulait faire un film à embranchement sur mobile. Du coup on a pris le temps d'en discuter, d'étudier son projet et on lui a fait part de notre souhait : de l'accompagner plutôt sur un projet de réalité virtuelle. Après, on prend aussi des projets qui correspondent à une certaine ligne éditoriale. On est à la recherche de narration, d'histoires, de sujets qui vont interpeller les spectateurs sur leur personnalité, leur comportement mais certainement pas de façon frontale. L'idée c'est d'amener le spectateur à se questionner... Par exemple, sur Mechanical Souls, l'objectif était de questionner individuellement les spectateurs sur leur comportement envers les nouvelles technologies. Pour nous c'est très plaisant parce qu'on a réussi à créer une expérience sociale à travers une expérience immersive. L'interaction sociale est très importante pour nous dans toute nos créations.

Oui c'est très intéressant ce contraste entre la réalité virtuelle et réalité physique.

Oui exactement. La réalité virtuelle a la particularité d'être quelque part une expérience individuelle puisque on ne peut pas être plusieurs sur un seul casque. Comment créer de la collaboration avec un outil, un support de diffusion individuelle ? Il y a des expériences en temps réel, de film 360 où les gens se

retrouvent sous forme d'avatar dans l'espace virtuel. Mais ce n'est pas ce vers quoi on se dirige avec Digital Rise.

Pourrais-tu expliciter les concepts « 3-dof » et « 6-dof » ?

Il y a deux typologies d'expériences de réalité virtuelle, donc il y a la cinématique VR et ce qu'on appelle le temps réel. La cinématique VR a la particularité de proposer une expérience à trois degrés de liberté, souvent ré-amené à l'acronyme 3-dof. Les expériences temps réels sont à 6 degrés de liberté, 6-dof. Les trois degrés de liberté correspondent aux faits de bouger la tête de droite à gauche, de haut en bas et pencher la tête de droite à gauche. Les 6 degrés de liberté, ce sont les 3 degrés de liberté, plus la possibilité de translation du corps dans l'espace X, Y et Z. Dans le cas des 6-dof, on peut se déplacer librement dans le contenu, l'image que vous voyez s'adaptera en temps réel à votre position dans l'espace.

Y'a-t-il un rapport entre 6-dof et stéréoscopie ? Est-ce que le 3-dof peut être stéréoscopique ?

Les deux peuvent être en monoscopie ou en stéréoscopie mais le dispositif de visionnage étant de fait stéréoscopique, ce serait dommage de ne pas faire des films en 3D stéréoscopique.

Sur le site de Digital Rise, on peut lire que vous faites la différence entre trois types d'œuvres : les œuvres VR cinématiques, le room scale ou free rooming et le théâtre immersif.

Dans une expérience en 6-dof, on va pouvoir regarder sous une table, s'accroupir, se redresser etc. Dans le « Room Scale » ou « à échelle de la pièce », on va pouvoir se déplacer librement dans une pièce. Ça peut aller jusqu'à 20m² par exemple. Les expériences qu'on appelle « free rooming » ou « déplacements libres », permettent des libertés de mouvement illimités, on peut aller jusqu'à 100, 200m². L'espace d'un terrain de foot par exemple. Pour peu que l'on arrive à tracker, à localiser le spectateur dans cet espace et simuler l'espace virtuel en fonction. Aujourd'hui il y a un studio français de production de jeux vidéo « Eva », qui a réussi à faire une expérience de jeu de shooting en temps réel avec 8 joueurs

simultanés en free rooming sur 200m². Les joueurs se déplacent librement dans l'espace virtuel. Mais cela implique que dans l'espace virtuel, chacun puisse se voir sous forme d'avatar ou de fantôme. Sinon les joueurs se rentrent dedans. En fonction de si les joueurs sont en vie ou mort dans le jeu, ils apparaissent différemment mais ils restent constamment visibles par les autres joueurs.

Quelle est la différence entre une œuvre VR interactive comme *A Song Within Us* et une œuvre VR cinématique comme *Care*.

Alors les deux sont des œuvres cinématique et interactive. Pour *A Song Within Us*, les gens sont invités à chanter et s'ils chantent, le micro intégré dans le casque VR va capter la voix du spectateur. Lorsque le spectateur chante, des particules de lumière vont apparaître dans le film et le décor en arrière-plan va changer et va accompagner la chanson et le spectacle. Pour *Care*, ça va être de la narration à embranchement pleinement consciente puisque dans l'histoire la personne demande si le spectateur veut qu'elle utilise l'objet A ou l'objet B. Le spectateur répond par un hochement de tête. Après il y a les expériences interactives, dans tout ce qui est jeu, avec 6 degrés de liberté, où là on peut vraiment, comme on avait fait dans *Alice* par exemple, localiser des objets précis dans l'espace avec lesquelles le spectateur peut agir.

Selon vous, y a-t-il forcément de l'interactivité dans les œuvres cinématique en RV ?

Non, pas forcément. Les premières œuvres étaient complètement passives. Le cinéma VR peut être relativement passif. On n'est pas obligé d'avoir de l'interactivité pour peu qu'on ait des choses suffisamment intéressantes à raconter pour le spectateur. Il y a un grand débat aussi sur le scénario, comment écrire un scénario pour la réalité virtuelle. J'ai vu plusieurs scénaristes se creuser la tête et proposer des solutions pour écrire des scénarios. Au-delà de vouloir réinventer la roue, pour moi en tant que producteur, un scénario doit rester un scénario. Je fais une distinction très claire et très stricte entre ce qui est de la narration et ce qui est des intentions de réalisation. Réaliser des films c'est une chose, écrire des scénarios s'en est une autre. Ce sont deux métiers différents. On peut être très bon dans l'un et très mauvais dans l'autre. Et donc pour moi un scénario qui explique : « à gauche on voit ça , en haut le spectateur voit ça etc... » ce sont des intentions de

réalisations pas de l'écriture de scénario. On ne peut pas se servir de la VR comme un artifice à compenser une faiblesse d'écriture.

Pour terminer sur cette question, pensez-vous qu'il doit y avoir de l'interaction pour qualifier un œuvre d' « expérience de réalité virtuelle » ?

Non, non justement. En gros la définition se contente de dire que la réalité virtuelle est un monde entièrement simulé par ordinateur. Donc du coup, des gens vont dire que la cinématique VR, ce n'est pas de la réalité virtuelle : « La réalité virtuelle c'est 6 degrés de libertés, c'est des images de synthèses, c'est un univers dans lequel le spectateur peut se déplacer librement et avec lequel il interagit ». Ok, pourquoi pas. Moi je serais d'accord avec eux le jour où montrant un film de cinématique VR à un spectateur, le spectateur retire son masque et me dit : « qu'est-ce que c'est que ça ? j'ai demandé à voir de la réalité virtuelle. Je ne veux pas voir de la cinématique VR. » Jusqu'à présent, ça ne s'est jamais produit. J'irai plus loin, pour moi avec notre expérience de la réalité virtuelle, je ne définirai pas la réalité virtuelle par rapport à une technologie, à une technique de production de contenu, mais en fonction d'une expérience utilisateur, puisque nous c'est ce qui nous intéresse le plus. Pour moi, peu importe le type de contenu que l'on montre à un spectateur, dans un visiocasque. À partir du moment où le spectateur est capté par l'histoire, par le contenu et qu'il s'engage émotionnellement avec lui au point d'en oublier sa propre réalité, c'est gagné. Moi je fais une différenciation sur le concept de l'immersion. De mes propres expériences personnelles et de ce que j'ai pu voir en comportement utilisateur, je dirai que l'immersion vient, en tous cas pour le moment, en deux temps. Il y a un premier temps qui correspond à la présence. C'est-à-dire que quand on va monter un contenu dans un visiocasque, le premier réflexe que tout utilisateur a, c'est de regarder à 360° autour de soi, pour analyser ce qu'il voit. Et là, c'est un réflexe animal. L'immersion vient avec la narration. C'est parce qu'on a quelque chose à raconter au spectateur que l'on entre en connexion émotionnelle avec le contenu. La narration amène l'émotion qui fait l'immersion. Un peu comme une équation mathématique : narration +

émotion = immersion. Lorsqu'on est en immersion dans un film au cinéma, parfois on oublie même la salle, on oublie qu'il y a des gens à côté de nous.

Pour le moment, lorsque vous produisez un documentaire en VR, est-ce que vous l'envisagez en prise de vue réelle ?

Tout dépend du sujet, du thème, de ce que l'on veut raconter. Par exemple, *Archi vrai*, c'est un documentaire sur l'architecture, un documentaire très contemporain. On a entièrement filmé en prise de vue réelle. Si c'est un documentaire historique, qui fait appel à des images d'archives pour lequel on a très peu d'archives, on va être obligé de recréer des images. Après ça peut être intéressant de mélanger les deux techniques.

Et pour le documentaire sur Thomas Pesquet c'était de la prise de vue réelle ?

C'était que de la prise de vue réelle et c'était notamment le premier documentaire où l'on a fait des prises de vues dans l'espace. Le documentaire est en deux parties, la première partie c'est l'entraînement de Thomas Pesquet pour aller dans l'espace et la seconde c'est majoritairement au sein de l'ISS. On a même des images dans le documentaire de sa sortie extravéhiculaire. À ce moment, on est en point de vue subjectif, comme si on était dans le casque de Thomas Pesquet lors de sa sortie dans l'espace.

Comment avez-vous fait ? Vous lui avez donné une caméra ?

Oui. Il a été accompagné. On a essayé d'envoyer des opérateurs dans l'espace mais c'était un peu compliqué (rire). C'est surtout une question de temps, c'est un peu compliqué la formation. Plus sérieusement, on a bénéficié du fait qu'au sein de l'ISS, il y avait une caméra RED Dragon 6K. Par contre le capteur de la caméra était complètement cramé par les rayons cosmiques donc du coup quand Thomas Pesquet est parti, on lui a donné un nouveau capteur et lui a appris à changer le capteur. Il a dû lui-même changer le capteur de la caméra. Il a aussi pris un objectif 180°, un objectif pour faire des images semi-sphériques pour mettre sur la caméra. Il a fait les images au sein de la station. Et après nous en post-production, on s'est débrouillé, la magie de l'image, pour reconstituer une sphère. Et pour les plans extravéhiculaires, il avait une caméra HD sur sa combinaison, de très très bonne

définition. Du coup on a récupéré ces images là qu'on a re-contextualisé pour recréer l'image 360°. C'était un gros travail de post-production.

Si vous deviez citer une œuvre VR filmée en prise de vue réelle qui vous a particulièrement touchée, quelle serait-elle ?

J'ai beaucoup aimé le travail qu'on a fait sur Mechanical Souls, même si je ne suis pas objectif. On a tourné avec la caméra de Google en 360 stéréoscopique avec une définition de 8K par œil. Aujourd'hui on le diffuse qu'en 4K car on ne peut pas encore diffuser du 8K par 8K en relief, on est limité à la fois par les codecs de compression et à la fois par les machines de diffusion qui n'ont pas assez de puissance de calcul et de graphique pour gérer un tel débit d'image, surtout d'une telle qualité.

Quelle était la caméra Google que vous avez utilisée ?

C'était une grosse couronne avec 17 caméras. Google proposait un algorithme de recollement des images automatique qui était plutôt efficace. C'est la meilleure solution technique de production de film 360° que j'ai pu expérimenter. C'était rattaché à une plateforme de Google qui s'appelait Jump, je parle au passé car malheureusement ils l'ont fermée en juin 2019. En gros on filmait, on envoyait les rushs de chaque caméra sur la plateforme, via internet. On enregistrait les rushs sur des cartes SD, on derushait les cartes sur ordinateur, et on les envoyait sur la plateforme Jump via internet. Des milliers de processeurs graphiques calculaient les images et en 36h on avait une livraison sur serveur des images recollées, en 3D. Honnêtement, la plupart du temps, elles étaient à 80% parfaites.

Il n'y a pas d'équivalent aujourd'hui ?

Il y a le logiciel Mystica VR qui a des algorithmes similaires et le Template de la caméra intégrée dans le logiciel mais ce sont des calculs qui sont fait localement.

À moins d'avoir une render farm [ferme de rendu], pour processor les images, c'est beaucoup plus long.

Comment se passe la collaboration entre le producteur, le réalisateur et le chef opérateur dans une œuvre VR ? Est-ce différent d'un tournage classique ?

En VR on va surtout avoir un rôle clé qui est celui du superviseur VR. Il est la personne pivot entre toutes les étapes de création et fait le lien entre toutes les étapes pour s'assurer de la conformité artistique et technique de l'œuvre. Le superviseur VR a des notions d'optiques, il sait comment fonctionne l'œil humain, comment fonctionne le cerveau, l'appréciation. Il va s'assurer que le montage des plans fonctionne bien. Par exemple que les cohérences des places d'objets dans la 3D sont respectées. Le superviseur va aussi s'assurer, en fonction du scénario, du désir de réalisation du réalisateur, il va faire la proposition technique au niveau des caméras, de ce qui est possible de faire au tournage. Il est en lien avec le directeur de post-production et le directeur des VFX. Ils vont définir la charte de travail, des contraintes. Il va superviser et veiller, au moment du tournage, que les images réalisées sont bien celles qui doivent être faites, et que la caméra est correctement réglée. Après ça, il va emmener le film aux équipes de post-production, et s'assure de la bonne maîtrise et de la bonne cohérence de l'œuvre. Il a un rôle clef dans le suivi technique et artistique du rendu de l'œuvre.

