

REVUE ATI-INREV VI



LA REVUE

**ARTS ET TECHNOLOGIES DE L'IMAGE,
IMAGES NUMERIQUES ET REALITE VIRTUELLE**

N°6

**Sous la direction de
Chu-Yin Chen et Rémy Sohier**

Publié avec le soutien de l'université Paris 8
2019

Marie-Hélène Tramus

professeure émérite, Université Paris 8

Georges Gagneré

MAST au département théâtre, Université Paris 8

Cécile Welker

Professeure en Ecole Supérieure d'Art et Design
d'Amiens

Anne-Laure George-Molland

Maître de conférences, Université Montpellier 3

Michel Bret

professeur honoraire, Université Paris 8

Suzanne Beer

Philosophe

Edito	1
Art numérique et perception	7
Le périphérique mobile, interface de création interactive pour le cinéma d'animation Swann Martinez et Chu-Yin Chen	9
MusicRoad Un détournement artistique de données cartographiques Damien Picard	21
L'informatique anthropologique : Illusion, lucidité et immersion pour le design interactif en réalité virtuelle Cas d'étude, l'installation artistique VitRails Sophia Kourkoulakou et Chu-Yin Chen	43
Le sentir actif dans les expériences artistiques multisensorielles et interactives Dionysis Zamplaras et Chu-Yin Chen	53
Temps et Mémoire en art numérique	67
Heure Heure Minute Minute L'animation au service d'une écriture de l'instant Alice Suret-Canal et Chu-Yin Chen	69
La déconstruction technique au service de la récréation d'une expérience de jeu : Le cas du jeu vidéo FFZ Piers Bishop	83

Les formes expressives de la mémoire au sein du processus créatif en art numérique	99
Laetitia Perez et Chu-Yin Chen	
Art génératif et vie artificielle	117
Processus créatif d'un système autonome et perceptif contraint de s'adapter à des forces perturbatrices	119
Isadora Teles de Castro e Costa et Chu-Yin Chen	
Programmer son art : le shadercoding comme processus de création temps réel et performatif dans l'art numérique	141
Florine Fouquart et Chu-Yin Chen	
Le corps dans l'œuvre de Michel Bret	153
Tsovinar Banuchyan et Chu-Yin Chen	
Retour d'anciens docteurs sur la réalité virtuelle	165
Mi-mime, Mi-mixe : hybridation de l'art du mime et de la réalité mixe	167
Jean-François Jégo	
Art et réalité virtuelle : Une histoire d'immersion et de participation	193
Judith Guez	
Colophon	219

Contexte de la revue ATI-INREV

Depuis 2004, cinq numéros de la Revue ATI-INREV ont permis à des doctorants et à de jeunes docteurs de réaliser une première publication de leurs travaux de recherche création dans le domaine de l'Art numérique. Les enseignants chercheurs de l'équipe INREV (Image Numérique et Réalité Virtuelle) contribuent également à cette revue en y présentant l'état de leurs recherches-créations en cours. Ce nouveau numéro de la Revue, le 6^{ème}, s'inscrit dans un projet plus global de valorisation de l'activité scientifique de l'équipe INREV, en lien avec ses quatre axes de recherche que sont :

- L'Intelligence & Vie Artificielle (IA & VA) en relation avec la réalité virtuelle/augmentée ou mixte dans une approche arts/sciences/technologies,
- Les relations entre l'art numérique et les arts vivants,
- La Ludographie : esthétiques et pratiques artistiques des jeux vidéo,
- Patrimoine matériel/immatériel : préservation, numérisation, restitution et transmission des œuvres d'art numérique.

Sous l'égide d'un comité de lecture scientifique, les douze articles proposés par des doctorants et docteurs de notre équipe retracent la diversité des expérimentations technico-artistiques et les analysent sous l'angle des processus de création et de réception à l'œuvre, montrant ainsi la singularité des approches personnelles. Ils se regroupent autour de quatre thèmes forts :

- 1) Art numérique et perception ;
- 2) Temps et mémoire en art numérique ;
- 3) Art génératif et vie artificielle ;
- 4) Retour d'anciens docteurs sur la réalité virtuelle.

Art numérique et perception

Swan Martinez (*Le périphérique mobile, interface de création interactive pour le cinéma d'animation*) présente son travail dans le cadre d'une thèse Cifre chez Cube-Créative. Il élabore un ensemble d'expérimentations dans le domaine du cinéma d'animation, impliquant notamment l'emploi de smartphones pour proposer une nouvelle approche créative et artistique. Il présente les différents capteurs permettant l'émergence de nouvelles interactions. Ces outils vont lui permettre de mener une réflexion sur de nouvelles interfaces de création dans la production de cinéma d'animation.

Damien Picard (*MusicRoad. Un détournement artistique de données cartographiques*) présente une application web entre cartographie et génération procédurale de musique. Les données cartographiques et le parcours réel permettent de générer une mélodie originale. Cette pratique est expliquée tant du point de vue technique qu'artistique. Cette création met en exergue les forces et faiblesses de l'utilisation de bibliothèques libres et open sources, soulignant ainsi la complexité pour un artiste de s'exprimer librement avec ces outils.

Sophia Kourkoulakou (*L'informatique anthropologique : Illusion, lucidité et immersion pour le design interactif en réalité virtuelle Cas d'étude, l'installation artistique VitRails*) contextualise l'art numérique avec ses influences sociétales, en particulier la démocratisation et le perfectionnement des ordinateurs et des systèmes de captation de mouvement. Ces technologies permettent à l'artiste-chercheuse de réaliser, avec le collectif Continuum, l'œuvre VitRail où une surface thermochromique questionne notre rapport à la mémoire et à la perception.

Dionysios Zamplaras (*Le sentir actif dans les expériences artistiques multisensorielles et interactives*) étudie de nombreux capteurs d'interface homme-machine (IHM) à des fins d'expression artistique. Les expériences multisensorielles produites par l'artiste-chercheur interrogent nos canaux perceptifs, en particulier le sens du toucher. Ses travaux sont ainsi examinés à l'aune des théories de Deleuze ou Merleau-Ponty.

Temps et mémoire de l'art numérique

Alice Suret-Canal (*Heure Heure Minute Minute. L'animation au service d'une écriture de l'instant*) introduit le second thème de la revue sur le temps et la mémoire en art numérique. Elle présente son travail artistique intitulé *Heure Heure Minute Minute*, également objet principal de sa thèse soutenue en juin 2018. Elle s'intéresse à la retranscription de l'instant par

l'animation, tout en interrogeant cette pratique avec la photographie et la poésie.

Piers Bishop (*La déconstruction technique au service de la recréation d'une expérience de jeu : Le cas du jeu vidéo FFZ*) propose une réflexion très ancrée dans la création. Sa réflexion s'inscrit dans une démarche de technical artist, afin de reproduire le jeu vidéo Final Fantasy VII (Squaresoft, 1997). Cette démarche l'amène à soulever de nombreux problèmes techniques et artistiques afin de capturer l'atmosphère du jeu d'origine. Cette approche entretient également une réflexion sur la place de l'expérience du joueur dans la reproduction d'un jeu vidéo.

Laetitia Perez (*Les formes expressives de la mémoire au sein du processus créatif en art numérique*) présente une pratique artistique personnelle où le temps et la mémoire sont au centre de sa réflexion. L'acte de création est enregistré, lui permettant de réfléchir sur ce qu'elle fait, tout en le faisant, amenant ainsi une réflexion sur des lignes temporelles qui s'entremêlent et se figurent par le tracé du dessin. Cette pratique l'amène à réfléchir à la méta-mémoire dans le processus créatif, à travers des témoignages d'artistes sur leurs œuvres.

Art génératif et vie artificielle

Isadora Teles de Castro e Costa (*Processus créatif d'un système autonome et perceptif contraint de s'adapter à des forces perturbatrices*) introduit le thème avec une réflexion sur l'art génératif et la vie artificielle basée sur cinq œuvres personnelles réalisées ces dernières années. L'interaction avec l'œuvre est interrogée comme perturbation et transformation grâce à une stratégie d'adaptation personnelle. Cet article permet de présenter les pistes de recherche de sa thèse, afin d'envisager la mise en place d'un écosystème « poético-esthétique ».

Florine Fouquart (*Programmer son art : le shadercoding comme processus de création temps réel et performatif dans l'art numérique*) appréhende la générativité sous un angle différent. Elle revient sur sa pratique d'artiste technique (technical artist) et introduit la notion de « shadercoding », discipline entre programmation, mathématique et graphisme. Elle propose une réflexion sur cette pratique avec les activités de performance d'art numérique, notamment dans des événements de spectacle consacrés.

Tsovinar Banuchyan (*Le corps dans l'œuvre de Michel Bret*) propose une analyse sur un des fondateurs du département et du laboratoire. Elle réintroduit le contexte technologique indispensable pour comprendre le

problème de la création d'images de synthèses aux origines des premiers travaux de Michel Bret. Elle fera émerger de son analyse une place importante accordée au corps, thème transversal dans ses peintures, danses, théâtres et cirques numériques.

Retour d'anciens docteurs sur la réalité virtuelle

Jean-François Jégo (*Mi-mime, mi-mixte : hybridation de l'art du mime et de la réalité mixte*), revient sur sa propre recherche artistique IAM4Mime, une pantomime en six actes, dix ans après sa coproduction, associant théâtre d'ombres réelles et virtuelles. Le processus de création est décrit et permet une réflexion sur les perceptions dans l'usage de ces technologies, empreintes de surréalisme, d'illusions et de poésie. Les notions d'environnement réel, augmenté ou virtuel sont interrogées afin d'explicitier l'expression artistique entre pantomime et réalité virtuelle.

Judith Guez (*Art et réalité virtuelle : Une histoire d'immersion et de participation*) conclut la revue avec un questionnement sur la continuité entre un art environnemental et un art d'immersion. La réalité virtuelle et mixte est interrogée au travers des pensées de Popper, Couchot ou Tramus afin d'explorer la pratique personnelle de l'artiste-chercheuse.

Dans l'ensemble, le lecteur remarquera que la place du vécu est ici analysée, en première personne. Ce vécu de l'artiste intervient en fait de manière non négligeable dans les activités de recherche-crédation situées entre praxis et théorie, entre poiésis et élicitation, entre sensibilité artistique et pensée scientifique. Cet accès en pleine conscience au vécu – c'est-à-dire à l'expérience intuitive et subjective survenant lors des phases de création/conception ou de perception/réception d'une œuvre d'art numérique – prend racine dans la méthode originale de l'élicitation, mise en place au sein de l'équipe, et permet l'émergence de réflexions significatives et l'exploration de nouvelles esthétiques.

Lors de la sortie en numérique de ce 6^{ème} numéro de la Revue ATI-INREV, un séminaire doctoral INREV concluant l'année universitaire 2018-2019 a été consacré au partage des étapes de réflexions qui ont conduit ses auteurs à l'écriture de ces articles. Ces présentations seront regroupées dans le Making Of de ce numéro de la Revue ATI-INREV.

Art numérique et perception

Le périphérique mobile, interface de création interactive pour le cinéma d'animation

Swann Martinez

Doctorant, Lab. AI-AC, équipe INREV.

Chu-Yin Chen

Professeure, Université Paris 8

Les smartphones sont aujourd'hui omniprésents dans notre quotidien. Ils sont équipés de plus en plus de capteurs (camera, accéléromètre, gyroscope, magnétomètre, etc.) permettant la création de nouvelles formes d'interactions. Grâce à eux, nous avons menées des expérimentations d'interaction qui ont conduit à l'élaboration d'une architecture rendant possible l'utilisation du smartphone comme interface de création dans la production de cinéma d'animation.

Smartphones are everywhere in our daily lives. They come with an increasing amount of sensors (camera, accelerometer, gyroscope, magnetometer, etc.) and allow for the creation of new forms of interaction. Hence, this work presents the creation process of a multi-platform architecture that enables the use of the mobile device as a creative interface as well as a control tool in the animation films production process

Résumé

Abstract

Cinéma d'animation, smartphone, mouvement, production.

Introduction

L'industrie du cinéma d'animation connaît une effervescence technologique importante, notamment dans ses processus de création. Cependant, que ce soit dans une solution de rendu, de modélisation ou encore d'animation, pour chaque nouvelle fonctionnalité, de nouveaux paramètres apparaissent, pouvant complexifier leur ergonomie.

Un second problème motivant cette recherche réside dans la limitation de l'interface physique qu'utilisent la majorité des infographistes du cinéma d'animation : le clavier, la souris et la tablette graphique. La rapidité et la précision d'exécution de certaines tâches dans le contexte d'une production 3D sont moyennement efficaces. Dans le cadre de l'animation d'une voiture par exemple, l'artiste doit positionner dans un espace en trois dimensions chaque position clé de la voiture, à travers un écran en deux dimensions. Cette complexité ergonomique propre aux créations tridimensionnelles augmente la distance entre l'artiste et sa création et réduit sa spontanéité créative.

De nos jours, tout le monde peut désormais accéder à des logiciels et à des outils de création d'images de synthèse gratuits et libres. Blender, notamment, est une solution multi-plateforme permettant de concevoir un film d'animation d'un bout à l'autre. C'est un logiciel de prédilection chez les particuliers, les scientifiques, mais aussi les professionnels qui y trouvent une boîte à outils complète pour créer des images de synthèse. Nos travaux se veulent idéologiquement similaire : ils rendent accessible des interactions

spécialisées avec Blender pour un coût moindre et constituent un terrain de jeu pour prototyper de nouvelles interactions.

Nous proposons un *framework*¹ (compatible avec le logiciel de création 3D Blender) permettant l'utilisation de smartphones en tant que contrôleurs sans fil pour l'assistance à la création dans le cinéma d'animation.

Nous présenterons d'abord les travaux relatifs à l'utilisation de contrôleurs 3D qui ont nourris la démarche expérimentale décrite à la suite. Nous expliquerons ensuite l'émergence du *framework* qui a découlé de ces expérimentations pour finir par son architecture. Enfin, nous concluons sur une synthèse des travaux menés et leur possibilités futures.

Utilisation d'interfaces spatialisés pour l'interaction tridimensionnelle

Interfaces de contrôle spatialisés vidéoludiques

Les périphériques mobiles contiennent de nombreux capteurs, ce qui les rends idéals pour créer de nouvelles formes d'interaction. En effet, avec l'abondance des nouveaux médiums immersifs et interactifs, la recherche de nouveaux types d'interactivité est d'actualité, surtout dans l'industrie du jeu vidéo. Par exemple, les contrôleurs 3D (spatialisés dans un espace en trois dimensions) sont au cœur de ces travaux. Nintendo à concrétisé des interfaces 3D auprès du grand public avec la Wiimote [6], un périphérique spatialisé capturant les gestes de ses utilisateurs. De même, l'utilisation du smartphone dans le jeu vidéo en tant que contrôleur à été exploré par Mark Joselli et al [1] ainsi que par Malfatti et al [3]. Ils ont mis en valeur des possibilités d'interaction naturelle propres aux capteurs que les smartphones plus récents contiennent ainsi qu'une accessibilité accrue aux joueurs occasionnels qui n'ont pas les moyens de s'acheter des contrôleurs coûteux.

Bien que beaucoup explorés dans l'univers du jeu vidéo, les usages du smartphone sont très peu développés dans le cinéma d'animation. Là où ils permettent au joueur d'être plus proche de l'œuvre vidéoludique, il peut rapprocher un artiste de son œuvre.

1. Un framework est un ensemble d'outils et de composants logiciels organisés conformément à une architecture.

Expérimentations du smartphone comme interface spatialisés pour la création

Comme illustré dans l'exemple de la voiture donnée en introduction, le concept classique d'animation *Keyframe* vise à enregistrer les positions clés de l'objet animé dans le temps. Le logiciel d'animation effectue ensuite automatiquement les interpolations de position et de rotation entre les différentes poses clés de l'objet animé. L'objectif initial des expérimentations d'animation décrites dans cette section fut de se passer du couple d'interfaces clavier/souris au bénéfice du smartphone pour les tâches nécessitant des actions spatialisés, tels que les déplacements tridimensionnels.

Dans un téléphone, plusieurs capteurs peuvent être mis à profit pour reconstruire sa position dans l'espace : la caméra et la centrale inertielle². Afin de comparer l'efficacité de ces deux capteurs pour la spatialisation du téléphone, nous avons fait deux expérimentations. Notre première expérience utilise la caméra du téléphone pour guider une caméra virtuelle tandis que notre seconde expérience éprouve la centrale inertielle pour conduire l'animation d'une voiture virtuelle. Ces deux expériences ciblent la meilleure utilisation de chacun des capteurs pour conduire des actions créatives spatialisées adaptés à leurs spécificités.

1. Description de l'expérimentation sur l'animation d'une caméra virtuelle : un outil de prévisualisation accessible

L'une des fonctionnalités les plus utilisées du téléphone mobile est sa caméra, comme en témoignent les réseaux sociaux débordant de vidéos prises par des smartphones tel que Facebook, Twitter, Instagram ou encore Snapchat. En s'inspirant du principe de la *previz on set*³ cette expérimentation que nous proposons vise à utiliser la camera du smartphone comme caméra virtuelle. Notons que les coordonnées de la caméra virtuelle sont éditées et enregistrées à la même échelle dans Blender que dans la réalité. Cela permet de se repérer avec des éléments réels de l'environnement.

La reconstruction en temps réel de la position du téléphone dans l'espace virtuel fût un point décisif. Ainsi, nous avons opté pour un algorithme de

2. Une centrale inertielle est un ensemble de capteurs permettant de mesurer le mouvement.

3. La *previz on set*, est un outil d'assistance à la mise en scène. Elle permet de voir immédiatement sur le plateau pendant le tournage, la vue caméra augmentée d'un aperçu des effets spéciaux.

tracking optique⁴ fonctionnant sur un système monoculaire (un seul objectif étant disponible sur un smartphone) : l'ORB_SLAM [4]. En amont de la performance d'animation, une calibration du capteur du téléphone fût nécessaire pour déterminer ses caractéristiques de déformation optique. Cette calibration est ensuite fournie à l'ORB_SLAM. A chaque image captée, la position du smartphone est reconstruite et appliquée à la caméra virtuelle dans Blender. La position de la caméra est ensuite enregistrée dans des séquences. En suivant ce processus nous sommes parvenus à visualiser le mouvement de la caméra directement dans le *viewport*⁵ de Blender en temps réel à une fréquence de 25 images par seconde (fréquence habituelle de défilement des images dans un film d'animation).

Dans une volonté d'éprouver le système de tracking optique, les positions résultant de l'ORB_SLAM ont été appliquées directement à notre caméra virtuelle. À l'issue de l'animation de plusieurs types de mouvements du smartphone, nous avons constaté que les résultats étaient très différents en fonctions des types de trajectoire. Lors des mouvements panoramique (*pan*) et d'inclinaison (*tilt*) sans translations le taux d'erreur du tracking fût très élevé, se traduisant par une trajectoire de caméra virtuelle bruitée. Cependant, sur des trajectoires impliquant une translation, la courbe d'animation de la caméra virtuelle s'est révélée stable et fidèle à la trajectoire du smartphone, reproduisant ainsi un mouvement tracé avec la spontanéité du geste. La reconstruction d'une position se basant sur des points de correspondances présents entre les images captés, les changements rapides de luminosité induisent une perte importante de point détectés et donc un taux d'erreur élevé.

Malgré ses inconvénients, le tracking optique du smartphone nous affranchit totalement de capteurs et de dispositifs lourds pour animer des caméras virtuelles librement dans des environnements à éclairage constant. Afin de pallier aux faiblesses de l'algorithme de l'ORB_SLAM sur le *pan* et le *tilt* une fusion de capteur pourrait être envisagé afin d'exploiter la précision de la centrale inertielle sur les mouvements rotatif par exemple. L'expérimentation décrite à la suite porte sur l'exploitation de cet élément comme source de contrôle de l'animation d'un objet virtuel.

2. Observations de l'expérimentation sur l'animation d'une voiture : un apport sensoriel à l'animation

4. Le tracking optique consiste à reconstruire la position d'une caméra à partir de données visuelles .

5. Le viewport dans un logiciel de création 3D est la fenêtre de visualisation d'éléments géométriques en trois dimensions.

Afin d'utiliser le smartphone comme contrôleur pour la voiture virtuelle, nous l'avons manipulé comme une voiture miniaturisée sur la surface du bureau. Dans l'objectif d'animer la voiture sans se déplacer du bureau physiquement, une translation correspondant à la vitesse de déplacement de la voiture virtuelle est appliqué. Ainsi le smartphone intervient dans le contrôle de la rotation et de l'offset global du véhicule virtuel. Contrairement à l'animation de caméra décrite plus haut, l'acquisition de la rotation du téléphone dans l'espace a été construite à l'aide de sa centrale inertielle. Il était au départ question d'animer la translation de la voiture avec les données de l'accéléromètre. Cependant, elle se sont avérés trop imprécises lors des essais, nous empêchant d'utiliser les données correctement. De ce fait, la vitesse du véhicule fût ajustée manuellement avec l'interface tactile du téléphone. Dotée d'une précision importante sur la rotation, nous avons constaté que cette méthode basé sur la centrale inertielle est plus performante pour animer un objet sans déplacement physique réel (en rotation seule). A l'image d'un enfant s'amusant avec sa voiture miniature, nous nous sommes retrouvés à jouer de la même manière avec notre périphérique mobile, retrouvant ainsi la spontanéité et l'imagination créative de notre enfance.

Malgré la restriction du degré de liberté (en rotation) obtenu avec les gyroscopes cette expérimentation à permis de développer une animation avec une spontanéité gestuelle. À l'instar d'une interface 2D classique, le smartphone tisse un lien rapprochant l'animateur du sujet virtuel animé par une interaction sensorimotrice naturelle. Cependant, nous pouvons nous interroger sur l'influence de la forme et du poids du smartphone sur la caractérisations des animations produites. Il est également important de soulever que la problématique du changement d'échelle n'a pas été abordé.