Les œuvres -22.7 et Marie Antoinette ont été tournées en prise de vue réelle ?

Oui. Enfin, dans -22.7 il y a quand même des séquences en animation 3D (CGI) mais sinon c'est de la prise de vue réelle en effet. D'ailleurs -22.7 ça a été assez compliqué à tourner car tout est en 3D. Le film a été tourné en 360 relief et en fait la problématique, c'est que c'était tourné au Groenland, en plein hiver, avec de la neige, dans des paysages complètement enneigés. Sur des paysages blancs, de neige, c'est difficile, on a très peu de relief qui ressort. Du coup pour calculer les points de convergence de l'œil, définir la carte de relief, ça a été très très très compliqué. En fait ce qui permet de définir le relief d'une image, c'est quand on a

un objet qui est devant un autre donc on sait qu'il y en a un plus éloigné que l'autre, c'est comme ça qu'on a des repères qui permettent d'identifier le relief.

Comment et faut-il représenter le corps du spectateur en VR ?

C'est un vaste débat. Au début des films 360, beaucoup de choses ont été faites. Il y avait deux idées reçues dont je n'explique pas l'origine. J'essaie de voir comment je peux les phraser et les expliquer clairement. Il y avait des films en point de vue subjectif, à la première personne. Du coup, il fallait qu'on incarne un corps, ça ne pouvait pas être autrement. Je ne sais pas pourquoi ni qui a eu cette idée. L'autre chose, c'est de dire qu'en 360, on ne peut pas faire de montage, c'est que des plans séquence. Avec Thomas dans nos expérimentations, on a cherché différentes façons de bousculer ces idées reçues. En fait, déjà le montage est totalement possible, pour peu que les raccords soient bons, comme pour un film normal. Si nous, en VR on incarne le personnage principal, c'est difficile de rentrer en empathie et en émotion d'une part. D'autre part, incarner un personnage peut nuire à l'immersion puisque, que ce soit de façon consciente ou inconsciente, le spectateur, au fond de lui, aura toujours des problématiques à résoudre : qui incarne-t-il, comment, pourquoi, et quel est son rôle dans l'histoire. Si on ne répond pas à ces questions dès le début, une partie de l'attention du spectateur sera focalisée sur ces questions. L'autre problématique, c'est qu'il est très perturbant de voir un corps qui n'est pas le sien. Parfois, on se retrouve avec des corps qui sont allongés alors que l'on est debout ou assis... D'ailleurs, comme je le disais tout à l'heure, si on arrive à capter l'attention du spectateur et à l'emmener dans une histoire, il fera attention à l'histoire. Il ne prêtera pas attention au fait qu'il ait un corps ou non. Il s'en fiche, il regarde l'image et il rentre dans l'histoire.

Que pensez-vous du clip musical en réalité virtuelle ?

Il y a des choses très intéressantes qui ont été faites et je pense qu'il y a encore pas mal de choses à explorer. Je donne chaque année, dans des écoles, des cours sur la production de film en réalité virtuelle et il y a un clip qui pour moi reste référent et que je montre dans mes cours. C'est le clip des Naïves New Beaters *Heal Tomorrow* qu'ils ont fait en 360. Pour moi c'est une référence de ce qui peut être fait en réalité virtuelle et qui fonctionne. Il y a pleins d'autres choses à explorer. Après le problème c'est l'équipement du public. Est-ce que c'est pertinent de faire un clip, quels spectateurs va-t-on cibler avec un clip 360 ? Après si c'est dans le

cadre de l'événementiel et que c'est pour projeter sur un écran cylindrique ou dans un dôme hémisphérique, ça peut être intéressant. Encore une fois il faut une adéquation entre un public cible et un projet artistique et quelque chose à raconter.

Quel a été votre rôle dans Alice the Virtual Reality Play ?

Moi j'ai supervisé la production de l'expérience parce que c'était un challenge. C'est une expérience qu'on a dû réaliser en six semaines. Au début, le but du projet était de faire un show case au moment du festival de Cannes en 2017, de montrer jusqu'où on pouvait aller avec les technologies immersives. On a lancé le projet à J-6 semaines du festival de Cannes. Nous avons réussi à produire une œuvre en animation temps réelle de 15min, avec 4 décors différents, des personnages en motion capture temps réel, des comédiens, des objets interactifs etc. Il fallait avoir les reins solides ! L'expérience s'est faite en équipe réduite, avec très peu d'heures de sommeil et beaucoup de litres de cafés mais bon, on a réussi le challenge ! C'était assez extraordinaire à vivre comme expérience.

Dans une interview vous parlez de la nécessité de cinq techniciens pour un visionnage de l'expérience, quels sont les 5 techniciens en question ?

Oui parce qu'il y avait des interactions qui n'avaient pas encore pu être complètement automatisées et programmées. Il y avait une personne en charge de l'accueil des spectateurs au début. Il y avait aussi « un ninja », c'est-à-dire une personne en présente dans l'espace avec l'utilisateur, dont le rôle était d'inter changer les objets entre chaque scène, mais le spectateur ne devait à aucun moment sentir, percevoir cette personne. Pour le spectateur, il ne doit y avoir que lui et le comédien avec lequel il interagit. Il y avait deux autres techniciens en back stage qui s'occupait de suivre le bon déroulé de l'expérience et de déclencher des effets visuels avec des commandes spécifiques au sein de la mise en scène. Un peu comme un chef opérateur lumière sur une scène de théâtre sauf que là c'était des jeux de lumières qui étaient faits dans la réalité virtuelle en temps réel avec des commandes physiques. Enfin le réalisateur était présent ainsi que l'acteur vêtu des motions captures. Ça faisait une petite équipe ! Au total, l'expérience durait entre 20 et 30 minutes.

ANNEXE 3 : Interview de JUN PARTINGTON

Opérateur de Réalité Virtuelle chez Diversion.

Le 02/03/2020 à Paris.

Bonjour Jun, je sais que tu travailles pour diversion mais pourrais-tu nous dire plus précisément quel est le titre de ton métier et en quoi il consiste ?

Le titre de mon métier, c'est un peu compliqué car je fais plein de choses dans la VR. Dans la majeure partie du temps, on prépare et on organise les installations de réalité virtuelle pour que l'accompagnement du public se fasse dans les meilleures conditions. On va sur les lieux où il y a des prestations qui sont prévues et en fonction des espaces, on va essayer de voir comment on peut faire passer les câbles, si besoin même, apporter des meubles pour faciliter l'opération. Parfois, je suis aussi le menuisier de diversion : je crée des stations en fonction des événements, pour que ça s'adapte au lieu. Par exemple, s'il y a des contraintes de plafond bas ou des choses comme ça.

Est-ce que les installations que tu effectues sont temporaires, définitives ?

Ça peut être les deux. Mais souvent, ce n'est pas définitif. Ce sont des choses qui peuvent se déplacer et se démonter car les installations ne restent jamais plus de 3,4 mois. Souvent on les fait pour un événement, et lorsque l'on voit un événement qui comporte un peu les mêmes caractéristiques, on les réutilise.

C'est-à-dire, que, vous construisez les meubles nécessaires et que par la suite, vous les récupérez ? Est-ce que c'est diversion qui choisit le matériel que vous utilisez lors d'une prestation ? Comment le matériel est-il géré ? Est-ce que diversion prête ou loue du matériel ? Peux-tu nous donner un exemple précis d'une situation vécue?

Si on prend par exemple la Galerie Cinéma dans le Marais, c'est une galerie essentiellement liée au cinéma, ou Romain Duris présente actuellement ses croquis. Cette galerie possède un sous-sol qu'elle souhaitait exploiter pour la VR, ils ont donc fait appel à Diversion pour savoir ce que l'on pouvait mettre en place dans ce petit espace. J'ai donc créé des meubles en bois, le plus possible afin de les incorporer au mieux dans l'espace. J'avais un peu carte blanche, mais mon objectif était de créer

différents emplacements pour pouvoir visualiser des expériences VR. Les meubles créés reposent sur les murs de la galerie pour préserver un maximum d'espace car en VR, tu te déplaces un peu. Ses meubles peuvent donc contenir un écran d'ordinateur, ainsi qu'un clavier, même relié à un casque de réalité virtuelle. En revanche, c'est à la galerie d'acheter tout le matériel. C'est-à-dire les ordinateurs, les masques, et tous les autres outils permettant le bon fonctionnement des stations. Une fois que l'on a assemblé le matériel et les meubles, on vérifie que tout fonctionne bien et qu'il n'y a pas de problème au niveau de la diffusion des différentes expériences. Mais il y a plusieurs formules, il peut aussi avoir du staff à nous qui reste sur place, pour assurer l'accompagnement. Mais généralement, si c'est des longues périodes ils ont leur propre staff que l'on est chargé de former.

Donc les matériels de type masques, ordinateurs, sont nécessairement achetés par les clients?

C'est souvent le cas oui, sauf si Diversion a une demande spéciale de location. Mais la galerie cinéma par exemple, va être amenée à diffuser plein d'autres contenus et donc, c'est plus rentable pour eux acheter leur propre matériel.

Qu'est-ce qui t'as amené à la réalité virtuelle ? Quel est ton parcours ?

C'est le Japon qui m'a amené à faire de la réalité virtuelle. C'est un peu une histoire de hasard : j'ai rencontré Marc Lopato, qui avait à l'époque une entreprise de guide touristique pour Japonais, située à Paris. Moi j'étais guide pour français au Japon, j'y ai vécu 8-9ans. Lorsque je suis rentré à Paris, j'ai rencontré Marc grâce à un ami commun et ils cherchaient des guides pour Japonais à Paris, j'ai donc commencé à être guide touristique pour son entreprise. Lorsque Marc a intégré la boîte Diversion créé par sa sœur Camille Lopato, il m'a proposé de le suivre.

As-tu vu note on Blindness ?

Oui bien sûr ! C'est vraiment une expérience très chouette. Je m'en rappelle plus très bien, mais je crois que c'est l'histoire d'un écrivain [John Hull] qui perd progressivement la vue. Il nous parle et nous décrit progressivement toutes ses sensations jusqu'à être complètement aveugle. Le spectateur qui porte le masque et donc totalement immergée dans ses souvenirs et au fur à mesure que l'auteur perd la vue le spectateur la perd également. Le narrateur décrit sa condition à travers de réels

enregistrements audio que l'écrivain avait lui-même enregistré. Note on Blindness a donc essayer de recréer son histoire à travers les écrits et les enregistrements audio que l'écrivain a laissé. Le son a une place très importante dans ce récit. Visuellement tous les objets qui t'entourent ce sont des espèces de silhouette brillante et rien n'est jamais totalement visible ou net.

Est-ce que tu sais si cette expérience a été faite totalement en 3D ?

Effectivement, il n'y a aucune prise de vue réelle. L'expérience est complètement imaginative et est créée numériquement : ce n'est que des images de synthèse. Tu vas plus ou moins distinguer une forme d'oiseau et en fonction du son tu vas le suivre et pouvoir éventuellement distinguer d'autres détails mais ce n'est que de la synthèse.

Quelle a été ta position spectatorielle dans cette expérience ? T'es-tu senti en retrait ou bien as-tu pris la place de cet écrivain ?

Je l'ai plus vécu comme une histoire narrative. C'est très interactif : tu as plein de choses à faire. On a fait passer beaucoup de gens et la plupart restaient bloqués car si tu ne fais pas les choses qui sont nécessaires, tu n'avances pas dans l'histoire. Ainsi, si ton regard n'est pas dans la bonne direction, l'histoire n'avance pas et le temps est arrêté. Il y avait donc ce côté interactif un peu compliqué mais cette expérience est censée être vécue comme une histoire narrative. Le but était de faire prendre conscience aux expérimentateurs la manière dont les malvoyants et les aveugles pouvaient percevoir le monde.

Cela me rappelle l'expérience 7 lives de Jan Kounen : si tu ne vas pas vers les personnages, tu es bloqué. Fais-tu une différence entre VR et vidéo 360 ? Si oui, laquelle?

La différence qu'on pourrait faire, serait que la VR comporte de l'interactivité. Et la vidéo 360 c'est un film dans lequel tu es immergé mais où tu ne peux pas interagir avec l'environnement. En vidéo 360, si tu te déplaces il ne se passe rien : tu ne t'approches pas des objets ou de quoi que ce soit. En VR en revanche, il y a des capteurs autour de toi et lorsque tu mets le masque et que tu avances, tu peux t'approcher des objets présents dans l'espace virtuel.

Sais-tu techniquement comment réaliser une vidéo 360 et une expérience VR? Quelles sont les différentes manières de travailler et quel type de matériel tu dois utiliser selon les cas?

Ça dépend, tu peux faire toutes sortes de choses. Il y a des vidéos 360 qui sont faites par ordinateur en image de synthèse. La plupart des œuvres interactives en VR sont fait en images de synthèse parce que c'est un peu comme un jeu vidéo : tu dois interagir avec ton monde. Tu dois pouvoir te déplacer dans l'image et te déplacer dans l'image en cinématique c'est compliqué car cela voudrait dire filmer tous les points de vue de tous les espaces dans lesquels peut aller le personnage dans l'expérience. C'est-à-dire, si l'on prend une caméra 360 pour simplifier les choses, si tu filmes ici et que le spectateur se déplace là, tu dois aussi filmer ici, ici et ici. Il faut donc que tu filmes partout c'est faisable mais extrêmement compliqué. C'est beaucoup plus simple de recréer un univers en images de synthèse en 3D dans laquelle tu vas déplacer une caméra qui est donc la tête des spectateurs. C'est pour cela que la plupart des expériences VR sont encore en images de synthèse. En revanche il y a beaucoup de prises de vue réelles en vidéo 360 parce que là tu ne te déplace pas tu tournes juste la tête : tu as un point de vue fixe qui est celui de la caméra et de la tête du spectateur.

Est-ce que le simple fait de tourner la tête n'est pas déjà une interaction ?

Bien sûr. Mais si tu compares cela à une expérience de cinéma : pendant un film, est-ce que le fait que le personnage s'adresse au public est une interaction ? Pour moi non. À partir du moment où toi tu peux ne pas être là ce n'est pas de l'interaction. On s'est posé ces questions justement au Festival de Venise qui remets 3 types de récompenses : une pour la vidéo 360, une pour une œuvre interactive et la dernière pour le Grand Prix. C'est vrai qu'il y a toujours cette histoire où est-ce que l'œuvre devient interactive parce qu'on te demande d'appuyer sur un bouton? Je ne sais pas. Pour moi l'interactivité signifie faire quelque chose avec différentes possibilités qui s'ouvrent à toi. Si tu fais les mêmes choses que tout le monde et que tu arrives au même résultat que tout le monde, pour moi ce n'est pas vraiment de l'interactivité ou du moins pas d'interaction avec le cours de l'histoire. Si on te demande d'appuyer sur un bouton mais que même si tu n'appuies pas dessus l'histoire continue, ce n'est pas de l'interactivité cela relève plutôt du domaine du "jeu".

Pour toi, si l'on prend une installation artistique faite en prise de vue réelle ou si l'on prend certaines expériences proposées par les musées, ce n'est pas de la réalité virtuelle ?

J'aurais quand même tendance à dire que c'est de la réalité virtuelle même si certaines personnes font la différence entre vidéo 360 et œuvre interactive. Pour moi cela reste de la VR à partir du moment où tu dois porter un masque et être en immersion dans un autre espace. Après est-ce que tu peux interagir ou non, très difficile... On parle parfois également de XR.

Qu'est-ce c'est le XR ?

C'est quelque chose qui englobe tous les différents domaines de réalité modifiée c'est-à-dire : réalité virtuelle, réalité augmentée, réalité mixte. Mais ce n'est pas encore très bien défini. On parle aussi souvent de VR 3-dof (direction of freedom) équivalent en point fixe en 360, ou VR 6-dof, cette dernière incluant le déplacement dans l'image. Mais je ne trouve pas non plus cette appellation très claire. Même les festivals ont encore un peu du mal à catégoriser tout ça.

Quelle expérience VR, parmi celles que tu as pu visionner, t'as le plus marqué et pourquoi ?

Au dernier festival de Venise -2019-, il y avait un œuvre intitulé Porton Down, réalisé par Callum Cooper, inspiré des expériences secrètes menées à Porton Down pendant la Guerre froide, où les services secrets de renseignements Britanniques faisaient prendre du L.S.D. à certains militaires qui leur servaient de cobayes... L'œuvre était très bien amenée : le narrateur te raconte un peu son histoire et tu prends par moment sa place, notamment dans les salles d'interrogatoire. Toute l'expérience se déroule dans une sorte de cabine où tu as un bouton poussoir. Quand tu rentres dans l'expérience, on te fait faire des tests, avec ta vision qui se trouble comme si tu avais pris du L.S.D, pour vérifier ta réactivité.

Est-ce que tu rentres réellement dans une cabine physique avant de rentrer dans l'expérience virtuelle où tu retrouves cette cabine ?

Oui il existe bien une cabine physique dans laquelle tu rentres, il y a même une vitre comme dans les interrogatoires de police, où d'autres personnes peuvent te regarder.

Il y a une table carrée où tu t'assois et devant toi tu as également un bouton poussoir sur lequel tu peux appuyer, tout comme dans l'expérience virtuelle. Ce bouton fonctionne d'ailleurs grâce à un leapmotion, un petit appareil qui permet de capter la position de tes mains dans l'espace virtuel, pour que tu puisses presser ce bouton.

Qu'est-ce que le leapmotion ?

C'est un appareil développé il y a une dizaine d'années, mais qui n'a pas du tout marché. Cet appareil était voué par exemple à remplacer les claviers d'ordinateur physiques, puisque tous les mouvements de tes mains étaient captés de manière précise et pouvaient être retranscrits dans un espace virtuel. Le but était donc d'ouvrir des nouvelles fenêtres sans appuyer sur le trac pad, ou bien, pour avoir des claviers virtuels dans l'air. Cet outil a été recyclé par la Réalité Virtuelle puisqu'il permet dans ce domaine, d'avoir une vision très précise et très fidèle du contour et des mouvements de tes mains dans le monde virtuel. Avec cet appareil, il y a un côté très fluide : c'est assez étonnant ! Ce n'est pas encore très présent en VR mais c'est en train de se développer : pour certaines expériences, cela peut-être très utile !

Quel type de matériel utilises-tu lors des diverses installations que tu as faites ? S'agit d'un matériel très performant ?

Il faut des très bonnes cartes graphiques, et des puissances de calcul très rapides et d'ailleurs on est constamment en train d'élever le niveau de nos ordinateurs parce que les développeurs travaillent aussi avec des outils toujours plus puissants : on doit donc se suivre. Si tu ne travailles pas avec la même puissance d'outil, cela va fonctionner mais tu vas avoir du lagging, c'est-à-dire que le visionnage ne va pas être complètement fluide, ou il va bugger. Avoir un ordinateur qui est le plus puissant possible, ça évite d'avoir des problèmes techniques qui sont actuellement très fréquents en VR : tu évites donc de te mettre des bâtons dans les roues. Évidemment, ce n'est pas toujours le cas, surtout quand tu travailles avec des ordinateurs de location.

Aurais-tu des exemples de clip VR que tu aurais visualisé avec un visiocasque et qui t'ont plu ?

Oui, j'ai trois exemples qui me viennent immédiatement en tête : What do we care 4 ? Je crois que c'est une production Brésilienne mais je ne me rappelle plus du nom du groupe. Il y a aussi le clip Heal Tomorrow des Naive New Beaters. Enfin il y a aussi

l'artiste Ornette qui a fait un clip en Réalité Virtuelle qui a été primé au festival du Satis je crois.

Sais-tu comment le clip Heal Tommorow des Naive New Beaters a été réalisé ?

Il y a plusieurs manières de procéder, mais dans leur cas, il me semble qu'ils filment des quarts de scène. À l'aide d'une caméra normale, ils filment d'abord la scène devant, ensuite sur le côté, à l'arrière et enfin sur le dernier côté. Ils ont également filmé en haut, puis en bas. C'est filmé en plusieurs temps : ils vont d'abord filmer tout ce qui va se passer devant, puis ce qui se passe derrière, en faisant toujours attention aux raccords : en général, il y a toujours un objet, un poteau derrière lequel les personnages disparaissent.

Il y a aussi des films 360 comme *I Philip*, où l'arrière-plan est une photographie. Toute l'action filmée se passe devant et comme le décor ne bouge pas à l'arrière, une photographie suffit. La photo est donc collée à l'image filmée pour créer un raccord parfait.

Quels visiocasques me conseillerais-tu ?

En ce moment, il y a l'Oculus Quest qui cartonne : tous les capteurs sont dans le masque, donc tu n'as même plus besoin d'ordinateur pour visionner l'expérience. Ce procédé a néanmoins ses limites puisque, comme je te disais, tu as besoin de grosse puissance de calcul pour visionner certaines expériences particulièrement lourdes. Mais ce casque permet de voir la plupart des vidéos 360 dans une assez bonne qualité.

Admettons que j'ai mon visiocasque Oculus Quest dans les mains, comment je fais pour visionner l'œuvre souhaité ?

Tu vas sur internet par le biais de ton visiocasque, les masques se connectent au wifi comme un ordinateur. Tu vas ensuite sur le site web concerné, ou sur des plateformes de réalité virtuelle, pour lire le contenu que tu souhaites. Il y a aussi Arte 360 qui propose des contenus de film VR de très bonne qualité comme *I Philip* ou *Note On Blindness*. Tu peux donc télécharger ton film : ils font en général 3-4 Go donc ce n'est pas si lourd. Tu passes ensuite par une application de lecture VR : Youtube en est une par exemple : tu as accès à du contenu VR. Dans l'Oculus Quest tout est intégré - écrans, capteurs etc.- et il est abordable, je crois qu'il est dans les 300-400€.

Actuellement, tous les films VR sont disponibles en ligne ?

Je crois que oui et je crois même que la plupart des expériences sont visionnables gratuitement.

Au Japon, ils ont des gros centres d'arcade dédiés à la VR, et j'ai pu tester le jeu vidéo Mario Kart : j'étais donc un personnage sur un Kart qui vibrait, et je pouvais lancer mes carapaces : je me suis bien amusé. Dans cette expérience tu es vraiment Mario : ton corps est muni de capteurs et tous tes gestes sont synchronisés en temps réel dans l'espace virtuel. L'expérience est très chère : c'est à peu près 20€ les cinq minutes... Le Japon en termes de jeu vidéo VR est bien plus avancé que l'Europe car ils avaient déjà beaucoup d'avance dans le jeu vidéo donc quand la VR est apparue ça a été un peu instinctif. En revanche, en France, la VR a une place bien plus importante dans le domaine artistique. Les Japonais font cependant des films, par exemple ils ont fait des épisodes en VR de Ghost in the Shell, qui est à la base une série de manga sortie dans les années 90. Dans ces épisodes cinématiques, tu es à la place du héros mais il n'y a aucune interaction : tu suis l'histoire.

Quel modèle de visiocasques me conseilles-tu ?

Je dirai que l'Oculus Quest est une très bonne alternative car il peut être utilisé sans ordinateur et il est assez accessible tant dans son prix que dans son utilisation. Il faut tout de même que ton film soit disponible sur une plateforme VR telle que YouTube pour pouvoir le lire avec l'Oculus Quest ou que tu charges ton contenu sur celui-ci. Pour le choix du visiocasque, tout dépend du matériel à ta disposition : si ton école est équipée d'ordinateurs assez puissants, je te conseillerai encore d'autres casques qui permettront un meilleur confort de lecture.

Pour les visiocasques, en prise de vue réelle, si tu veux quelque chose d'assez abordable, il y a aussi les D-Dream de Lenovo que nous [Diversio] utilisons pour diffuser tous les films en prise de vue réelle : la définition est assez bonne et ils sont assez facile d'utilisation. Enfin, pour moi le meilleur reste l'Index Valve : qui est le masque de la plateforme Steam. Steam VR est une plateforme très connue chez les gamers ou tu télécharges tous tes jeux. Ce visiocasque est très confortable, très léger : ce n'est pas la meilleure définition mais cela reste l'un des meilleurs outils de mon point de vue.

Peux-tu me citer deux ou trois modèles de caméras que tu pourrais me recommander pour réaliser une expérience dans des conditions optimales ?

Au niveau des caméras, la Insta 360 est très bien, mais je ne suis pas non plus un spécialiste. Il faut dire que les caméras coûtent très cher. La nouvelle caméra qui vient de sortir c'est la Insta 360 TITAN, qui peut filmer jusqu'en 11 K.

Y'a t-il des problèmes de compatibilité entre des visiocasques et des expériences VR ?

Je n'ai pas l'impression : d'après ce que j'ai vu j'arrive à faire fonctionner tout ce que je veux sur n'importe quel masque : le domaine n'est pas encore normé. C'est un peu comme des télévisions : c'est un support, il n'y a aucune télé sur laquelle tu ne peux pas visionner de films ou certains DVD : tout est lisible. Je ne pense pas qu'ils vont bloquer le système car sinon tu vas devoir acheter ce visiocasque pour visualiser telle expérience et ce n'est pas un modèle viable. C'est comme si tu devais visualiser les films de Spielberg sur un modèle de téléviseur particulier et les films de Scorsese sur un autre. Il y a certains masques, notamment ceux qui nécessitent d'y placer son smartphone, avec lesquelles tu ne pourras pas jouer ou pas visualiser une expérience car il sera limité en termes de puissance.

Quels sont les logiciels de post-production utilisés en VR ?

Les logiciels de montages tels que Final Cut, Premiere ou Avid ont tous leurs modules VR que tu peux télécharger permettant de stitcher les images en plus d'effectuer le montage. Ta timeline représente surtout la position de ton cadre dans le visiocasque : c'est aussi ça l'écriture VR. C'est assez compliqué : tu n'as plus de cadre donc il faut attirer le regard du spectateur par divers moyens.

ANNEXE 4 : Interview de THOMAS VILLEPOUX

Producteur de Réalité Virtuelle, co-fondateur de Digital Rise, Stéréographe et Superviseur de réalité virtuelle.

Le 17/03/2020 via Skype.

Bonjour Thomas, et merci de m'accorder cette interview. Pourrais-tu me détailler ton parcours et me dire ce qui t'as amené à la réalité virtuelle ?