Bien que la précision de la reconstruction de la position soit une approximation de la localisation physique du smartphone, nos deux expérimentations ont montré l'intérêt de l'utilisation d'un tel dispositif dans le processus de manipulation d'objet spatialisés. L'approche naturelle du geste guidant le smartphone permet d'accroître le contrôle, la rapidité mais aussi la spontanéité de l'animation des sujets 3D. Les outils (script python) créés à l'issue de ces deux expérimentations ont questionnés la complexité de mise en place d'interactions entre un smartphone et un logiciel de création. Ils sont à l'origine de la création d'un framework simplifiant la création d'interaction spatialisées avec le smartphone dans Blender. Ce framework, résultat et synthèse des deux expériences précédentes, fait l'objet de la partie suivante.

Émergence d'un framework :

outils pour la création d'interactions spatialisées

dans Blender avec le smartphone

La section précédente témoigne du potentiel important du smartphone pour l'assistance à la création. Malgré son accessibilité inexistant dans les logiciels de création, les usages d'un tel contrôleur spatialisé apporteraient beaucoup aux artistes du cinéma d'animation 3D. Le *framework* issus expériences décrites auparavant tente d'apporter une solution à l'accessibilité du smartphone comme outil de création dans Blender. L'émergence et l'architecture de ce *framework* font l'objet de cette section.

D'abord nous décrirons la synthèse des modalités du smartphone qui a permis l'abstraction des modules de gestion des capteurs. L'architecture décentralisé répondant aux questions du temps réel dans le retour des interactions spatialisé sera ensuite abordé. Enfin, nous présenterons l'ergonomie et les problématiques d'interface utilisateur sur le retour des interactions spatialisés.

1. Modalités du smartphone pour la création dans le cinéma d'animation

Afin d'établir une abstraction générale de la gestion des capteurs, nous élargissons notre analyse des emplois du smartphone pour prévoir les autres ponts qu'il peut créer entre univers réel et virtuel. Dans le cinéma, Lew [2] présente différentes interfaces tangibles pour manipuler les images. Il établit une classification par modalité qui permettent de passer entre univers réel et virtuel (et vice-versa). Ainsi, il classe les interfaces matérielles d'interaction en spécifiant leurs caractéristiques d'entrée/sortie. En suivant ce schéma nous avons décomposé les interactions possibles avec un smartphone appliquées au contrôle des outils de créations :

Interface visuelle Entrée : les **caméras** et la **photodiode** (qui mesure la luminosité ambiante) permettent de capter l'environnement afin de reconstituer la position approximative du téléphone dans l'espace.
Sortie : l'**écran** affiche les actions possibles et donne un retour à l'utilisateur.

Interface auditive Entrée : le **micro** permet d'enregistrer les sons, dans le but

de faire de la synchronisation labiale, ou de la reconnaissance vocale pour contrôler certaines actions.

Sortie : le **haut-parleur** permet d'avoir un retour audio pertinent lors de la lecture d'une scène.

Interface haptique Entrée : le **tactile** de l'écran permet de contrôler des actions via des boutons virtuels, ou des gestes simples (tapoter l'écran, faire glisser ses doigts, pincer, etc.).
Sortie : le **vibreur** permet d'avoir un retour pour des notifications.

Interface gestuelle Entrée : la **centrale inertielle** du smartphone permet de contrôler le mouvement des objets virtuels.
Sortie : aucune

Dans un premier temps la décomposition modale permet d'obtenir une vision complète des possibilités offertes par les différents systèmes électroniques embarqués du mobile. Cette vision a directement nourri la création d'une logique multi-plateforme pour le *framework* en permettant d'abstraire les modules de gestion des capteurs en interface traitant un ensemble de flux en entrée/sortie. Le paragraphe suivant aborde structure du *framework* permettant de supporter le traitement temps réel des données acquises au travers de ces interfaces.

2. Architecture : Une logique décentralisée pour traiter des flux temps-réels

Cette section présente la structure du framework à travers son fonctionnement. Dans le cadre de nos travaux, Blender est le logiciel de création contrôlé par le smartphone. Pour garantir un retour immédiat, le caractère temps réel des interactions est crucial, le framework devait donc l'être aussi. Le fonctionnement de notre système se divise en trois grandes étapes :

1. L'acquisition de données par les capteurs du smartphone
2. Le traitement des données brutes
3. Le retour et l'application des données dans Blender

Cette compartimentation des étapes d'exécution permet au système d'être adaptable pour la répartition des charges de calcul. Ces étapes se modélisent dans le *framework* par plusieurs composants :

- **Le client** : Le client est une application web sur le mo-

bile, responsable de l'**acquisition** des données et du retour envoyé au serveur.

- **Le worker (optionnel)** : Le worker est un processus (**indépendant** du processus de Blender) de calcul décentralisé, utilisé pour répartir la charge de calcul lourd d'interprétation des données envoyée par le téléphone. Dans le cadre de l'utilisation de l'ORBSLAM par exemple, il reconstruit la position du *smartphone* dans l'espace et envoie directement les coordonnées à Blender.
- **Le serveur** : Le serveur gère l'application web client et transfère les commandes reçues à Blender. Il effectue également une partie des traitements des données brutes reçues.

La communication entre les acteurs se fait par le protocole WebSockets [5]. La séparation entre modules permet au système de s'adapter par l'ajout de **workers** supplémentaire en cas de nécessité d'une charge de calcul élevée. L'application web rend compatible l'interface client avec toutes les plateformes mobile bénéficiant d'un accès Wifi et d'un navigateur. L'ergonomie est cruciale pour exploiter pleinement le caractère temps réel des interactions avec le smartphone en se passant du couple clavier/souris.

3. Interface pour le contrôle d'interaction

L'ergonomie de l'interface est critique pour garantir la fluidité de l'interaction physique avec le périphérique mobile. L'illustration 1 montre l'écran que visualise l'artiste pour contrôler les actions menées dans Blender. L'objectif principal ici est de maximiser la zone centrale contenant les actions possibles. L'ajout d'actions se fait via les raccourcis en zone inférieure rendant ainsi possible un prototypage rapide d'interactions.

Il est visible dans l'illustration 1 que l'interface ne retourne aucun repère de la scène. Durant l'animation d'un objet, l'artiste doit regarder le retour de ses actions produites avec le smartphone sur l'écran de l'ordinateur. Cette distance entre l'interface de retour (l'écran) et l'interface de manipulation (le smartphone) est contre productive et peut induire des imprécisions. Le streaming de la scène 3D dans le smartphone pourrait pallier à ce problème en unifiant les interfaces.

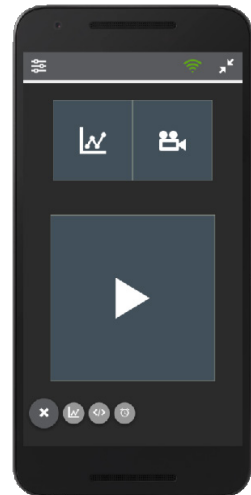


Illustration 1: Interface du client sur smartphone.

Conclusion et travaux futurs

L'utilisation du smartphone dans certaines étapes de production d'un film d'animation peut aider l'artiste à retrouver une spontanéité inédite dans sa création. Dans l'objectif de démontrer cela, nous avons expérimenté la création de deux animations dans Blender. Ces dernières ont soulevé des problématiques qui feront l'objet de futurs développements.

En permettant de conduire des interactions spatialisées tridimensionnelles pour Blender avec le smartphone, notre framework rend accessible aux particuliers certaines interactions habituellement compliquées et onéreuses à mettre en place. Cependant, l'interface n'étant pas autonome, elle ne permet de se passer que du couple clavier/souris et non de l'écran. De plus, l'autonomie de la batterie du smartphone n'a pas été prise en considération et demanderait une étude approfondie.

L'un des principaux aspects des travaux futurs consistera donc à développer une diffusion temps réel de la scène 3D de Blender vers le smartphone. Cette fonctionnalité alliée avec le *tracking* optique permettrait de se passer de l'écran d'ordinateur pour l'animation tout en ayant les informations dans l'application cliente (sur le smartphone).

Une fois ce pont mis en place, des interactions en réalité virtuelle et augmentée pourront être envisagées au travers des récents standards établis tel que le WebXR.

- [1] Joselli, M., J. Ricardo da Silva, M. Zamith, E. Clua, M. Pelegrino, E. Mendonça, et E. Soluri. « An architecture for game interaction using mobile ». In *2012 IEEE International Games Innovation Conference*, 1-5, 2012. <https://doi.org/10.1109/IGIC.2012.6329846>.
- [2] Lew, Michael. « Interfaces tangibles pour le cinéma interactif », s. d., 17.
- [3] Malfatti, Silvano, Fernando Ferreira dos Santos, et Selan Santos. « Using Mobile Phones to Control Desktop Multiplayer Games », 230-38, 2010. <https://doi.org/10.1109/SBGAMES.2010.32>.
- [4] Mur-Artal, Raul, J. M. M. Montiel, et Juan D. Tardos. « ORB-SLAM: A Versatile and Accurate Monocular SLAM System ». *IEEE Transactions on Robotics* 31, no 5 (octobre 2015): 1147-63. <https://doi.org/10.1109/TRO.2015.2463671>.
- [5] W3C, W3C. « The WebSocket API ». <https://www.w3.org/TR/websockets/>.
- [6] Wingrave, Chadwick A., Brian Williamson, Paul D. Varcholik, Jeremy Rose, Andrew Miller, Emiko [6] Charbonneau, Jared Bott, et Joseph J. LaViola Jr. « The Wiimote and Beyond: Spatially Convenient Devices for 3D User Interfaces ». *IEEE Comput. Graph. Appl.* 30, no 2 (mars 2010): 71-85. <https://doi.org/10.1109/MCG.2009.109>.

MusicRoad

Un détournement artistique de données cartographiques

Damien Picard
Docteurant, Lab. AI-AC, équipe INREV.



Le projet *MusicRoad* (disponible sur <https://musicroad.swagosaure.com>) est une application web synesthésique mêlant cartographie et génération procédurale de musique. Sur une interface intuitive de carte, l'utilisateur construit un itinéraire à l'aide de points. Cet itinéraire est parcouru comme la tête de lecture sur une timeline, en même temps qu'est jouée une mélodie unique correspondant à cet itinéraire.

Le principe apparemment simple du dispositif pose en fait de nombreux problèmes, en particulier pour un artiste ne maîtrisant pas le développement web. En effet, il faut disposer de deux choses essentielles : le programme d'abord, qui calcule et envoie l'itinéraire, le transpose en mélodie, puis synthétise le son et le joue de manière synchronisée. Le deuxième besoin est la donnée brute à partir de laquelle calculer, afficher et jouer les images et mélodies. Ces bases de données existent, et sont accessibles au développeur, soit chez des éditeurs propriétaires via des APIs permettant de requérir les données au moment de l'affichage, soit par des projets de données libres.