Je suis sorti de la section cinéma de l'École Nationale Supérieure Louis-Lumière en 2004. Ensuite, j'ai pas mal travaillé, surtout dans le domaine du relief, notamment avec la société Binocle. Par la suite, on m'a contacté par rapport aux connaissances que j'avais acquises en relief, pour faire des interventions sur ce sujet. Je n'ai pas été formé de manière scolaire au relief, c'était plutôt un intérêt personnel que j'ai pu développer par la suite, à la sortie de mes études. J'ai participé à une formation AFDAS sur le relief beaucoup plus tard, avec Alain Derobe en 2008-2009. L'image c'est un peu le parent pauvre de la réalité virtuelle : ce n'est pas vraiment la priorité des gens. Il n'y a pas vraiment de marché adapté à ce médium aussi bien en termes de production que de diffusion. Par exemple il n'y a pas vraiment de caméra VR de très bonne qualité au niveau de l'image.

Je me suis formé sur le relief parce que j'ai senti qu'il y avait un renouveau qui arrivait, notamment avec de nouveaux outils tels que le transvidéo relief, et les caméras numériques. Il faut dire que le relief en pellicule, c'est vraiment très difficile à gérer et assez décourageant : comme tu n'as aucun retour d'images -excepté le viseur qui n'est pas assez précis- et que la calibration de celles-ci se fait au millimètre, c'est un peu délicat... Il fallait faire le calage au viseur, tu tendais des cordes dans l'espace avec des points précis pour effectuer le calage ! Lorsque que des caméras numériques d'assez bonne qualité et pas trop lourdes sont arrivées, c'était un peu une révolution. La sortie de la caméra RED a bousculé beaucoup d'habitudes : c'est ça qui a permis de relancer la 3D relief.

Après Louis-Lumière, j'ai fait un peu d'assistantat caméra mais pas tant, je suis vite passé chef opérateur sur des courts-métrage ou sur des clips. À l'époque, on tournait beaucoup de clips, j'ai d'ailleurs éclairé un des derniers clips tournés en 35mm : Midi 20 de Grand corps malade. Quelques années plus tard, il était impensable de tourner

en pellicule. J'ai travaillé un peu dans le milieu publicitaire et j'ai fait un long métrage que personne n'a vu. J'ai eu une carrière de chef opérateur relativement satisfaisante au sens où j'avais du boulot, mais qui a fini par tourner en rond. En plus de cela, l'économie du clip était en train de plonger : c'est ce qui m'a fait changer de direction. J'étais déjà intéressé par le relief pendant mes études, et j'avais d'ailleurs voulu faire mon mémoire sur le relief à l'époque, mais on m'a dit que ce n'était pas une bonne idée car ça ne m'amènerait pas de travail. Parallèlement à tout cela, je faisais un peu de réalisation, mais je me suis retrouvé à un moment de ma carrière où j'avais envie de changer un peu. Comme je voyais que le relief était en train de revenir doucement, j'ai fait cette formation sur le relief donnée par Alain Derobe. Alain Derobe c'est le stéréographe qui a notamment travaillé sur Astérix : c'est un des pionniers avec Yves Pupulin du relief en France.

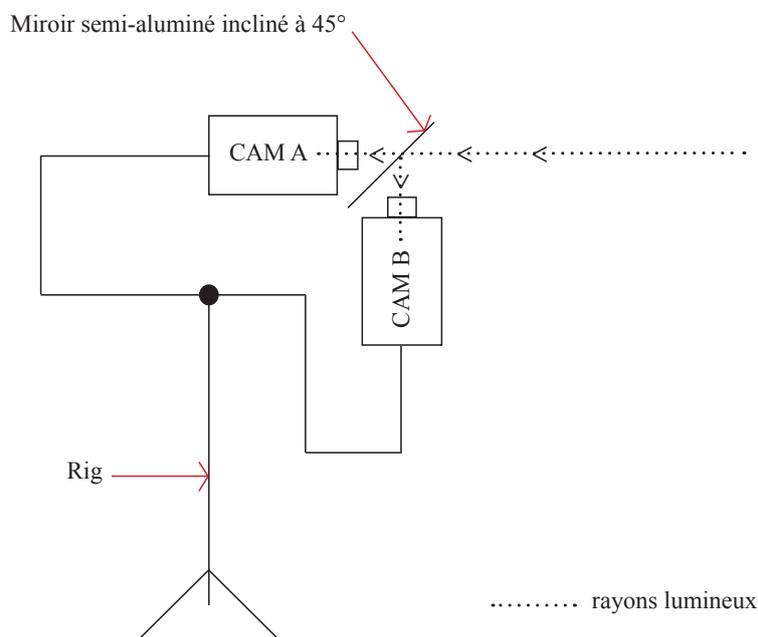
Je me suis donc formé simultanément sur le relief et sur la nouvelle caméra RED ONE. J'ai ensuite rencontré Yves Pupulin qui est le PDG de Binocle, et qui cherchait des opérateurs spécialisés dans le relief pour avancer avec lui sur la conception de rig miroir. J'ai donc rejoint toute une équipe d'opérateurs qui sont devenus stéréographes, et j'ai travaillé et tourné avec Binocle pendant pas mal d'années sur divers projets : documentaire, fiction, pub, match de foot, défilé de mode etc.

Qu'est-ce que tu appelles « rig miroir » ?

Alors, un rig, c'est un terme anglais qui veut dire « le truc où tu accroches » des caméras. En relief, un rig, c'est un système où tu accroches 2 caméras espacées d'une distance très précise afin d'obtenir le meilleur relief possible. Mais, si tu mets les deux caméras côte à côte, elles se touchent et ne sont pas assez proches : c'est ce que l'on appelle l'entraxe : la distance entre les deux caméras est trop grande et pourtant elles sont déjà collées l'une à l'autre. On a donc créé le système du rig miroir : tu as une caméra A dite « témoin » qui filme la scène normalement, sauf que devant son optique il y a un miroir semi-aluminé orienté à 45°. Ce miroir n'a aucune conséquence pour la caméra A - excepté de lui soustraire un peu de lumière : il faut donc compenser cette perte- mais le miroir est surtout utile pour la caméra B. La caméra B elle, est placée à la verticale, en-dessous de la caméra A. L'optique de la caméra B se situe à 90° de l'axe optique de la caméra A, et filme la scène par réflexion, à travers le miroir semi-aluminé. Cette technique permet de rapprocher considérablement les deux caméras afin d'avoir la distance parfaite entre-elles pour une sensation de relief optimale.

Voici un schéma explicatif :

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN RIG MIROIR



L'angle et la distance entre les deux caméras permettent de gérer l'impression de relief, plus ou moins forte selon le rendu souhaité. Bien évidemment, tous les autres paramètres doivent être strictement identiques. Le rig permet de superposer très exactement les deux images et doit pouvoir être mobile pour pouvoir effectuer des mouvements de caméra. On a donc construit des rig motorisés qui ressemblent à des espèces de plateformes modulables dont on pouvait contrôler les mouvements et les positions grâce à des manettes télécommandées.

Il n'est donc pas possible d'effectuer les prises de vues à une caméra pour créer le relief entièrement en post-production ?

Disons que c'est possible pour certains paramètres tels que l'angle mais impossible, ou en tous cas très fastidieux pour la différence de distance entre les caméras, autrement dit le point de vue. Pour l'angle c'est faisable car donner de l'angle équivaut presque à effectuer une translation de ton image : tu peux donc relativement facilement le corriger. Mais le relief est donné par la parallaxe et la parallaxe c'est tout simplement le fait que tes deux yeux ne voient pas exactement la même image. Si tu

tends ton bras et que tu regardes ton poing successivement avec l'œil gauche (en clignant l'œil droit) puis avec le droit (en clignant l'œil gauche), tu ne vas pas avoir la même disposition des objets dans l'espace des uns par rapport aux autres. Si tu n'as qu'une seule image, pour recréer l'autre, il va te manquer des bouts. Il y a des systèmes qui permettent de faire une illusion de relief en post-production : mais c'est très fastidieux puisque cela consiste à rotoscoper/découper tous les objets présents pour les décaler selon la vision de l'image manquante. Il y a tout un tas de raisons économiques pour lesquelles on fait cela sur certains films que de faire du vrai relief mais c'est une méthode qui n'a pas beaucoup de sens. Mais quand tu tournes un Marvel avec 5 superstars sur le plateau, ta minute de tournage est à un million de dollars donc, si tu as un problème de caméra (il y en a deux fois plus donc il y a deux fois plus de risques) ou un réglage à effectuer sur le rig qui prend 15 minutes, cela te coûte 15 millions de dollars... Les productions préfèrent dépenser cet argent en post-production. Il y a aussi des problèmes d'assurances : tout Hollywood est passé en relief en post-production car les assurances ont dit qu'ils n'assuraient pas les films s'ils étaient faits en relief à la prise de vue : car ce n'est pas une technologie suffisamment sûre. Et ils ont raison : tu peux perdre 1h car tu as un bug sur ton rig. En plus de tout cela, aujourd'hui quand tu fais un film, c'est la version 2D qui va faire rentrer le plus d'argent avec le DVD, le blu-ray, le streaming ou la diffusion télé, mais la 3D n'est consacrée qu'à la sortie en salle : ce qui n'est pas la principale source de revenu pour un producteur. La 3D n'est pas vraiment rentable, c'est plus une question de marketing. D'autant plus que filmer en 3D implique une organisation un peu différente comme d'effectuer des cadrages un peu différents, d'utiliser des optiques un peu plus larges, de se passer de certains mouvements de caméra trop complexes : c'est donc beaucoup de contraintes pour peu de recettes. Tu ne réalises ni ne monte ton film de la même façon en 2D qu'en 3D.

Pour revenir à la VR, qu'est-ce qui t'as décidé à travailler avec ce médium ?

Je faisais du relief et j'ai réalisé un court-métrage en relief, entièrement vu par le point de vue d'une petite fille : l'intégralité du film est en POV (point of view c'est-à-dire en point de vue subjectif). J'ai un ami qui travaillait chez Volfoni, qui est une société qui fabriquait les lunettes 3D pour les cinémas, et un jour il m'a annoncé l'arrivée d'un casque Oculus DK1. Je me suis un peu renseigné, et je me suis dit que c'était le support idéal pour visionner mon film en relief. J'ai donc débarqué chez Volfoni pour voir si on ne pouvait pas mettre mon film sur cet engin un peu étrange. Je me suis rendu compte que ça ne marchait pas du tout car ce n'est pas comme cela que ça fonctionne [rires].

Mais cela m'a permis de découvrir ce casque, et j'ai trouvé cela génial : c'était très fort comme médium d'immersion. J'ai donc cherché à comprendre comment cela marchait et j'ai vite saisi que pour filmer à 360°, les problématiques que l'on avait en relief étaient les mêmes mais à l'inverse. C'est-à-dire qu'en relief tu essaies d'avoir de la parallaxe pour précisément pour donner du relief, alors qu'en VR, l'idée est de stitcher les images issues de différentes caméras (donc ce sont des points de vue différents) pour arriver à reconstruire une sphère relief. C'était donc l'inverse du relief, au sens où en VR on ne cherche pas à avoir le moins de distance possible entre les caméras, mais simplement à couvrir l'ensemble du champ. C'est donc un sujet que je maîtrisais assez bien, et d'ailleurs, 80% des gens qui étaient stéréographes se sont retrouvés dans la VR après car tu as besoin des mêmes compétences.

Peux-tu me définir le terme stéréographe ? Est-ce un terme spécifique au relief ou l'utilise-t-on également en VR ?

Le stéréographe est un terme inventé par Alain Derobe et qui désigne la personne qui est responsable du relief sur un film. Cela implique qu'il connaisse le principe de fonctionnement des rigs et qu'il sache les faire fonctionner. Il faut aussi qu'il connaisse toute la théorie du relief afin de pouvoir donner des conseils au réalisateur sur les réglages à effectuer pour avoir la bonne dose de relief selon ses envies artistiques. En VR, même si on peut avoir un grand débat sur ce qui est de la VR et ce qui n'en ait pas, il existe deux choses différentes : les films 360° en 2D et les film 360° en relief.

Quelles sont les différences entre ces deux types de films 360° ?

Si tu filmes une scène à 360°, avec des logiciels pas trop compliqués, tu vas pouvoir la projeter sur une sphère 360° et à l'aide d'un casque de réalité virtuelle, tu vas pouvoir voir cette image à 360° : c'est comme si l'image était projetée sur un écran tout autour de toi. Pour traiter une image sphérique, c'est très compliqué, c'est pour ça qu'on la projette sur un format « équirectangulaire », ce qui permet d'observer l'image 360 sur une surface rectangulaire plane. Mais dans ce cas-là, c'est une image 2D et donc tu vas avoir la même image pour l'œil droit et pour l'œil gauche, ce qui fait que tu n'auras pas un relief parfait.

Ensuite, il y a les films d'animation rendus en temps réel dans un moteur de jeu vidéo. C'est-à-dire qu'il n'y a pas d'image de l'objet qui préexiste, tu as juste des informations sur la forme qu'il a, et tu as un logiciel qui recrée l'image que tu vois dans ton casque suivant ta position spatiale et la direction de ton regard. Sur ce deuxième type de film,

tout le monde s'accorde pour dire que c'est de la réalité virtuelle parce que tu peux non seulement tourner la tête, mais aussi te déplacer dans l'espace avec une image conçue par l'ordinateur en temps réel. Tu peux donc tourner autour des objets, regarder sous une table etc. et avoir un rendu proche de la réalité en termes de relief. Avec ce type de film il est facile de générer les deux images correspondantes à l'œil droit et à l'œil gauche puisque tout est calculé par ordinateur : tu vas avoir un relief parfait.

Enfin, tu peux aussi filmer à 360° en relief : tu as donc deux images ce qui permet d'avoir du relief. Mais c'est ce que l'on appelle du relief stéréoscopique : tu as une image gauche et une image droite. Tant que tu regardes droit devant toi ça fonctionne, mais si tu penches la tête, ou que tu regardes tout en haut ou tout en bas, ça ne marche plus car les caméras 360° sont optimisées pour donner un relief selon un axe horizontal. C'est-à-dire qu'en VR, le relief stéréoscopique n'est pas absolu comme tu peux avoir dans de l'animation. Mais dans la plupart des cas, tu regardes plus ou moins devant toi, donc la sensation de relief fonctionne. En prise de vue réelle, le relief 360°, tu ne le fabriques pas avec deux caméras 360° mais avec une caméra 360°. En post-production, tu utilises l'« optical flow », qui est une façon d'analyser les pixels dans une image, et qui permet à un logiciel VFX par exemple de déterminer tout seul la position des objets dans l'espace. C'était utilisé surtout pour faire du tracking ou des effets spéciaux. Mais aujourd'hui on s'en sert en VR pour que lorsque tu filmes à 360°, chaque caméra soit l'œil gauche de celle de droite et l'œil droit des caméras de gauche. Le principe de fonctionnement, c'est que chaque pixel va être vu par au minimum 3 caméras, le logiciel va reconnaître le pixel en question et en fonction de son emplacement sur les trois caméras, il va être capable de déterminer sa profondeur/position pour recréer de la 3D.

Aujourd'hui ça va de 6 à 16 caméras régulièrement disposées et lorsque tu rentres toutes ces informations dans le logiciel, celui-ci analyse les images pour les recréer en 3D.

Quels types de logiciels doit-on utiliser ?

Il y en a un que l'on utilise beaucoup qui s'appelle le « Mystica VR », qui utilise l'optical flow pour créer le relief et stitcher les images. Il y en a d'autres : chaque caméra possède son propre logiciel. Dans Mystica VR tu peux utiliser des fichiers provenant de n'importe quelle caméra. Dans les autres logiciels non : tu ne peux qu'importer des fichiers provenant de la caméra qui est associé au logiciel.

Pourrais-tu me citer une ou deux caméras VR stéréoscopique ?

Il y a la Yi-Halo -16 caméras- de Google que nous avons utilisée pour notre film « Mechanical souls », tourné à Taïwan. Ils avaient développé leur propre plug-in d'Optical flow qui utilisait les serveurs de Google, et envoyait tes images là-bas pour effectuer le stitch. Malheureusement, ce programme-là, qui était un programme expérimental de Google, ils l'ont fermé. La caméra existe toujours mais il faut maintenant utiliser Mystica et c'est un peu moins bien.

Il y a aussi la caméra Kandao Obsidian que nous avons achetée pour Digital Rise. Elle est un peu moins bien par rapport à la Yi-Halo, car elle est plus petite et ne possède que 6 capteurs. La Kandao est concurrencée par les Zcam S1 et Zcam V1 qui est la dernière en date. Enfin il y a aussi les Insta 360 Pro 2.

Pourrais-tu me citer deux caméras VR non stéréoscopique ?

Il n'y en a plus beaucoup aujourd'hui mais par exemple, il y a la GoPro Fusion ou la Ricoh Theta ou la Samsung Gear.

Qu'est-ce qu'un superviseur VR ?

C'est un peu le stéréographe de la VR. Quelqu'un avait tenté d'imposer le terme « sphérographe » mais ça n'a pas marché car personne ne comprenait vraiment ce que ce terme signifiait. VR supervisor, rappelait le terme VFX supervisor, ce qui rassurait les gens qui étaient habitués à l'entendre.

Le Superviseur VR est sur le tournage pour vérifier que tout va fonctionner en post-production. Il gère tous les points techniques concernant la caméra et est là pour prévenir d'éventuels problème de stitch d'images, ou de positionnements de caméra etc.

Quel est le lien entre toutes tes activités -réalisateur, chef opérateur, superviseur VR- et qu'est-ce que tu as envie de faire aujourd'hui ?

Le lien c'est de projeter les gens dans un univers narratif ou ils vont pouvoir vivre une histoire. Avec Digital Rise, au début on a beaucoup lutté contre le fait de dire que la VR et l'interactivité étaient forcément liées. Beaucoup de gens considéraient que la VR devait nécessairement être interactive. Or on a vu avec François beaucoup d'expérience interactive débile qui avait une histoire totalement linéaire, ou tu devais appuyer sur un bouton à un moment de l'histoire car il fallait de l'interactivité mais ça

n'avait aucun sens. Au fur et à mesure, on a réussi à designer de l'interactivité qui n'était pas du gaming et qui était suffisamment intéressante sans être trop prenante pour t'impliquer davantage dans le monde virtuel. C'est une question d'engagement : si tu as un bouton et que lorsque tu appuies dessus, ça fait quelque chose, cela donne de la réalité au bouton.

On s'est également beaucoup affranchi de la technologie car on fait de la VR mais aussi beaucoup d'expérience interactive immersive qui ne nécessite pas le port d'un casque telle que Mechanical Souls, où le temps d'interaction sans casque est plus long que le temps d'expérience VR avec casque : c'est une expérience sociale et collaborative. C'est le design de ce type d'expérience que j'aime beaucoup faire. J'aime aussi beaucoup réaliser mes projets en tant que réalisateur mais aussi en tant que UX design : design d'expérience utilisateur. Le UX designer imagine comment l'utilisateur rentre dans une expérience et réfléchit sur les moyens de l'engager de manière encore plus forte dans l'histoire. Je suis donc producteur artistique ou UX designer, ou encore superviseur VR lorsque je ne suis pas l'auteur. Tout cela tourne autour d'une dimension créative.

Quelles sont les différences entre un tournage en VR et un tournage classique ?

Il y a beaucoup de différence car tu n'es plus dans le linéaire, tu n'es plus dans une histoire posée qui sera toujours la même pour tout le monde : ce sont donc des considérations très différentes. Mais le moment où tu te retrouves sur un plateau de tournage pour tourner des images avec une ou plusieurs caméras, tu retombes dans un système où tu as une équipe, un chef opérateur, de la lumière, des pixels : c'est finalement assez proche d'un tournage normal. C'est plus au niveau de la conception et de la production de l'œuvre que c'est différent. En revanche, ce qui change beaucoup par rapport à un tournage normal, c'est que, quand tu tournes, il n'y a personne sur le plateau.

Existe-t-il des retours vidéo ?

Justement, les caméras dont on parle n'ont pas un retour vidéo très fameux. L'Obsedian par exemple possède un retour vidéo en wifi mais cela signifie que tu as plusieurs secondes de décalage car les fichiers 360 sont très lourds. Et, lorsque tu t'éloignes de plus de 10 mètres, la qualité en pâtit vraiment beaucoup. Mais il existe d'autres solutions : par exemple sur Mechanical Souls, on a rajouté sur le haut de la caméra 360° des caméras uniquement dédiées au retour vidéo. On envoyait ce signal

vers un ordinateur qui stitchait en temps réel les images, et cet ordinateur était relié à un casque que la réalisatrice pouvait mettre pendant les scènes, pour avoir un retour en direct. Mais ce dispositif coûtait presque aussi cher que la caméra.

Peux-tu m'expliquer ce qu'est le 3-dof et le 6-dof et dans quels cas sont-ils utilisés ?

Le 3-dof c'est 3 degrés de liberté, ça veut dire que tu peux regarder à droite, à gauche, en haut en bas et tu peux tourner la tête. En revanche tu n'as pas de positionnement dans l'espace mais juste un angle : tu peux donc regarder un film mais tu ne peux pas te déplacer. Les 3-dof correspondent aux expériences VR cinématiques, c'est-à-dire aux films tournés en prise de vue réelle ou aux films d'animations, où il y a peu d'interactivité, et pas de temps réel : tu ne fais que visionner un film dans une sphère 360°. Les 6-dof en revanche, sont les 6 degrés de liberté : tu es dans un univers virtuel en volume et tu peux te déplacer à l'intérieur de ce monde virtuel. Même si tu ne te déplaces pas beaucoup, tu vas pouvoir voir les objets en relief de manière très réelle. Les 6-dof ne sont accessibles que dans des univers 3D avec des moteurs temps réels.

Comment éclairer en 360° ?

C'est un enfer parce que tu vois tout. Sois-tu triches, par exemple en ne faisant pas de plafond que tu refais en post-production : cela te permet de caler tes projecteurs. Ou tu triches en faisant un plan fixe, et tu caches les projecteurs dans la partie de la scène où il ne se passe rien, pour les effacer ensuite en post-production à l'aide d'une photographie. C'est beaucoup de bricolage. Mais sur le terme artistique, en lumière c'est assez similaire à un tournage classique : tu cherches à donner de la profondeur, à mettre en valeur les décors, ton personnage principal. En revanche dans la pratique c'est vraiment plus difficile. Dans *Mechanical souls*, les décors étaient tellement grands qu'on n'a pas pu faire tout cela. On a donc changé les ampoules des décors pour qu'elles soient plus puissantes, on a mis des projecteurs à travers les fenêtres ou là où c'était possible de les cacher : on a essayé de se débrouiller comme on pouvait.

Pourrais-tu me citer une ou deux œuvres VR qui t'ont particulièrement marquée ?

J'ai beaucoup aimé *Battlestar* car il y a une superbe réalisation VR : il y a quelque chose de créatif dans chaque plan. Il y a des jeux d'échelles, il y a des jeux sur le fait de tourner en 360°, des jeux de profondeur et de décalage. C'est super fin et totalement cohérent avec l'univers narratif. C'est aussi très rythmé ! Le film qu'on a produit, *The Real Thing*,

est vraiment bien. Sinon il y a aussi le cirque du soleil VR qui est incroyable qui a été réalisé par Félix&Paul. Ils ont d'ailleurs réalisé plusieurs expérience VR qui sont bien.

Penses-tu que la VR va s'imposer comme médium artistique à part entière et non rejoindre le destin tragique qu'a connu la 3D ?

Pour le moment ça à l'air de tenir un peu mieux mais on ne sait pas encore quelle forme cela va prendre. Il y a de grande chance que cela tienne grâce au réseaux sociaux, aux jeux vidéo etc. Je pense que ça fonctionnera vraiment lorsque Apple va s'y mettre. Pour le moment ça pêche beaucoup car c'est le début de la démocratisation grand public de ce médium, c'est donc chaotique : c'est-à-dire qu'il y a plein de possibilités, il y en a déjà tellement que même moi qui suis spécialiste, je ne peux pas tout fouiller pour aller trouver celle qui me plaît. On a aussi le gros problème de l'accès au public : il y a une expérience intéressante qui sort sur 10 autres qui n'ont pas d'intérêt, il faut donc aller chercher l'œuvre intéressante. Il ne faut pas non plus compter sur le fait que les gens ont un casque chez eux et qu'ils vont télécharger les expériences qu'ils souhaitent visionner : cela ne fonctionnera jamais, c'est pour cela qu'on essaie de faire des expériences très encadré à Digital Rise.

ANNEXE 5 : Proposition d'un clip interactif en image de synthèse

Nous proposons ici un scénario d'un clip musical interactif dans lequel l'utilisateur peut se déplacer et agir sur l'environnement virtuel. Pour des raisons techniques, ce clip doit être réalisé en image de synthèse.

L'utilisateur est debout dans une grande salle munie de capteurs, il a la possibilité de se déplacer dans 40m³. Il se trouve dans la chambre d'un des 2 personnages présents. Un élément dans l'EV attire son regard à ses pieds : il découvre la flèche « play » et lance le début du clip en la fixant pendant 2 secondes. Tant que l'utilisateur ne fixe pas cette flèche, le clip ne démarre pas, et rien ne se passe. L'utilisateur peut tout au long du clip le mettre sur pause s'il le désire, et reprendre sa lecture quand il le souhaite. Lorsque le clip est sur pause, il peut observer l'EV dans lequel il se trouve. L'utilisateur a deux options lorsque le clip démarre : suivre le personnage qui s'en va vers la porte 1 ou suivre l'autre personnage qui se dirige vers la porte 2. Ce choix est décisif puisqu'il transformera l'EV. Le clip musical en RV ne sera pas le même si l'utilisateur passe à travers la porte une, que s'il franchit la porte 2. Bien-sûr, il peut décider de voir le clip en RV une deuxième fois pour emprunter le second chemin et voir ce qu'il a manqué. Étudions d'abord la première option.