Élaborée dans le cadre d'une thèse sur le logiciel libre dans le cinéma d'animation, cette installation web interactive ou site artistique explore une route parallèle, celle de l'interactivité et du contenu web. En se donnant pour contrainte de ne s'appuyer que sur des bibliothèques et données libres ou open source, elle met en évidence le rôle de l'accès aux outils et aux données dans l'autonomie de l'artiste, et les limitations attachées. Il existe de fait de nombreuses solutions libres répondant aux critères de mise en œuvre de l'idée du projet. Cependant, la profusion de bibliothèques libres, bien qu'elle autonomise dans une certaine mesure le développeur néophyte, rend complexe la tâche de concevoir une œuvre indépendante et cohérente.

The MusicRoad project (available at <https://musicroad.swagosaure.com>) is a synaesthetic web app combining cartography and procedural music generation. Through an intuitive map interface, the user plans a route using markers. A point then goes through this route like a playhead on a timeline while a melody, uniquely generated for this itinerary, is played.

This seemingly simple setup is in fact a source of many problems for an artist beginning in web development. Indeed, two basic components are needed: first and foremost the program responsible for the computation of the itinerary, the melody transposition, and the sound synthesis and synchronised playback. The second component needed is the data, from which the images and sounds are computed, displayed and played. Those databases exist and are available for a developer to use, either through proprietary vendors, via APIs allowing data requests at display time, or through open data projects.

This interactive web installation, created in the context of a doctorate thesis on free software in animation film, explores another road, that is interactivity and web content. Giving itself the constraint of only using free or open-source software libraries and databases, it highlights the importance of the access to tools and data for the artist's autonomy, as well as the limitations which this access has. There are indeed many free software solutions to the project's various problems and criteria. However, this plethora, while empowering to a certain extent the novice developer, makes it a difficult task to design an autonomous and coherent work.

Introduction

L'utilisation des cartes en tant qu'objet artistique n'est pas nouvelle. Les mappemondes sont des objets d'étude scientifique depuis au moins le XVe siècle — peut-être depuis l'antiquité — mais sont également admirées et conservées pour leur valeur décorative. On affiche des planisphères sur les murs pour rêver à des villes ou continents lointains, on admire l'efficacité graphique et la concision des plans de métros au point d'en faire des coussins. Le plan est un objet intéressant en ce qu'il expose visuellement des informations, des données, facilitant la compréhension, l'apprentissage, la pédagogie, de manière spatiale. Pourtant, la création de cartes demandait historiquement des compétences avancées de mathématiques, de cartographie, de dessin, de design, de reproduction, et requérait aussi des données sur lesquelles s'appuyer pour créer une carte qui soit non seulement compréhensible, éventuellement attirante visuellement, mais également scientifiquement juste.

Cette situation a rapidement changé avec les technologies de l'information. Les cartes sont un objet d'usage quotidien, et il est devenu facile de s'en procurer, ou d'en fabriquer sur mesure. Par exemple, il est aisé d'imprimer des cartes très fidèles contenant les indications routières nécessaires pour se rendre au mariage de son cousin. Il suffit d'aller sur un site comme Mappy ou Google maps, et d'imprimer la carte accompagnée de l'itinéraire. Pour décorer chez soi, certains sites proposent l'édition de cartes « personnalisées », comme par exemple l'entreprise Mapiful AB[1], qui offre une

interface web permettant de sélectionner une zone sur la carte du monde, et de choisir ses couleurs parmi quelques thèmes. La carte est ensuite imprimée et livrée chez le client. Dans un autre domaine, les cartes jouent souvent un rôle central dans la mécanique ou la narration de jeux vidéo, en permettant de définir et présenter l'univers du jeu en reprenant les codes de représentation visuelle des cartes du monde réel. De nombreuses cartes interactives sont publiées par des journaux ou sur des blogs de visualisation scientifique, ou en tant que sites en soi, et permettent d'exposer des idées ou des chiffres de manière claire, tout comme le font d'autres outils de visualisation infographique. Par exemple, un article publié par le New York Times[2] utilise des données fournies par la ville pour visualiser l'ensoleillement moyen des rues, et montrer par là l'influence du bâti dans le paysage urbain et la vie des habitants.

Ces quelques exemples montrent qu'il existe un intérêt, parfois même une fascination pour les œuvres cartographiques, et que la diversité de leurs usages tend à croître. Ils ont deux points communs. Le premier est évidemment qu'ils utilisent des données cartographiques, souvent existantes ou combinées à de nouvelles données, des mesures physiques, sociologiques, etc. Le deuxième est que, si les questions d'édition, de reproduction et de publication sont moins importantes ou du moins plus accessibles qu'auparavant, du temps des cartes imprimées, ces nouvelles formes nécessitent la mise en œuvre de techniques non moins pointues et complexes, mais informatiques cette fois. Il faut se préoccuper de design de carte et de design d'interface, de base de données, de réseau, de programmation.

Mes recherches de cartes interactives exploitant les possibilités du web ne retournent que peu de résultats à seule vocation artistique. De nombreuses cartes souhaitent d'abord présenter des données, en ayant un design soigné, comme c'est souvent le cas dans la visualisation de données, mais peu semblent motivées avant tout par un désir esthétique, ou atteignent un équilibre. Parmi les œuvres pertinentes, le projet open source *earth*[3] fait voir la Terre, en permettant au visiteur d'afficher en surimpression un grand nombre de données mesurées en temps réel. Il fait appel à plusieurs bibliothèques et à de nombreux flux de données libres. Dans un autre genre, *Roads to Rome*[4] utilise également des données cartographiques et des calculs d'itinéraire, mais le résultat final est figé en une image, que l'on peut soit consulter sur le site, soit commander à l'impression pour avoir l'œuvre — ou sa reproduction — chez soi. Le site propose bien une « carte interactive », mais l'interaction se limite au zoom et au déplacement de la carte. C'est une manière d'accéder à de multiples niveaux de détail d'une image comme ne le permet pas de le faire un simple écran, mais il n'y a pas à proprement parler de design d'interaction à l'œuvre.

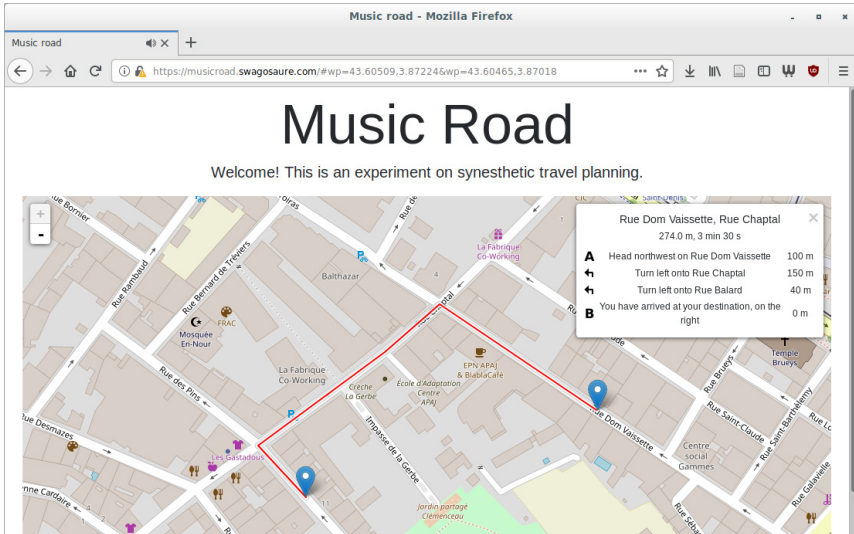


Fig. 1 : Accueil du site web, interface de l'application

Voulant explorer ce domaine de la cartographie web, j'ai conçu le projet *MusicRoad* (Fig. 1). Il consiste en une application dont le fonctionnement est le suivant : une carte permet de calculer un itinéraire, à la façon des services comme Mappy et Google Maps, en plaçant des points (marqueurs) sur la carte. En plus de calculer et d'afficher l'itinéraire, le programme propose également une mélodie, calculée à partir des mêmes données d'itinéraire. On obtient ainsi, pour chaque ensemble de points de départ et d'arrivée, et d'escales, une mélodie unique associée à l'itinéraire.

Une première itération de ce programme, conçue il y a plusieurs années, faisait appel à l'API d'itinéraire de Google Maps. En faisant une requête comprenant les coordonnées (latitude, longitude) des différents points constituant l'itinéraire, on obtient un document contenant les indications de l'itinéraire et dont il est facile de faire une analyse syntaxique (*parsing*) pour générer la mélodie. Des méthodes sont également fournies pour intégrer une carte Google Maps dans une page web, et intégrer l'itinéraire dans cette carte. Cependant, les indications retournées par la requête étaient insuffisamment détaillées à l'époque (en 2014, je n'ai pas réessayé depuis) pour permettre de calculer une mélodie de la manière précise décrite plus loin. M'étant heurté à cet obstacle, j'ai mis cette idée en attente.

Quelques années plus tard, j'ai entrepris une thèse de doctorat portant sur le logiciel libre dans le cinéma d'animation. Cette thèse financée en contrat Cifre a pour cadre le studio d'animation Les Fées Spéciales, dont une des

missions est de s'appuyer sur, et de développer le logiciel libre. Dans le cadre de cette activité professionnelle, j'ai été amené à élaborer des cartes animées pour des films et des musées. J'ai donc pris connaissance de certains éléments de l'écosystème d'outils et de bases de données cartographiques, en particulier libres. Un argument souvent donné en faveur du libre est comme son nom l'indique, qu'il offre de la liberté à l'utilisateur, en particulier au développeur.

Fort de l'expérience acquise depuis la tentative précédente, j'ai souhaité vérifier cette notion de liberté dans un domaine restreint en terminant le projet. La raison majeure pour laquelle j'ai entrepris le travail sur cette idée était donc, en plus de mon intérêt pour la cartographie, de me permettre de déterminer, d'une part, avec quelle facilité un artiste travaillant seul et possédant un savoir limité des technologies web pouvait créer ce type d'œuvres, et d'autre part, dans quelle mesure cette œuvre pouvait s'appuyer sur du code et des données libres, ou du moins open source.

La notion d'artiste employée dans cet article fait référence à l'auteur, qui n'est ni cartographe, ni développeur, mais possède quelque compétence dans les deux domaines. Cette précision est utile dans la mesure où l'article explorera la mise en œuvre de technologies complexes dans un domaine très spécialisé, ce qui sans être inaccessible, demande au moins une certaine concentration.

Concept : un affichage musical des données cartographiques

La démarche de ce travail est de se servir le plus possible de ressources open source. Un autre critère était initialement de ne s'appuyer sur aucun service en ligne (logiciel en tant que service, *Software As A Service*)¹, pour trois raisons : garantir la disponibilité du programme sans dépendre de celle des services utilisés et, dans l'hypothèse de données confidentielles, l'accès aux données et le contrôle de ces données ; pouvoir offrir le service hors ligne, dans le cadre d'une installation in situ par exemple ; avoir une plus grande liberté dans le rendu des éléments graphiques, en pouvant modifier le code,

1. Les *Software As A Service* sont un type d'infrastructure *cloud* où un logiciel est exécuté sur un serveur distant, et non pas sur la machine de l'utilisateur. C'est le cas de tous les sites proposant

des fonctionnalités requérant du calcul ou des données en ligne. C'est le cas également pour ce projet, lorsqu'il est utilisé depuis le site web, et non pas chez l'utilisateur, comme c'était l'intention de départ.

les images, les données. Pour générer une mélodie, l'idée initiale était de transposer l'itinéraire de la manière suivante, choisie en partie arbitrairement, mais selon une logique déterministe fondée sur la musique et le sens de lecture occidentaux :

- Chaque instruction (changement de direction) correspond à un changement de note.
- Les virages à gauche signifient une note plus grave.
- Les virages à droite signifient une note plus aiguë.
- Les virages serrés signifient une note plus éloignée de la précédente que les plus faibles inflexions de direction.
- La durée d'une note est fonction de la distance parcourue entre deux instructions.