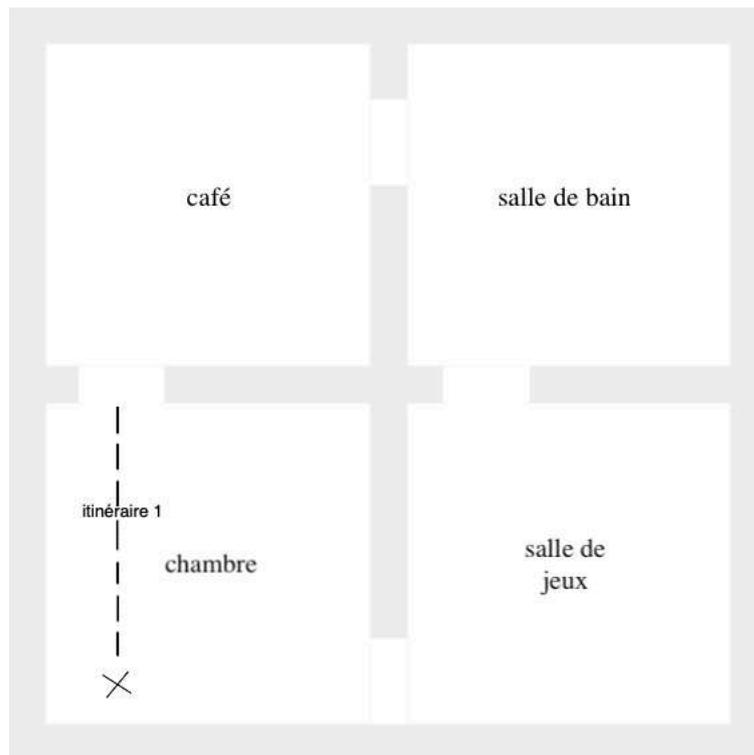


Fig. 27. Schéma* d'un espace imaginé pour un clip en RV, défini par l'utilisateur lorsqu'il emprunte l'itinéraire 1. *Réalisé par l'auteure le 17 avril 2020 depuis le logiciel en ligne *ArchiFacile*.

Si l'utilisateur choisit de suivre le personnage qui suit l'itinéraire 1, il retrouvera l'artiste de la musique assis à une table à un café, en train de discuter avec ses amis. Le personnage qui a incité l'utilisateur à le suivre, va s'asseoir à la table de café. L'artiste en question se met à chanter en playback en regardant tour à tour chacun de ses amis, et finit par regarder l'utilisateur. L'artiste s'approche de l'utilisateur comme pour lui parler et l'incite à le suivre vers la pièce suivante : la salle de bain. L'artiste salue ses amis de la main, avant d'aller s'allonger tout habillé dans la baignoire remplie d'eau chaude. L'artiste toujours dans le bain continue de chanter en playback et jette tous les objets qu'il peut atteindre depuis la baignoire -savon, téléphone, élastique, crèmes, chaussette, serviette etc. Il finit par sortir du bain trempé, et se dirige vers la salle de jeux. Il y retrouve des amis qui jouent au scrabble, d'autres au black jack et enfin d'autres jouent à la console vidéo. L'artiste décide de rejoindre la partie de jeu de cartes.

Pendant ce temps l'utilisateur observe les différentes scènes et les différents personnages. Plusieurs adresses lui sont faites par les différents groupes : ceux-ci le regardent, lui demandent d'approcher, le prennent à parti etc. Enfin, l'artiste se lève pour rejoindre la dernière pièce : la chambre. Il prend son instrument pour accompagner son playback, et finit par se coucher dans le lit et éteindre la lumière. C'est la fin du clip. L'utilisateur est incité à suivre l'artiste pendant toute la durée du clip mais n'est pas obligé de le faire. Il décide de son chemin et du temps qu'il passe dans chaque univers. Toutes les scènes continuent d'exister indépendamment de la présence de l'artiste. Si l'utilisateur souhaite passer toute la durée du clip dans le café, il le peut. Chaque scène est chorégraphiée pour la totalité de la musique : c'est-à-dire que chaque scène est vivante et sur le rythme de la musique tout au long de celle-ci. Par exemple certains amis au café continuent de bavarder, d'autres reprennent le playback et un autre se lève pour aller prendre un bain. Le personnage qui se lève pour aller prendre le bain va ramasser les objets précédemment lancés par l'artiste, se mettre à danser puis à se déshabiller en rythme pour prendre un bain avant de se sécher puis de se maquiller etc. Dans chaque scène, un scénario couvre l'ensemble de la musique : l'utilisateur peut donc décider de rester là où il le souhaite, ou bien faire 3 fois le parcours chambre-café-salle de bain-salle de jeux. Il peut également faire le tour dans le sens inverse. À partir du moment où l'utilisateur choisi de suivre l'itinéraire n°1 et passe la porte, le décor se fixe et ne bouge plus : l'utilisateur est libre de circuler dans tout l'espace. Pour réaliser cette performance au mieux, il faut que la surface en m^3 de l'ER soit égale à la surface en m^3 de l'EV. Passons maintenant au deuxième scénario qui fonctionne sur le même principe.

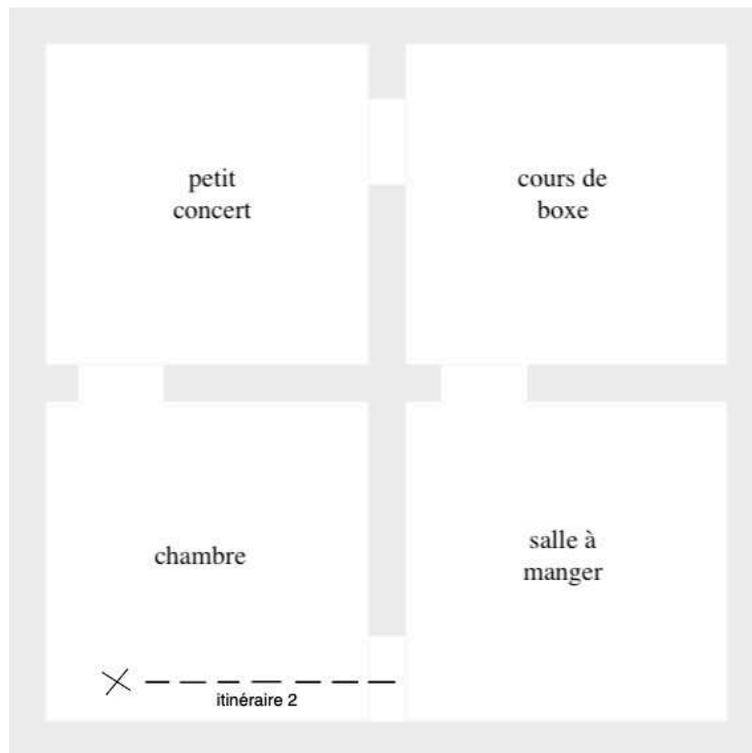


Fig. 28. Schéma* d'un espace imaginé pour un clip en RV, défini par l'utilisateur lorsqu'il emprunte l'itinéraire 2. *Réalisé par l'auteur le 17 avril 2020 depuis le logiciel en ligne *ArchiFacile*.

Si l'utilisateur choisit de suivre le personnage empruntant l'itinéraire n°2, il se retrouve dans une salle à manger. Le personnage va rejoindre ses amis à table. De la même manière, l'utilisateur rejoint cette salle à manger où il aperçoit l'artiste. L'artiste porte un toast en playback, puis tous les invités se lèvent pour danser autour de la table en rythme. L'artiste quitte cette pièce et incite l'utilisateur à le suivre en passant près de lui, en le regardant et en lui faisant signe de la main. L'artiste se retrouve dans un cours de boxe, il enfile une paire de gants et se bat contre un autre personnage. Une fois de plus, la chorégraphie est pensée selon le rythme de la musique. D'autres boxeurs passent près de l'utilisateur en envoyant des coups de poing et de pieds dans les airs. Enfin, l'artiste se dirige vers la dernière pièce : la petite salle de concert. Il rentre dans cette pièce, monte sur scène et chante en dansant la musique qu'il interprète. Vers la fin de la musique, il descend de la scène pour rejoindre la chambre, dans laquelle il se couche et éteint la lumière. Comme nous l'avons indiqué dans l'itinéraire 1, l'utilisateur

peut se balader où il le souhaite et prendre son temps dans chaque pièce, puisque toutes les scènes sont chorégraphiées du début à la fin du clip. La seule pièce dans laquelle il ne se passe rien est la première : la chambre -hormis les actions effectuées par les personnages du début et celles effectuées par l'artiste à la fin. Une autre solution envisageable et plus simple serait que, lorsque l'utilisateur passe une porte, il ne puisse pas revenir en arrière : la pièce disparaît -on y voit que du noir par exemple. Ces deux itinéraires sont une manière d'aborder les interactions qui modifient l'EV mais il en existe beaucoup d'autres. Le clip pourrait comporter d'autres moments interactifs comme par exemple le fait que si l'utilisateur passe à un endroit précis de l'EV -tel que le coin en bas à droite de la salle à manger- un des personnages lui envoie un morceau de pain. Chaque interaction élargit le scénario et plus il y a d'interaction, plus les utilisateurs vivent une expérience unique -bien que cela soit déjà le cas sans modification de l'EV. Les interactions doivent également être pensées selon la musicalité et les messages portés par la chanson.

ANNEXE 6 : Proposition de montage d'un clip en RV utilisant le fondu enchaîné comme moyen de transition

Nous envisageons ici une manière d'utiliser les fondus comme moyen de transition au montage.

L'utilisateur est debout pendant toute la durée du clip musical et ne peut se déplacer que sur 1m³. Trois personnages se situent dans trois lieux différents. Tous se préparent pour rejoindre leur ami : l'artiste qui donne un concert dans le petit bar du coin. L'utilisateur est transporté à de multiples reprises par des fondus enchaînés, dans les endroits où se trouvent le personnage A, le personnage B et le personnage C. Chacun des personnages vaque à ses occupations avant de se rejoindre. L'utilisateur se trouve toujours à côté d'un des personnages de l'histoire. Lorsque finalement tous les personnages se retrouvent au bar -dans le même espace- pour assister au concert, un fondu enchaîné est utilisé pour asseoir l'utilisateur auprès des personnages. Un dernier fondu enchaîné peut être utilisé pour déplacer l'utilisateur au côté de l'artiste sur scène. Enfin lorsque le concert est terminé, les spots de lumière s'éteignent et un fondu au noir s'en suit : c'est la fin du clip. Dans cet exemple, les fondus enchaînés sont peut-être trop nombreux, mais l'idée est de montrer qu'ils peuvent être utilisés dans n'importe quelle situation.

PRÉSENTATION DE LA PARTIE PRATIQUE

INTRODUCTION

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons réalisé un clip musical en réalité virtuelle. Après avoir contacté le groupe de musique Rallye via Facebook, nous nous sommes lancés ensemble dans l'aventure. Aucun de nous n'avait jamais participé à la création d'une quelconque expérience en réalité virtuelle, mais nous étions tous partants pour entamer une collaboration expérimentale.

Le groupe m'a laissé choisir la musique sur laquelle je souhaitais réaliser le clip : *Easy Rider*. Nous avons beaucoup parlé de leur univers, de l'image qu'ils souhaitaient renvoyer ainsi que de la forme que le clip prendrait. Au cours des discussions, je me suis rendue compte que le côté « surréaliste » que je leur proposais ne leur convenait pas. Après un premier scénario jugé excessivement « mis en scène », nous nous sommes mis d'accord sur un second scénario ressemblant davantage à une performance « live ». Comme je ne voulais pas faire un clip en RV qui s'apparentait à un « live », j'ai dû redoubler d'imagination pour tenter de dynamiser l'ensemble du clip -notamment grâce à la lumière, aux décors, et aux effets de montage.

CONTEXTE ET REMERCIEMENTS

La réalisation de ce clip m'a demandé beaucoup d'énergie et d'investissement personnel. Le confinement que nous avons tous vécu à cause de la Covid19 entre mi-mars et mi-mai, m'a tant déstabilisée dans la préparation de ce clip, que l'idée d'abandonner ce projet m'a traversé l'esprit à plusieurs reprises. Je remercie à ce titre, Stéphanie Solinas qui m'a motivée à concrétiser ce clip alors que je ne pensais pas pouvoir le faire. Il a été très difficile de trouver un studio de tournage -je remercie à ce

titre chaleureusement Romain et Geoffroy Guilbert- ainsi que de réunir une équipe et de rassembler tout le matériel nécessaire aux prises de vues.

À trois semaines du tournage, la société Digital Rise, spécialisée dans la réalité virtuelle, m'a proposé son aide précieuse sans laquelle ce clip n'aurait pas été si abouti. François Klein et Thomas Villepoux m'ont conseillé en amont du tournage, sur des choix techniques mais aussi sur la façon de travailler en RV et bien sûr sur les erreurs à éviter. Ils m'ont fait gagner un temps précieux, et ont surtout contribué à la qualité du clip. Enfin, Thomas et François m'ont accueilli dans leur bureau au 104 -à Paris, et ont mis à ma disposition tout le matériel nécessaire pour que je puisse effectuer la post-production du clip. Ils m'ont aussi prêté la caméra 360° Kandao Obsidian S que j'ai utilisée lors de mon tournage. J'ai même pu réaliser des tests caméras avec la Kandao une semaine avant le tournage. Un immense merci à eux deux.

Finalement, c'est le week-end du 4-5 juillet 2020 que nous avons choisi comme date de tournage. Nous avons pu avoir accès au studio le 3 juillet, journée de préparation indispensable pour mettre en place l'ensemble du décor. Je remercie infiniment Alexandre Wallon pour l'aide qu'il m'a apportée lorsque je suis venue chercher tout le matériel d'éclairage, et pour sa disponibilité chaque fois que je l'ai sollicité.