Cette version de l'algorithme de génération musicale a été complexifiée au cours de l'implémentation, afin d'apporter de la variété, mais en respectant le principe fondamental qu'un itinéraire donné doit correspondre à une et une seule mélodie. L'inverse n'est pas vrai : une même mélodie peut être jouée sur plusieurs itinéraires différents. Nous renvoyons à l'Appendice pour quelques exemples de mélodies générées par l'algorithme.

Veille : évaluation de composants logiciels

La première étape de ce projet a été de déterminer de quels composants logiciels j'aurais besoin pour construire cette application. En voici une liste, issue des premières réflexions.

- jeu de données cartographiques
- framework² JavaScript, environnement de développement
- bibliothèque d'affichage de ces données dans le navigateur, générateur de tuiles
- programme ou bibliothèque de calcul d'itinéraire
- bibliothèque client d'affichage d'itinéraire compatible
- bibliothèque de synthèse sonore (serveur ou client)

La première phase de recherche m'a conduit à l'idée fautive qu'il serait facile de trouver des implémentations libres de ces composants, puisqu'il en ex-

2. Framework : ensemble de code informatique facilitant le développement dans un domaine en

fournissant un niveau d'abstraction plus élevé, c'est-à-dire en se chargeant des détails de bas niveau.

istait un grand nombre sous une licence libre, répondant à ces besoins. Pour mener à bien ce projet, j'ai dû évaluer notamment les composants suivants : Node.js, OpenStreetMap, Leaflet, Mapnik, Tilemill, OSRM, Leaflet Routing Machine, Flocking, Tone.js, timbre.js, Nominatim, Base Adresse Nationale. Chacun de ces composants est plus ou moins facile à comprendre, installer, paramétrer, utiliser, modifier et étendre. J'en détaillerai certains plus loin, mais cette énumération suffit à se rendre compte que l'apprentissage constitue en soi un obstacle à la conception d'une application. C'est bien sûr vrai de tout travail de création, mais ici la complexité est d'autant plus accablante qu'elle part en tous sens, et que chaque nouveau problème a de nombreuses solutions existantes possibles à explorer et valider.

Le composant essentiel, qui permet à ce projet d'exister, est la base de données OpenStreetMap[5] (OSM). C'est une base de données cartographiques ouverte, établie par des millions[6] de contributeurs internationaux. C'est aussi une communauté de volontaires, et un écosystème logiciel évolutif et complexe. La page d'accueil offre une carte défilante dans le style de Google Maps, mais la différence est la possibilité pour chacun de consulter, ajouter, modifier, corriger ces données sous licence libre[7]. Le but peut être de contribuer, ou, dans le cas qui nous occupe, d'utiliser ces données à des fins dérivées, comme matériau de base.

Le téléchargement de la base de données complète est simple, mais une contrainte à considérer est son poids, d'environ 800 Go[8] en 2017. Ne disposant pas de quoi stocker et traiter cette quantité de données, j'ai choisi de me concentrer sur un extrait de l'ancienne région Languedoc-Roussillon, où je réside.

Rendu graphique de la carte

Les sites proposant des cartes en ligne reposent sur de lourdes bases de données géographiques, comprenant des données dans l'espace (points représentant des coordonnées terrestres, lignes reliant ces points, polygones délimitant des zones), et des métadonnées associées à ces primitives géométriques, définissant les caractéristiques des objets décrits. Par exemple, les routes sont constituées de lignes, auxquelles on associe des informations telles que le type (de l'impasse piétonne à l'autoroute), le nom, les sens uniques, les limitations de vitesse, etc. De la même manière, on peut décrire géographiquement les infrastructures, les bâtiments, les étendues d'eau, les paysages, etc. Ces bases de données SIG (Système d'Information

Géographique) forment la partie des données qui est invisible pour l'utilisateur. Car avant d'être servies sur la page web, ces données sont en général rendues en images appelées tuiles (tiles). Ces images sont ainsi nommées car la surface de la carte est découpée en petites parties, qui une fois juxtaposées, permettent d'afficher la carte. L'avantage est que l'utilisateur n'a pas besoin de charger l'intégralité de la carte, qui pèserait bien trop lourd pour être transférée et affichée en une fois.

Mon intention initiale était d'utiliser les données téléchargées (la région Occitanie, donc) dans deux buts différents : rendre les tuiles de la carte, et calculer l'itinéraire. J'ai commencé par installer les composants recommandés sur le wiki d'OpenStreetMap[9] pour un serveur complet, à savoir un serveur web (Apache), un moteur de base de données (PostgreSQL), dans lequel la base téléchargée précédemment est importée. Une extension du serveur web Apache (mod_tile) permet la gestion des tuiles : lors d'une requête de tuile, un cache est consulté pour savoir si la tuile existe et est suffisamment récente. Dans le cas contraire, elle est rendue, stockée, et servie à l'utilisateur. Le rendu se fait d'après un système complexe de feuilles de style. Je ne décrirai pas ce système en détail ici, car la création de ces feuilles de style est un sujet à part entière. En effet, de nombreux systèmes existent, pas nécessairement compatibles. Cependant, je suis parvenu à installer et utiliser un autre programme de création de styles de carte, Tilemill[10], qui permet de faire des sélections dans un langage proche du CSS³.

Si passionnants que soient les métiers de designer et de cartographe, j'ai finalement dû renoncer à la création d'un design nouveau pour ce site, en raison du temps limité dont je dispose, et de la difficulté de maîtriser les outils, tant pour le façonnage que pour le rendu. Sachant, d'une part, qu'après plusieurs jours infructueux, le serveur de rendu de tuiles ne marchait pas, et que le style auquel j'étais parvenu était au mieux un rudimentaire essai d'amélioration par rapport aux styles d'exemple, et d'autre part que les tuiles d'OpenStreetMap.org, quoique non libres, sont téléchargeables, j'ai décidé de faire cette concession, et de faire pointer mon serveur web directement sur celui des tuiles d'OSM. Cela constitue une entorse aux contraintes initiales, puisque cela implique que des données venant d'un serveur externe seront utilisées par le programme. Cet état de fait était contraire à mes ambitions initiales d'auto-hébergement, puisque le service qu'offre mon site est assujéti à celui offert par un site externe. En cas d'indisponibilité de ce dernier, mon site le sera également. La même chose se produit si un changement de format ou d'API rend incompatibles les solutions mises en œuvre. On peut également considérer le cas où OpenStreetMap déciderait

3. Langage de mise en forme pour le web. Il permet de définir les caractéristiques de forme

de chaque élément : textes, tableaux, images, divisions de la page, etc.

de changer le style ou le rendu de ses cartes : MusicRoad changerait en conséquence sans que j'en aie fait le choix, peut-être même sans que je le sache. Ce ne serait pas dramatique et n'affecterait pas nécessairement l'expérience de l'utilisateur, mais dans la mesure où je n'aurais pas de contrôle dessus, pourrait-on encore dire que j'en serais l'auteur, même en tenant compte du fait que mon œuvre est dérivée d'une autre ? Cela étant, cela illustre bien la difficulté à l'heure actuelle de faire du développement de services web en se passant des SaaS (*Software as a service*), c'est-à-dire les plates-formes de calcul en ligne de type *cloud*, malgré l'existence du libre : c'est facile, c'est pratique. C'est aussi une contrainte pour l'artiste, qui perd en contrôle ce qu'il gagne en facilité de mise en œuvre.

Itinéraire

L'étape suivante fut la recherche des programmes et bibliothèques permettant le calcul de l'itinéraire et l'affichage de la page web. En ce qui concerne le premier point, plusieurs programmes capables de traiter les données OpenStreetMap pour générer un itinéraire existent. J'ai choisi OSRM (Open Source Routing Machine)[11]. La raison initiale en était la page de démonstration[12] très convaincante, et le fait que ce programme soit utilisé sur le site officiel d'OpenStreetMap, ce qui laissait à présager de sa robustesse. De plus, un exemple de *frontend* (page web connectée au serveur de calcul d'itinéraire) était donné dans les dépôts. Notons que ce choix est encore une fois assez arbitraire, car le wiki d'OSM liste une dizaine de programmes écrits dans six langages différents. Comment choisir, lorsque le temps et les connaissances manquent, et qu'aucune autorité ne peut donner de conseils ? La veille est bien sûr une part essentielle du travail de recherche, mais dans un cas comme celui-ci, où l'investissement est lourd par rapport à la finalité (à savoir, mélanger des technologies existantes pour créer un programme finalement simple), il faut parfois se résoudre à s'en tenir à la première impression, ou à faire confiance à ce que disent des inconnus sur des forums ou des wikis. Le serveur ne fut pas difficile à compiler en suivant les instructions. OSRM traite ensuite les données géographiques extraites de la base de données OSM, pour créer un fichier dédié spécifiquement au calcul d'itinéraire.

J'ai dit qu'OSRM était un serveur. Cela signifie que pour obtenir les informations d'itinéraire, il faut faire une requête HTTP sur un port spécifique, dans un format donné. C'est ce qu'il se passe lorsqu'on consulte n'importe quel site web. Nous aurons par ailleurs besoin d'un *autre* serveur HTTP,

le serveur web communiquant avec l'extérieur, qui sera chargé d'envoyer les pages web lorsque l'utilisateur se connectera via son navigateur. Il faut donc que le serveur web puisse recevoir une requête d'itinéraire depuis la page web, la transmette localement au serveur OSRM, puis transmette la réponse dans l'autre sens. On le voit dans la (Fig. 2), où le serveur Flask (voir plus bas) envoie la page au *frontend*, chez le client.

Un site web

Cela nous amène au choix du serveur web évoqué plus haut. Mon premier choix s'est porté sur un serveur JavaScript Node.js, une technologie très répandue dans le développement web, notamment parce qu'elle a l'avantage de pouvoir être utilisée pour le *backend* (littéralement, la face arrière : côté serveur) comme pour le *frontend* (la face avant : côté client). Ce choix était fondé sur la disponibilité d'un client fourni avec OSRM, écrit dans Node.js. N'ayant jamais développé dans cette plate-forme, j'ai parcouru les codes de plusieurs sites écrits dans cet environnement pour m'en faire une idée. Une première conclusion à l'issue de cette étude est que, quoique très adapté au développement de bibliothèques ou de sites complexes, Node.js demande une connaissance assez poussée de l'écosystème de modules, qui sont certes nombreux et facilement installables, mais qui ne sont pas adaptés à la création de pages web simples. Un des problèmes est que pour créer une « application web », il faut développer à la fois le serveur et le client, *back* et *frontend* (la page web affichée chez l'utilisateur). J'ai dit plus haut que c'est ce qui faisait la force de Node.js, mais c'est aussi une faiblesse, car ces deux domaines, quoiqu'interdépendants, sont difficiles à développer en même temps. J'ai décidé de me rabattre sur des technologies que je connaissais mieux. J'ai utilisé le *framework* web Flask, qui permet d'écrire un site web en langage Python. Il propose des fonctionnalités intéressantes de mise en forme des pages web via un système de *templates*, une gestion dynamique des requêtes, et d'autres fonctionnalités de base. Pour ce site, j'ai en fait très peu de besoins : les pages sont statiques, écrites « à la main », c'est-à-dire directement en utilisant les trois langages HTML, CSS et JavaScript, sans passer par les étapes de compilation complexe propres à l'utilisation de Node.js.

La partie *backend* de cette application est simple (Fig. 2) : elle se contente de servir une page statique comprenant un formatage HTML basique, le code client JavaScript, et la gestion de la requête d'itinéraire expliquée plus haut. Pour cela, lorsqu'une requête HTTP comprenant les options propres

à OSRM lui parvient, le serveur fait une nouvelle requête locale, et retourne, sans y toucher, le résultat de cette requête. Cela permet que toutes les requêtes (page et itinéraires) passent par le même serveur Flask, qui se charge d'en détecter le type et de faire la bonne action en conséquence : servir directement les fichiers web, ou faire la requête au serveur OSRM. Dans la Figure 2, on voit que le serveur Flask est en mesure de communiquer avec la page, et d'envoyer des requêtes au serveur d'itinéraire, mais il n'a nulle part où les envoyer, parce que le composant chargé d'afficher la carte n'est pas encore intégré.

Le *frontend*, partie du code écrite en JavaScript et exécutée dans le navigateur chez le client, utilise quant à lui plusieurs bibliothèques de cartographie web (Fig. 3) : *Leaflet*, qui s'occupe du rendu de cartes glissantes à la manière de Google Maps, et *Leaflet Routing Machine*, chargée de l'itinéraire. Cette dernière bibliothèque permet de créer sur la carte des points d'itinéraire, de départ, d'arrivée, et éventuellement d'étapes ; c'est aussi elle qui fait la requête au serveur d'itinéraire via le serveur web, et qui affiche, d'une part, l'itinéraire sous forme d'instructions, et d'autre part la ligne décrivant cet itinéraire, directement sur la carte. C'est enfin elle qui sera chargée d'appeler une autre bibliothèque, qui générera la musique. Nous verrons ça dans un instant.

Fig. 3 : La carte est affichée ; l'itinéraire calculé, transmis et affiché.

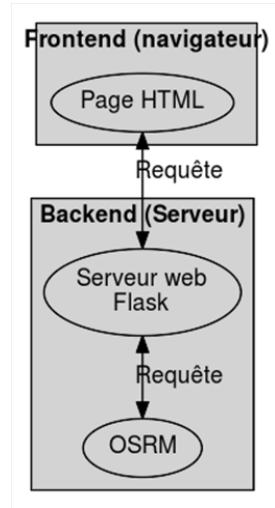
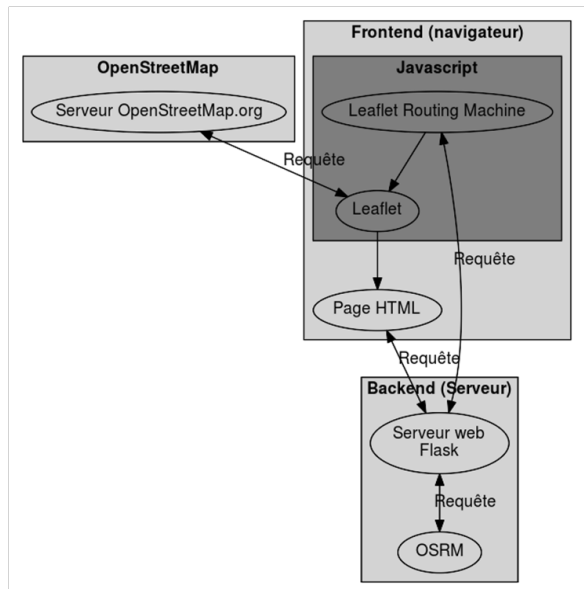


Fig. 2 : La partie backend est complète, mais la carte ne s'affiche pas encore.



Cette architecture me convient beaucoup mieux : au lieu de tenter de modifier et d'intégrer ensemble des programmes disparates à partir de leurs sources, comme c'était ma première intention, il est bien plus aisé de lier les bibliothèques dans le JavaScript de la page. Je tire de cette expérience l'enseignement que pour un développeur amateur, il vaut mieux utiliser des technologies déjà maîtrisées. Cette conclusion pourrait sembler être de l'ordre du simple bon sens, et n'est certes pas nouvelle. Ce n'est peut-être pas non plus la meilleure, particulièrement dans un contexte commercial, où les critères de sélection de technologie sont beaucoup plus sévères et s'appuient sur des cahiers des charges strictes. Cependant pour l'artiste développeur, l'évolution des technologies, et surtout des modes du web, est trop rapide pour envisager d'apprendre à tout maîtriser.

Procédure de génération musicale

Jusqu'ici, j'ai décrit la méthode que j'ai suivie pour intégrer des données cartographiques existantes dans une page web simple, en me servant autant que possible de données et de programmes locaux. Je parlerai maintenant de ce qui fait la particularité de cette application : la génération de musique à partir de données affichées en temps réel. Ici encore, j'ai été confronté au même problème : il existe une multitude de solutions, plus ou moins complexes. La plus évidente, et la plus difficile, est de faire appel directement à l'API audio du web[13], en cours de standardisation, et présente sur tous les navigateurs modernes. Les appels à cette API permettent la synthèse sonore à partir d'oscillateurs ou de tampons (*buffers*), et de filtres simples, interconnectés à la façon d'un synthétiseur modulaire. Si cette approche est très puissante pour la manipulation audio, elle est de relativement bas niveau et ne comprend aucune structure de données ou procédure pour faciliter la génération musicale. Il existe des *frameworks* intégrant ces possibilités. Comme dans les autres cas de figure, cela implique de chercher une solution appropriée parmi de nombreux candidats plus ou moins aboutis, aux fonctionnalités se recoupant parfois. J'ai choisi Tone.js[14] après avoir lu les présentations de cinq *frameworks* différents. Ce dernier est conçu pour la création musicale interactive. À l'inverse d'autres *frameworks*, il n'intègre pas d'éléments d'interface utilisateur, mais permet de prototyper rapidement un instrument virtuel, et d'en jouer les notes, soit lors d'événements, soit à l'aide de motifs déclarés préalablement. Tone.js comprend également un système permettant de synchroniser de l'animation graphique avec le son. C'est cette dernière fonction qui m'a fait choisir cette bibliothèque, sachant que j'en aurais besoin pour animer la carte. L'intégration a ensuite

été assez aisée : à chaque fois que l'utilisateur déplace des marqueurs sur la carte, un nouvel itinéraire est demandé. Lorsqu'il arrive, il est affiché immédiatement par Leaflet, et passe en parallèle vers Tone.js (Fig. 4). Ce dernier, d'après les règles de composition choisies, synthétise la mélodie en réagissant au mouvement du point le long de la ligne de l'itinéraire.

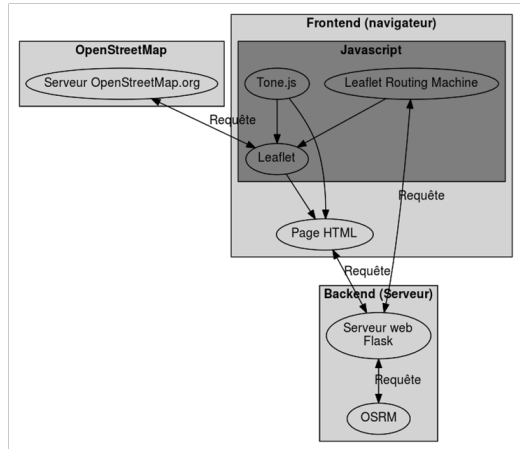


Fig. 4 : L'itinéraire s'affiche, la mélodie est entendue simultanément grâce à Tone.js

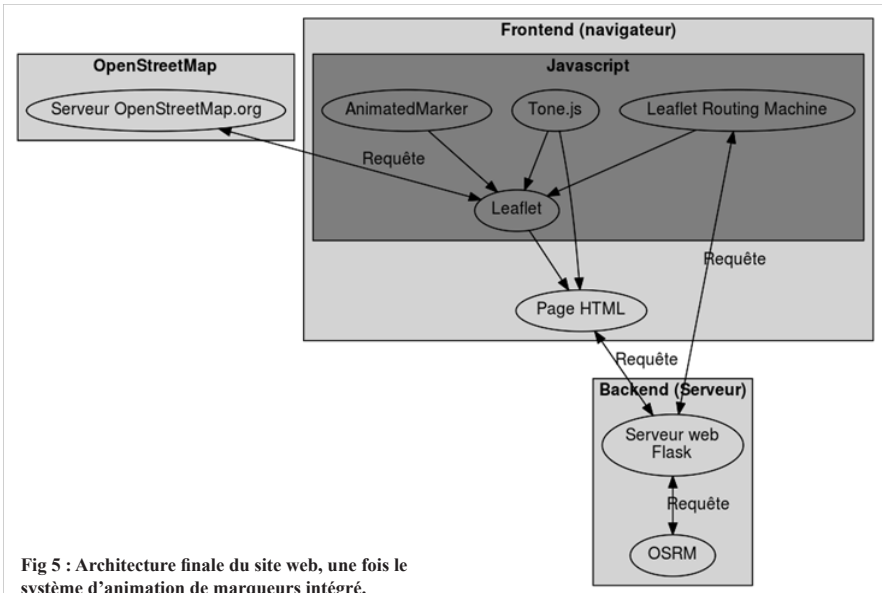
Une fois validée la possibilité de jouer du son, je me suis attelé à l'élaboration de l'instrument virtuel. Dans Tone.js, un instrument est décrit en déclarant un objet de type Synth (synthétiseur) auquel on passe un ensemble de paramètres. Par exemple, l'instrument que j'utilise pour *MusicRoad* consiste en deux oscillateurs, un sinusoïdal et un triangulaire ; ce dernier passe dans une enveloppe ADSR (Attack, Delay, Sustain, Release), et dans un filtre passe-bas. Cette combinaison donne une sorte de gentil piano à l'attaque rapide, sous lequel on peut entendre la note à l'octave inférieure pour plus de profondeur. Cet instrument, à vrai dire, ressemble plutôt à un piano-jouet qu'à un piano de concert, mais le critère premier était surtout de ne pas avoir les oreilles détruites pendant le développement de l'application.