Le dossier de préparation/présentation :

Rallye “Easy Rider”

dossier de présentation

INTRODUCTION

Nous tournons un clip musical en Réalité Virtuelle pour le groupe de musique pop-électro Rallye. Le titre de la musique est “Easy Rider”, elle est disponible via le lien suivant :

<https://soundcloud.com/rallyemusic2018/sets/fdazkbeltb3v/s-cWiWn?fbclid=IwAR3WfThs9M3mcaABuo6aiPHJ0qPYHKXlhXmBeaLqdfDCuPoH HwLx4webptl>

Le groupe est composé de Léo, Stanislas, Baptiste et Greg.

CONCEPT

L'intégralité du clip sera tournée en studio. Le clip met en scène les 4 musiciens dans trois ambiances/décors différents.

- 1er décor : sobre, lumière naturelle. Les artistes, instruments en main, jouent la musique.
- 2ème décor (refrain) : nuit, ciel étoilé et feu de camp en 3D, lumière bleutée. Les artistes "rêvent", dansent et s'emparent de l'espace.
- 3ème décor : "psychotrope", lumière rouge/rose/orange, les artistes ont des hallucinations dans un espace festif.

Mots clefs : vague, psychédélique, flottement, nature, grands espaces, volatile

INFORMATIONS TOURNAGE

- Lieu : Studio 14 Avenue Vladimir Ilitch Lenine, 94110 Arcueil
- Quand ? Le 3, 4 et 5 juillet
- Participants : 10



ÉQUIPE

- Groupe de musique : Rallye
- Superviseur VR : Lorenzo Carly
- Décors : Léo Lotz, Stanislas Bécot, Baptiste Bétoulaud, Grégoire Lefèvre-Gaillard, Jade Annest
- Régie : Martin Peignier
- Électro : Maxime Sicard
- 1er assistant réalisateur : Aurentin Girard
- Scripte : Anna Verstraete
- Direction artistique : Léo, Stanislas, Baptiste, Jade
- Réalisatrice : Jade Annest
- Post-production ?

MATÉRIELS

- Lumières : 3 Polaris 1000W + dimmers, 2 panneaux Leds + 3 HMI profoto
- Gélatines : 4 CTO, 4 CTB, 2 roses, 3 rouges, 2 violettes.
- 4 diff : $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$
- 2 ou 3 vidéoprojecteurs : accroche ?
- 2 ou 3 ordinateurs portable
- 1 caméra 360
- pinces à linge
- gaffer/permacel
- 8 trépieds
- enceinte portable
- rallonge + multiprise
- machine à fumer

QUESTIONS TECHNIQUES

- 4K ou 8K ?
- Quelle hauteur pour la caméra 360° ? Change-t-elle pendant les prises de vues ?
- Estimer le nb de Go/To pour acheter des DD
- Laisse-t-on apparaître certaines lumières ?
- Pour les changements de décors, la caméra se situe au même endroit : lorsqu'il y a un cut, l'utilisateur est dans la même position virtuelle spatiale, seuls les décors autour de lui changent

La liste d'emprunt de matériel :

LISTE EMPRUNT MATÉRIEL – JADE ANNEST – DU 30/06/20 AU 10/07/20	
KIT HMI PROFOTO	3 HMI, 2 boîtes à lumière (1 strip + 1 octa), 2 bols (médiums), 3 trépieds noirs classiques,
KIT POLARIS	3 Polaris, 3 dimmers, 3 gros trépieds noirs, 2 cadres diff + rotules + 2 petits trépieds
KIT CAM	1 petit trépied, 1 adaptateur pas de vis, 2 chargeurs canon + batteries x4
DIFF / GÉLAT / ND	CTO : ¼ - ¼ - ¼ - ¼ - ½ - ½ CTB : ¼ - ¼ - ¼ - ¼ - ½ - ½ Rouges x3 , roses x3 , violettes x3 , fuchsias x3 Diff : ¼ - ¼ - ¼ - ¼ - ½ - ½ ND : ¼ - ¼ - 1/8 - 1/8
BORNIOL + POLY	3 borniols (4x3, 3x2, 4x1,5) + 2 poly noirs fins (1m20 de large)
ACCESSOIRES	8 gueuses, 3 trépieds araigné, 10 grosses pinces + 10 petites, gants x 2, machine à fumer + liquide, 6 rallonges, 3 multiprises, cinéfoil, 1 cellule, 1 grand réflecteur argenté/doré, rouleau argenté + doré + blanc + noir, 4 bras magiques

Le scénario :

PREMIER COUPLET (00'00 À 00'50) – INT/JOUR – DÉCOR 1 RÉALISTE

00'00 À 00'18 : INTRO

Pendant ces premières secondes, les artistes arrivent dans l'espace et se préparent au live. Stan arrive dans la pièce en premier et se dirige vers un enregistreur : il appuie sur un bouton et lance le morceau (mélange playback et son direct). Bapt, Greg et Léo arrivent ensuite, chacun se prépare de son côté : chercher son instrument rangé, le brancher aux bons endroits, se placer pour la caméra, puis se lancer un petit regard d'encouragement général (au tournage, ces gestes seront assez naturels puisque chacun sait naturellement ce dont il a besoin : par contre on peut placer les instruments et les amplis un peu partout dans la pièce pour obliger à faire des déplacements un peu plus rigolos pour le 360). Puis Vik se place en dernier et fait le break de batterie qui lance à la fois le début du couplet (Bapt qui chante) et le full playback (fin du son d'ambiance). Le "live" commence.

00'18 à 00'50

Le groupe joue, et tout au long du couplet on verra différents tricks. Dans la mesure du possible, chacun doit adapter son jeu de scène en fonction du dispositif 360 : Bapt chante en dansant, en se déplaçant, fait le tour de ses collègues pour des moments de complicité, Stan et Greg peuvent être mobiles dans l'espace aussi, Léo et Vik sont à leur instrument. Puis on a le trick de changer de position ("téléportation") : aux artistes de faire la scène plusieurs fois et de jouer différentes positions dans l'espace et attitudes de live pour avoir des variations.

(On garde l'idée d'un bref mouvement entamé en fin de séquence qui sera repris en début de séquence suivante pour un raccord mouvement dynamique.)

PREMIER REFRAIN (00'50 À 01'38) – INT/NUIT – DÉCOR 2 NATURE

Les artistes sont placés différemment, habillés différemment et interprètent le morceau différemment (limite acoustique / feu de camp) dans un décor beaucoup plus nature, avec des toiles peintes, des projections, un ciel étoilé, des éléments organiques et du minéral. Bapt chante le refrain, Vik et Greg continuent de jouer de façon plutôt visible, pour Stan et Léo on peut envisager une activité plus "hors live" (s'allonger pour regarder les étoiles, se balader dans le faisceau du vidéo-projecteur, se lire des passages de livres sur le LSD, la collapsologie, Phoenix, ou encore des histoires d'Hitchcock qui font peur).

"Comme dans Easy Rider !" : à partir de là le groupe se remet à jouer ensemble.

Pour souligner les temps forts du refrain (les drops en début de mesures par exemple), on envisage des lancers de confettis et des lumières stroboscopiques, à peu près comme dans un concert finalement.

Pour la dernière partie de refrain, Bapt ne chante plus, donc il peut à son tour quitter son "poste" pour vaquer à d'autres plaisirs (cheveux détachés, il danse pour la toute puissante nature).

SECOND COUPLET (01'38 À 02'10) – INT/NUIT – DÉCOR 3 PSYCHÉ

01'38 à 01'54 : BRIDGE

Les artistes lâchent prise. Tous chantent les paroles de ce moment autour de la caméra en essayant de créer des déformations (se rapprocher beaucoup des objectifs). Le décor et la lumière sont ultra bizarres pour créer ce moment de flottement. Bapt enlève sa veste et la met sur la caméra : il cache tout le décor sauf son visage proche de la caméra pour dire "moi j'ai juste envie de te plaire", puis on cache toute l'image.

01'51 à 2'10

Léo retire la veste qui cache la caméra et on repart dans le deuxième couplet : tous les membres du groupe jouent de façon énergique avant le dernier refrain.

Cette partie du clip est divisée en deux, ça fait des courtes sous- parties dans lesquelles il peut s'avérer être compliqué de lancer des actions plus radicalement différentes : là on fait une moitié concept et une autre moitié live, on pense que ça suffit en terme de "contenu".

SECOND REFRAIN (02'10 À 02'58) – INT/NUIT – DÉCOR 2 NATURE

De nouveau dans le décor nature, seuls les musiciens dont on entend les instruments à ce moment-là jouent, donc Stan (guitare), Greg (basse) et Bapt qui chante, pendant que Léo et Vik se trouvent une action "hors live" (Vik montre des petits cartons de LSD à Léo en lui racontant des trucs avec des grands gestes, ou encore Léo lui fait écouter un truc au casque pendant qu'il inspecte méthodiquement toute une pile de DVDs).

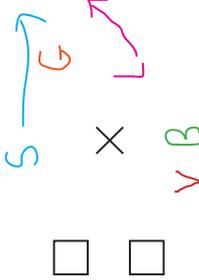
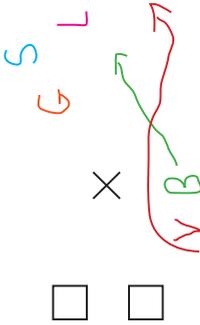
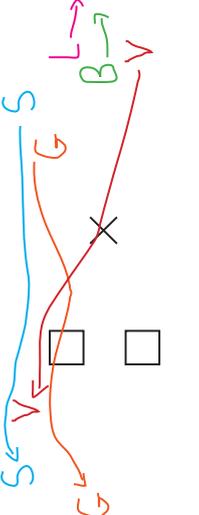
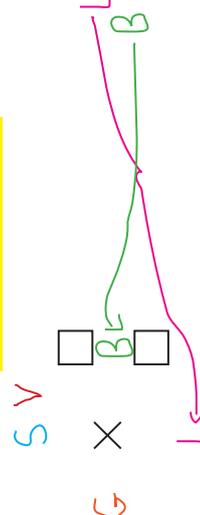
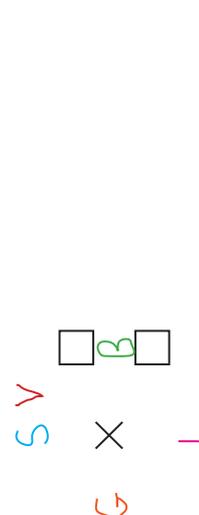
Comme dans le premier refrain, c'est à partir de "Comme dans Easy Rider !" que les musiciens se remettent à jouer le refrain tous ensemble, de façon très énergique puisque c'est la fin et qu'il faut tout donner.

02'43 à 02'58 : FIN

On voit un montage alterné de différents moments des trois décors : moments qu'on n'aura pas mis dans le montage, avec aussi des moments pris sur le vif, un peu plus making-of, backstage.

Le découpage :

<p>SEQ 1 / PLAN 1</p> <p>PREMIER COUPLET 00'00 à 00'18</p> <p>LIVE</p>	<p>Les artistes arrivent dans l'espace et se préparent au live. Stan lance le morceau. Les artistes vont chercher leurs instruments : les branchent, se placent.</p>	
<p>SEQ 1 / PLAN 1-2-3</p> <p>PREMIER COUPLET 00'18 à 00'38</p> <p>LIVE</p>	<p>Trick : Les artistes changent de position spatiale : au montage ils apparaissent et disparaissent successivement. (Vik reste fixe ?).</p>	
<p>SEQ 1 / PLAN 3</p> <p>PREMIER COUPLET 00'38 à 00'50</p> <p>LIVE</p>	<p>Baptiste se déplace en chantant, en rythme pour aller voir les différents membres du groupe.</p>	
<p>SEQ 2 / PLAN 1</p> <p>PREMIER REFRAIN 00'50 à 1'04</p> <p>PLAGE</p>	<p>Baptiste, Greg et Vik sont au même endroit spatialement dans la salle et performe. Greg s'assoie. Stan et Léo sont ensembles autour de Baptiste, puis s'éloigne vers les vidéo-projections.</p>	
<p>SEQ 2 / PLAN 1</p> <p>PREMIER REFRAIN 1'04 à 1'15</p> <p>PLAGE</p>	<p>«Comme dans Easy Rider» : Léo et Stan accourent vers la caméra pour rejoindre les autres membres du groupe et balancent des fleurs autour d'eux. Greg et Vik se lèvent. Baptiste s'approche de la caméra. Tous dansent en rythme et enlèvent un accessoire de leurs tenues.</p>	

<p>SEQ 2 / PLAN 1</p> <p>PREMIER REFRAIN 1'15 à 1'20</p> <p>PLAGE</p>	<p>Greg, Stan et Léo soulèvent des serviettes de plage/ draps pour les étendre au sol afin de s'y étendre. Baptiste continue de chanter. Vik reste à la même position.</p>	
<p>SEQ 2 / PLAN 1</p> <p>PREMIER REFRAIN 1'20 à 1'25</p> <p>PRÉVOIR UN PLAN AVC BAP QUI CHANTE FACE A VIK</p> <p>PLAGE</p>	<p>«Comme dans Easy Rider» : où qu'ils soient, les artistes regardent tous baptiste chanter cette phrase face à la caméra. Ensuite, Baptiste et Vik vont s'étendre/danser avec le reste du groupe.</p>	
<p>SEQ 2 / PLAN 1</p> <p>PREMIER REFRAIN 1'25 à 1'33</p> <p>CUT</p> <p>PLAGE</p>	<p>Baptiste et Léo se dirigent vers les vidéo-projections : on les voit discuter.</p>	
<p>SEQ 2 / PLAN 2</p> <p>PREMIER REFRAIN 1'33 à 1'38</p> <p>prévoir un plan marche et un plan run</p> <p>CUT</p> <p>PLAGE</p>	<p>Changement d'axe. Les artistes s'emparent de lunettes de soleil et reviennent se positionner en rond avec enthousiasme autour de la caméra.</p>	<p>RACCORDS POSITIONS</p> 
<p>SEQ 3 / PLAN 1</p> <p>SECOND COUPLET 1'38 à 1'50</p> <p>PSYCHOSE</p>	<p>On retrouve les artistes avec leurs lunettes de soleil, dans la même position spatiale. Ils chantent tous devant la caméra et s'y approche jusqu'à ce que des déformations se créent. Certains tentent de grands mouvements avec leurs bras/tentent de tenir en équilibre sur une jambe/font des figures acrobatiques/s'approchent-s'éloignent.</p>	

<p>SEQ 3 / PLAN 1</p> <p>SECOND COUPLETT 1'50 à 1'54</p> <p>PSYCHOSE</p>	<p>Changeement d'axe : baptiste enfle une chemise à la caméra et lui dit «moi j'ai juste envie de te plaire», et il referme la chemise.</p>	
<p>SEQ 3 / PLAN 2</p> <p>SECOND COUPLETT 1'54 à 2'06</p> <p>PSYCHOSE</p>	<p>Léo enlève la chemise à la caméra et nous fait revenir dans l'axe principal. Chacun reprend son instrument pour jouer. Cette fois-ci, Léo rejoint Greg, ensemble ils vont vers Baptiste, puis vers Stan et se rejoignent tous autour de Vik. Ils jouent cotes à cotes.</p>	
<p>SEQ 3 / PLAN 2</p> <p>SECOND COUPLETT 2'06 à 2'10</p> <p>PSYCHOSE</p>	<p>Ils s'éloignent les uns des autres en reculant.</p>	
<p>SEQ 2 / PLAN 3</p> <p>SECOND REFRAIN 2'10 à 2'23</p> <p>PLAGE</p>	<p>On retrouve Baptiste et Stan en train de chanter/jouer. Greg est assis sur une chaise et joue également. Il se lève pour rejoindre Stan et Baptiste. Léo et Vik se dirigent vers une pile de DVD, ils se les montre et écoutent de la musique au casque à tour de rôle.</p>	
<p>SEQ 2 / PLAN 3</p> <p>SECOND REFRAIN 2'23 à 2'35</p> <p>PLAGE</p>	<p>«Comme dans Easy Rider» : tous reviennent autour de la caméra et jouent énergiquement. (sautillement ?). Ils tournent autour de la caméra et se croisent.</p>	

<p>CUT</p> <p>SEQ 1</p> <p>FIN 2'35 à 2'42</p>	<p>Retour sur le premier décor Live</p>	
<p>LIVE</p> <p>CUT</p> <p>SEQ 3</p> <p>FIN 2'42 à 2'50</p>	<p>Retour sur le troisième décor Psychose : les artistes dansent, sautent et courent un peu dans tout l'espace.</p>	
<p>PSYCHOSE</p> <p>CUT</p> <p>SEQ 4 PLAN 1</p> <p>FIN 2'50 à 3'00</p>	<p>On retrouve les artistes dans une scène de vie : dehors à l'apéro, assis autour d'une table. En fond, on voit la baie vitrée.</p>	
<p>APERRO</p> <p>CUT</p> <p>SEQ 1 PLAN 4</p> <p>Générique</p>	<p>Retour sur le premier décor Live. Sur le mur du fond, on ajoute en post-production le générique qui défile. Léo lit un livre adossé au mur en brique, Greg est assis près d'une des deux colonnes et regarde son téléphone. Stan et Baptiste discute ensemble vers le milieu de la pièce. Vik est à la batterie et remet en place son équipement.</p>	
<p>LIVE</p>		

La feuille de route :

Samedi 04 juillet	9h -12h	Prépa light, installation PLAGE + répétition chorégraphies
	12h – 14H	SEQ 2 PLAN 1
	14h45 – 15h45	SEQ 2 PLAN 3
	15h45 – 16h20	Changement cam + light
	16h20 – 16h50	SEQ 2 PLAN 2
	17h – 18h30	Changement décors : installation PSYCHOSE
	18h30 – 19h00	SEQ 3 PLAN 1
Dimanche 05 juillet	9h – 11h	Changement cam SEQ 3 PLAN 2 + marges pour SEQ 3 FINAL
	11h – 14h	Changement décors : installation LIVE
	14h30 – 15h30	SEQ 1 PLAN 1
	15h30 – 16h15	SEQ 1 PLAN 2
	16h20 – 17h20	SEQ 1 PLAN 3
	17h20 – 17h40	Marges pour FINAL SEQ 1
	17h40 – 18h00	SEQ Générique
	18h00 – 19h00	SEQ Apéro
	19h00 – 20h00	RANGEMENT

ÉQUIPE DE TOURNAGE

Je tiens à remercier chaleureusement toutes les personnes qui m'ont aidée dans la réalisation de ce clip musical en RV, pour leur confiance et leur motivation.

Un immense MERCI à :

RALLYE : Baptiste BÉTOULAUD (chant), Stanislas BÉCOT (guitare), Léo LOTZ (clavier), et Grégoire LEFÈVRE-GAILLARD (basse) // **acteurs, décors et stylisme**

Viktor FENARD (batterie) // **acteur**

Anna VERSTRAETE // **1^{ère} assistante réalisatrice et scripte**

Lorenzo CARLY // **1^{er} assistant caméra**

Aurentin GIRARD // **électro**

Maxime SICARD // **électro**

Adrien ZANNI // **ingénieur du son**

Martin PEIGNIER // **régie**

Grégoire BÉCOT // **vidéo-projection**

Je veux également remercier Digital Rise pour leur accompagnement personnalisé et le prêt de matériel, ainsi que Romain et Geoffroy GUILBERT pour m'avoir prêté leur studio gracieusement. Merci à l'ENS Louis-Lumière de m'avoir permis de réaliser ce projet et d'avoir mis à disposition le matériel nécessaire à la réalisation de ce tournage.

POST-PRODUCTION

Après le tournage, j'ai décidé de réaliser toute la post-production moi-même. Thomas et François m'ont installé une station de travail au 104, j'étais donc confortablement installée pour travailler.

Pour **dérusher**, il faut d'abord que les images de chaque prise provenant des six caméras soient « **stitchées** ». Pour cela, j'ai utilisé le logiciel de la caméra Obsidian, qui génère des stitch automatiques. Évidemment, ces stitch sont provisoires et de basse qualité, le but étant simplement de pouvoir visionner les prises en 360°. Les fichiers sont très lourds, les rendus ont donc pris une journée et demie à se faire. Une fois cette étape terminée, j'ai importé ces rushs dans le logiciel de montage Premiere Pro et j'ai commencé à trier les bonnes et les mauvaises prises. Dans Premiere, il est possible de visualiser la prise 360° sur un espace de travail équirectangulaire, ou bien de la visionner en mode « VR » avec ou sans casque de RV.

C'est au **montage** que j'ai découvert mes images, puisque nous n'avions pas de retour en live sur le tournage, et que pendant l'enregistrement des prises, personnes ne devait être sur le plateau si ce n'est les musiciens... Il n'y a pas eu de mauvaises surprises !

L'étape du montage s'est faite assez rapidement puisque tout était déjà écrit dans le découpage. Cependant après un premier visionnage du clip, j'ai trouvé qu'il était trop lent. J'ai donc tenté de le dynamiser avec différents effets -incrustations de photographie, surimpression etc. La deuxième version du montage est la bonne. C'est à l'étape du montage que je me suis rendue compte de trois erreurs que nous avons commise au tournage : un faux raccord au niveau de la lumière et deux au niveau de la position d'un des musiciens. Mais ces erreurs sont rattrapables et n'ont pas entachées le montage du clip.

Dans cette version finale du montage, il y a des incrustations que j'ai réalisées via les logiciels Photoshop et After Effect. Ces incrustations ont été faites très rapidement puisqu'elles étaient des « tests », et qu'elles étaient réalisées sur des vidéos basses qualité.

Le montage est terminé, mais il faut maintenant que j'exporte en haute définition les vidéos utiles et correctement « stitchées ». Ces portions de vidéo en haute définition vont venir remplacer les vidéos basse qualité qui sont actuellement dans la timeline du logiciel de montage. Ensuite, il faut que j'effectue de nouveau toutes les incrustations nécessaires : cette fois-ci de manière très soignée, puisque c'est la version définitive.

Enfin, il ne me reste plus que l'étape de l'**étalonnage**, puis de la **spatialisation des pistes sonores** -qui sera réalisée par Adrien Zanni- et le clip sera prêt à être **exporté** puis **diffusé** sur les plateformes adéquates.

Voici quelques images -projetées sur un espace équirectangulaire- des plans « bruts » de mon clip :







Voici quelques images -projetées sur un espace équirectangulaire- des plans avec ajouts d'incrustations qui figurent dans le clip :







TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	3
RÉSUMÉ.....	5
ABSTRACT.....	6
SOMMAIRE.....	7
INTRODUCTION.....	9
I. HISTOIRE ET CARACTÉRISTIQUES DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE.....	14
1. APPARITION DU MEDIUM.....	14
1.1 <i>Évocation du concept de réalité virtuelle</i>	14
1.2 <i>Mise en place des concepts de base</i>	16
2. ANCRAGE DU MEDIUM.....	18
2.1 <i>Spécificités de la réalité virtuelle</i>	18
2.1.1 Interaction.....	18
2.1.2 Immersion.....	23
2.1.3 Le visiocasque.....	26
2.1.4 L'espace réel et l'espace virtuel.....	30
2.2 <i>Vision humaine et problèmes engendrés par la RV</i>	37
2.2.1 Fonctionnement du système visuel.....	37
2.2.2 Principe du relief.....	38
2.2.3 Fatigue visuelle.....	40
2.3 <i>Emprunts</i>	43
2.3.1 Photographie.....	44
2.3.2 Cinéma.....	46
2.3.3 Théâtre.....	47
II. LIENS ET COMPLÉMENTARITÉ DU CLIP MUSICAL ET DE LA RV.....	50
1. HISTOIRE DU CLIP.....	50
1.1 <i>Avènement</i>	50
1.2 <i>Catégorisation</i>	52
2. POINT DE VUE D'AUTEURS.....	53
2.1 <i>Dimension créative</i>	53
2.1.1 Narration.....	53
2.1.2 Mise en scène.....	56
2.1.3 Lumière et cadre.....	60
2.2 <i>Espace-temps</i>	64
2.2.1 Montage et mouvement de caméra.....	64

2.2.2	Espace physique – espace virtuel	67
2.2.3	Rapprochement artistes – spectateurs	71
2.3	<i>Mixité des techniques</i>	72
2.3.1	Prise de vue réelle	72
2.3.2	Animation 2D/3D.....	76
2.3.3	Incrustations.....	78
3.	ENJEUX.....	79
3.1	<i>La place du corps</i>	79
3.2	<i>Évolutions technologiques</i>	80
3.3	<i>Le marché</i>	81
3.3.1	Quelques chiffres/ production	81
3.3.2	Le clip musical en RV	84
3.4	<i>Diffusion</i>	85
3.4.1	À la maison	85
3.4.2	Dans des lieux spécialisés.....	86
III.	RÉALISATION D'UN CLIP EN RV	89
1.	CONCEPTUALISATION DU PROJET	89
1.1	<i>L'univers du groupe</i>	89
1.2	<i>Les équipes de travail</i>	90
1.3	<i>Choix du matériel</i>	91
2.	MOYENS DE MISE EN SCENE	93
2.1	<i>Moyens pour chorégrapier à 360°</i>	94
2.1.1	Intérieur.....	94
2.1.2	Extérieur.....	98
2.2	<i>Moyens pour diriger le regard</i>	100
2.2.1	Son.....	100
2.2.2	Image.....	103
2.2.2.1	Interaction sans modification de l'EV	103
2.2.2.2	Interaction avec modification de l'EV	105
2.3	<i>Placements et mouvements de caméra</i>	106
2.3.1	Point de vue.....	106
2.3.2	Plan séquence fixe ou en mouvement	107
3.	MOYENS DE MONTAGE ET FINALISATION	109
3.1	<i>Transitions</i>	109
3.1.1	Coupes franches	109
3.1.2	Fondus.....	110
3.2	<i>Finitions</i>	111
3.2.1	Techniques	111
3.2.2	Visualisation (plateformes, visiocasque, scénographie).....	112

CONCLUSION	114
BIBLIOGRAPHIE.....	116
INDEX.....	120
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	122
TABLE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS.....	124
LISTE DES ANNEXES	125
ANNEXES	126
PRÉSENTATION DE LA PARTIE PRATIQUE	176
TABLE DES MATIÈRES.....	199