Une fois encore, ce processus m'a confronté à un problème : le projet est celui d'un touche-à-tout, qui ne maîtrise pas tout ce qu'il touche. J'ai fait ce rapide exposé de synthèse audio, non afin d'expliquer chaque composant d'un synthétiseur numérique, mais dans le but d'illustrer que, quoique j'aie quelque connaissance dans ce domaine, cette connaissance s'est avérée insuffisante pour concevoir un instrument véritablement plaisant, ou adapté à son application, en un mot, *designé*. J'envisage deux solutions possibles à ce problème : la première consisterait à consacrer le temps nécessaire à tout apprendre correctement. Ce n'est pas faisable en pratique, le champ de la connaissance humaine étant plus vaste qu'une vie pourrait explorer. La

deuxième serait la collaboration. Quel modèle envisager pour une telle collaboration ? Avec qui collaborer ? Rappelons que l'ambition initiale pour ce projet était de tout concevoir moi-même, dans ma tour d'ivoire. À ce stade du prototype fonctionnel, je n'ai pas élucidé cette question, mais en ce qui concerne les modèles collaboratifs, il serait intéressant de proposer une participation communautaire décentralisée sur le modèle de GitHub, utilisant à la fois des procédés et des principes libres, mais dans un but de création plutôt que de résolution de problème. Qu'en verrions-nous émerger ?

La question des marqueurs

Nous avons presque couvert l'ensemble des fonctionnalités que je souhaitais intégrer dans l'application : une carte est affichée, avec un module d'itinéraire. L'itinéraire est calculé localement, retourné au serveur web qui le transmet à la page web pour l'afficher. Cet affichage déclenche le calcul et la lecture d'une mélodie correspondante. Il reste une dernière fonctionnalité à mettre en œuvre avant d'achever ce prototype. Puisque l'itinéraire est matérialisé à l'écran par une ligne courbe, il est naturel de vouloir exploiter cette courbe en y faisant se déplacer un objet en correspondance avec la mélodie, afin de voir immédiatement « où l'on se trouve », dans la partition, et dans la rue.



Pour cela, j'ai cherché une dernière fois s'il existait des bibliothèques pouvant me faciliter la tâche. Bien sûr, il en existe plusieurs. Une nouvelle fois, j'en ai lu les descriptions et les exemples. J'ai trouvé trois bibliothèques pouvant répondre à mes besoins : *Leaflet.MovingMarker*, *Leaflet.AnimatedMarker* et *Leaflet.Polyline.Snakeanim*. Cette dernière a été éliminée, car le style d'animation ne convenait pas. Les deux premières, en revanche, proposaient des fonctionnalités équivalentes : la possibilité de placer un *marker*, une épingle sur la carte, et de l'animer le long d'un chemin (une polyligne). Les deux bibliothèques potentielles semblaient obscures : quoiqu'intégrées à *leaflet*, qui, rappelons-le, est le *framework* d'affichage de cartes, elles ne sont pas « officielles », c'est-à-dire développées, maintenues et sanctionnées par le développeur de ce *framework*. Bien sûr, on pourrait arguer que les différents composants étant libres, il ne peut exister une version plus « officielle » que les autres. C'est vrai légalement, puisque *leaflet* est publié sous une licence libre permissive, ce qui signifie que n'importe quel développeur peut la modifier (*fork*⁴). Pour autant, le développement opère dans les faits selon un modèle communautaire et centralisé. Or, un programme faisant appel à un autre, mais n'étant pas développé par le même groupe, est voué à disparaître s'il n'est pas maintenu régulièrement, puisque des incompatibilités de version peuvent apparaître.

Les deux bibliothèques retenues ne sont donc pas officielles. J'aborde ce point pour illustrer que le fait qu'un logiciel est libre ne signifie pas pour autant qu'il soit bon, voire utile. Ainsi, j'avais d'abord choisi *MovingMarker*, qui semblait plus récent, et donc peut-être plus à jour et compatible. Il a fonctionné au départ sans problème, mais je me suis aperçu qu'une fonction manquait pour que l'épingle puisse se déplacer le long du trajet à la bonne vitesse. Pour résoudre ce problème, il aurait fallu modifier *MovingMarker*. J'ai par acquit de conscience essayé avec l'autre, *AnimatedMarker*. Cette fois, j'ai pu synchroniser le déplacement de l'épingle avec la lecture de la musique. Quoique plus ancienne, et quoique les deux soient très similaires, une des deux bibliothèques ne convenait pas. C'est un problème courant en informatique : s'il existe plusieurs solutions, il faut se renseigner pour savoir laquelle répond le mieux à ses besoins, et le cas échéant, ce qu'il conviendra de faire pour pallier les manques. C'est d'autant plus vrai avec le logiciel libre, en particulier pour le web, puisqu'il existe une pléthore d'alternatives. Le choix est une bonne chose, bien sûr, mais il impose un travail préliminaire de recherche et de veille conséquent.

4. Un *fork* logiciel est une version modifiée d'un programme, version dont le code source diverge

donc du tronc initial. Le principe de *fork* est au cœur de certains modèles de développement open source.

Conclusion

Cet article, en décrivant en détail le processus de création du site web MusicRoad, cherchait à déterminer le rôle des outils et données libres en tant que facilitateurs de la création artistique sur le web, particulièrement dans le domaine de la cartographie. De fait, ce projet simple (il consiste à l'heure actuelle en seulement 380 lignes de code, sans compter les différents composants externes) a permis de valider l'hypothèse que l'existence et la facilité d'accès à des données et à du code libres facilite la création. Le projet a également mis en lumière les difficultés que posent ces mêmes technologies. En effet, en raison de l'aspect abondant et nébuleux de l'écosystème, plus de la moitié du temps a été consacrée à la recherche de programmes et de données existants, compatibles, et à leur intégration. Les étapes de conception, fabrication, test, debug, ajustements, qui sont d'ordinaire les plus importantes en art numérique, sont presque mineures en comparaison.

Cependant, malgré l'investissement non négligeable que représente la recherche de solutions libres, une fois ces technologies connues et maîtrisées, le gain de temps compense largement cet investissement, pour le reste du processus et pour d'éventuels projets à venir. En effet, l'artiste se repose sur du code existant, éventuellement tenu à jour et amélioré par une communauté de développeurs, ce qui peut lui offrir une plus grande efficacité, voire simplement lui permettre d'accomplir sa tâche. Sans l'existence de cette richesse de ressources, de code, de données et de documentation, je peux affirmer que je n'aurais pas pu mener à bien ce projet, d'abord parce que ce petit projet repose indirectement sur l'effort de milliers d'individus, en particulier en ce qui concerne l'élaboration de la base de données cartographiques (OpenStreetMap) ; ensuite par manque de connaissance, car contrairement aux nombreux auteurs des outils utilisés pour le projet, le développement web ne compte pas parmi mes compétences habituelles.

Mais aussi, l'investissement a ceci d'intéressant que la connaissance des standards, procédés et outils permet de stimuler l'imagination, de faire des rapprochements entre des éléments disparates, de faire du neuf avec du vieux, en un mot de créer. Si le code est l'outil de l'artiste, et le concept son matériau, l'environnement lui pourrait servir d'inspiration. La puissance du logiciel libre et de ses communautés est bien illustrée par le fait que des applications à portée artistique ou expérimentale existent sur Internet, servant à leur tour d'inspiration pour d'autres œuvres et outils faciles d'accès, réutilisables et détournables.

Le détournement est un aspect essentiel du projet. Les technologies évoquées dans cet article sont dans la majorité des cas utilisés dans des applications purement cartographiques (localisation, guidage), pédagogiques ou commerciales. Dès lors, on peut parler de détournement puisque le but affiché de l'application est esthétique et ludique. L'utilisateur n'est pas dépaycé par les codes de représentation et d'interface, qui sont omniprésents. Il peut commencer immédiatement à jouer avec la carte, chercher des endroits intéressants musicalement, créer et partager ses trouvailles, ou ses compositions s'il adopte lui-même la démarche créative de placer plusieurs points de trajet, d'écouter, de modifier, et de recommencer.

J'espère que cette plate-forme permettra d'explorer les cartes d'une manière différente de l'habitude.

Le code source du projet est disponible sur <https://github.com/PiOverFour/musicroad-frontend>. L'application en elle-même est accessible sur <https://musicroad.swagosaure.com>. Elle a été testée sur les navigateurs Firefox et Chrome, versions bureau. Étant auto-hébergée, il est possible qu'elle ne soit pas disponible à tout moment.

Appendice : variations

Voici quelques exemples illustrant un peu mieux le fonctionnement et les résultats que peut donner l'application. Pour chaque exemple, le plan figure à gauche. À droite se trouve une transcription musicale de la mélodie entendue tandis que le point se déplace. Les durées des notes transcrites dans les partitions sont approximatives, car elles dépendent de la longueur des routes et que je n'habite pas en Amérique — les routes ne sont pas ortho-normales.

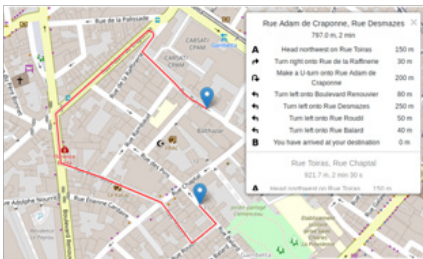
Enfin, on trouve un hash pour chaque exemple, qui permet en le tapant à la fin de l'adresse URL du site⁵, d'obtenir exactement le même itinéraire, et la même mélodie. Ce hash comprend la liste des points, au format (latitude, longitude), séparés par des esperluettes.

5. Par exemple <https://musicroad.swagosaure.com/#wp=43.60509,3.87224&wp=43.60465,3.87018>



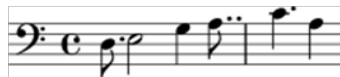
Ceci est l'itinéraire apparaissant au chargement de la page. Le départ est à droite, l'arrivée à gauche. Un point vert se déplace de l'un à l'autre. Trois notes sont émises : au départ, et aux deux croisements. Ces croisements tournent à gauche, la note descend donc. Remarquer que la notation musicale essaie de tenir compte du rythme non conventionnel, mais ne correspond pas parfaitement.

Hash : #wp=43.60509,3.87224&wp=43.60465,3.87018



Ici, le point d'arrivée est identique mais on a déplacé le point de départ une rue plus loin. À cause des nombreux sens interdits, l'itinéraire recalculé est tout à fait différent, et produit de manière imprévisible une mélodie toute différente.

Hash : #wp=43.606068126691326,3.8703900575637813&wp=43.604701,3.870257



Born Under a Bad Sign : à force d'expérimentation, j'ai trouvé un bout de mélodie ressemblant vaguement au début du riff du Blues Born Under a Bad Sign, d'Albert King. Ici, même en suivant la route sur le plan en même temps qu'on lit la partition, il est difficile de voir la correspondance entre les deux, notamment à cause du rond point qui se comporte comme une seule note malgré le changement de direction.

Hash : #wp=43.60468139105698,3.873281478881836&wp=43.604321,3.877132

- [1] Design your own beautiful city and map posters - Mapiful.com: <https://www.mapiful.com/>.
- [2] Bui, Q. et White, J. 2016. Mapping the Shadows of New York City: Every Building, Every Block. The New York Times.
- [3] earth :: a global map of wind, weather, and ocean conditions: <https://earth.nullschool.net>.
- [4] Roads to Rome: <http://roadstorome.moovellab.com/about>.
- [5] OpenStreetMap: <https://www.openstreetmap.org/>.
- [6] OpenStreetMap Statistics: https://www.openstreetmap.org/stats/data_stats.html.
- [7] OpenStreetMap Copyright: <https://www.openstreetmap.org/copyright>.
- [8] Planet.osm - OpenStreetMap Wiki: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Planet.osm>.
- [9] Deploying your own Slippy Map - OpenStreetMap Wiki: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Deploying_your_own_Slippy_Map.
- [10] TileMill: <https://tilemill-project.github.io/tilemill/>.
- [11] Luxen, D. et Vetter, C. 2011. Real-time routing with OpenStreetMap data. (2011), 513.
- [12] Open Source Routing Machine DEMO: <http://map.project-osrm.org/>.
- [13] Web Audio API: <https://www.w3.org/TR/webaudio/>.
- [14] Tone.js: <https://tonejs.github.io/>.

L'informatique anthropologique : Illusion, lucidité et immersion pour le design interactif en réalité virtuelle Cas d'étude, l'installation artistique *VitRails*

Sophia Kourkoulakou
Doctorante, Lab. AI-AC, équipe INREV,

Chu-Yin Chen
Professeure, Université Paris 8

Influencé par les évolutions sociétales dont il est issu et dépendant, l'art numérique évolue avec ces dernières. Avec la démocratisation et le perfectionnement des ordinateurs et systèmes de captation de mouvement, on peut créer des installations artistiques qui projettent un monde virtuel dans le monde réel. Ce monde virtuel, calculé entièrement par ordinateur, fait appel à un nouvel engagement social dans les expériences en réalité virtuelle (RV), en mettant l'humain au centre de l'Interface Homme Machine, et créant des nouvelles pratiques pour l'ère numérique.

Influenced by the societal changes from which it is derived and dependent, digital interactive art evolves with the latter. With the democratization and perfecting of computers and motion capture systems, one can create artistic installations that project a virtual world into the real world. This virtual world calculated entirely by computer, calls out for a new social contract in Virtual Reality experiences, putting the human in the center of HCI and creating new practices in the digital age.

Résumé

Abstract

Introduction

La création des applications en réalité virtuelle, augmentée et mixte gagne du terrain dans le domaine de l'interaction homme-machine (IHM) dans les arts. Le pionnier et créateur de Digital Desk, l'objet hybride de l'informatique ubiquitaire (UC¹), Wellner [1] propose ainsi la possibilité « d'interagir naturellement avec les documents numériques et d'élargir les frontières de la réalité ». Dans cet article, nous expliquerons comment une conception positive de l'informatique anthropologique et de la réalité virtuelle peut nous permettre de proposer des expériences artistiques avec une vision critique. Les expériences de réalité virtuelle actuelles sont associées à l'illusion et à la lucidité, ce qui permet à notre perception de transformer un environnement spatial en lieu d'immersion. Une fois que cette hybridation est réussie, la perception de la réalité par le spectateur² peut être renforcée par les illusions qu'il éprouve en réalité virtuelle, mais aussi en faisant appel à d'autres sens pour participer. Notre approche méthodologique dans cette recherche est basée sur une conception de l'informatique pensée comme omniprésente. À travers une implémentation de données de notre monde réel dans le monde virtuel, cette recherche nous mènera à la production d'une expérience interactive en réalité mixte, VitRails, créée par le collectif Continuum³. Il s'agit d'une installation immersive et interactive qui représente un « lieu » auquel on accède grâce à une surface thermochromique.

Ou suis-je ? Présence et point de vue

Le dernier chapitre de l'ouvrage *Brainstorms* [2] du philosophe Daniel Dennett, paru en 1978, est une fiction intitulée « Où suis-je » dans laquelle il se met lui-même en scène. Dennett raconte l'histoire d'un « épisode curieux » de sa vie où son cerveau a été chirurgicalement séparé de son corps, chaque connexion étant restaurée en plaçant deux « micro émetteurs-récepteurs radio » entre chaque voie d'entrée et de sortie. Après l'opération, il, ou plutôt son corps, va visiter son cerveau qui a été placé, dans un bac de survie. Tout en regardant de ses propres yeux son propre cerveau, il commence à se demander :

1. UC : Ubiquitous Computing

2. terme qui apparaît dans l'article pour la première fois, donner la référence d'où cela vient en note de bas de page (Weissberg) : spect-acteur est un terme venant du théâtre que Jean-Louis Weissberg a adapté pour décrire la situation particulière dans laquelle se trouve la personne qui interagit avec l'œuvre interactive : elle devient

à la fois contemplatrice et actrice de l'œuvre.

Jean-Louis Weissberg, *Présences à distance. Déplacement virtuel et réseaux numériques : pourquoi nous ne croyons plus à la télévision*, Paris : L'Harmattan, 1999.

3. Collectif Continuum : Zamplaras D., Georgakopoulou N., Kourkoulakou S., doctorants de l'équipe INRÉV AIAC, EDESTA Paris8

Étant un philosophe, je croyais fermement que le reflet de mes pensées se passait quelque part dans mon cerveau : pourtant, quand je pense “Me voici”, où la pensée me vint à l’esprit était ici, en dehors de la cuve, où moi, Dennett, je regardais mon cerveau.

Dennett explique que l’emplacement du «je» auquel il faisait référence dans la question “Où suis-je?” peut être lié à son point de vue, mais pas de façon identique. Ainsi il déclare :

Le point de vue avait clairement quelque chose à voir avec l’emplacement personnel, mais c’était en soi une notion peu claire. Il était évident que le contenu de son point de vue n’était pas identique ou déterminé par le contenu de ses croyances ou de ses pensées.

Aujourd’hui, dans le domaine du design interactif, en tant qu’expérience de l’utilisateur, le sentiment d’être présent n’est pas intrinsèquement lié à n’importe quel type de technologie, c’est un produit de l’esprit, comme le nonce G. Riva [3].

De l’informatique ubiquitaire (UC) à l’informatique anthropologique (ABC⁴)

L’évolution et l’adaptation de l’être humain sont étroitement liées à l’évolution et à l’adaptation de notre technologie. Weiser et Brown [4] ont averti que l’informatique ubiquitaire nécessiterait le développement de la technologie Calm, un changement total dans la façon dont nous interagissons avec les ordinateurs, afin que l’ensemble du processus devienne plus adapté aux capacités et aux limites de la perception humaine. Selon Brown [5], si nous allons examiner, la question de l’interaction homme-machine sous quelque forme que ce soit, d’une manière significative, alors nous devons nous rappeler que les humains depuis des millions d’années ne pensent pas comme des ordinateurs. Il suggère donc que c’est le fait fondamental que Weiser essayait de communiquer quand il a souligné que la présence omniprésente des ordinateurs dans nos vies rendrait absolument nécessaire de changer notre façon de travailler. Weiser a dit:

4. ABC : Anthropology Based Computing

“Le calme est un nouveau défi que l’UC pose à l’informatique. Quand les ordinateurs sont utilisés à huis clos par des experts, le calme ne concerne que quelques-uns. Les ordinateurs à usage personnel se sont concentrés sur l’excitation de l’interaction. Mais lorsque les ordinateurs sont omniprésents, nous devons repenser radicalement les objectifs, le contexte et la technologie de l’ordinateur, ainsi que toutes les autres technologies qui s’imposent dans notre vie. Le calme est un défi fondamental pour toute conception technologique des cinquante prochaines années.” Pour Brown, la démarche de l’informatique anthropologique peut être expliquée par une phrase : nous n’essayons pas de faire disparaître l’ordinateur, mais plutôt de rendre l’interface plus centrée sur l’homme.

Immersion, lieu et illusion

Les participants à un système immersif de réalité virtuelle ont tendance à réagir de manière réaliste aux situations vécues. Cela se produit pour deux raisons: l’une est la présence, ou la sensation d’être dans un endroit «réel», et l’autre est l’illusion de plausibilité, ou l’illusion que ce qui est expérimenté se passe réellement [6]. La présence est donc une «illusion de lieu» ou la forte illusion d’être dans un lieu malgré la certitude que vous n’y êtes pas [7]. Certains chercheurs, en particulier dans le domaine des jeux, considèrent l’immersion comme différentes facettes [8]: immersion sensori-motrice, immersion cognitive, immersion émotionnelle et immersion spatiale. Le modèle d’immersion [9] SCI⁵ d’Ermi et Mäyrä comprend trois composantes: l’une sensorielle, la deuxième basée sur le défi et la troisième sur l’imagination. La plupart des modèles d’immersion ne considèrent celle-ci que comme un processus psychologique. Cependant, les chercheurs contemporains de l’immersion suivent à peu près la définition de Slater et Wilbur qui la conçoivent comme un système faisant intervenir une technologie capable de fournir aux sens d’un participant une illusion de réalité inclusive, étendue, environnante et vive [10].

Rêve lucide et Réalité Virtuelle

Les parallèles entre le rêve lucide et la réalité virtuelle sont saisissants; en étudiant ce qui permet aux rêveurs lucides de vivre des expériences introspectives aussi puissantes, nous pourrions alors tenter de recréer des expériences similaires en réalité virtuelle. La plus forte expérience de réalité virt-

uelle pourrait ressembler à un rêve lucide, c'est à dire savoir que l'on rêve alors qu'on est en train de rêver (Kitson et al. 2018). La vue semblait être le principal sens dans lequel les participants réalisaient leurs rêves lucides et, même sans aucun autre sens, ils avaient toujours l'impression d'être plongés dans le rêve. Pour ce qui est des autres sens, les rêves lucides peuvent sentir, goûter et toucher comme si leurs rêves étaient réels.

L'espace de l'environnement virtuel lui-même peut être assez abstrait, ou même vide et vaste, comme certains rêveurs lucides l'ont signalé alors qu'ils méditaient dans le rêve. La nature est un thème de rêve lucide qui peut aider à créer un sentiment de paix. En outre, un monde abstrait donne à l'utilisateur l'espace nécessaire pour donner sa signification personnelle et son interprétation, ce qui est important pour explorer ses pensées et ses sentiments ou pour révéler une «connaissance secrète» personnalisée. Et, un environnement où l'utilisateur est sans corps peut fournir les bonnes conditions pour le lâcher-prise de l'ego, et se concentrer vers l'intérieur de soi [11].

Reconstitution du réel?

Une problématique

Cependant, aujourd'hui avec les outils photographiques et les logiciels d'analyse de l'image numérique, on arrive à reconstituer un espace réel dans un espace virtuel afin d'intégrer les spectateurs en perspective centrale. Une méthode utilisée pour ce faire est la photogrammétrie :

« [...] technique permettant de déterminer les dimensions et les volumes des objets à partir de mesures effectuées sur des photographies montrant les perspectives de ces objets » [12].

« Elle consiste à retrouver la position dans l'espace de chaque point de la surface visible d'un sujet photographié à partir de l'analyse de plusieurs photographies prises sous plusieurs angles de vue différents. Une photographie est une projection plane (sur le capteur de l'appareil photo) de l'image d'un objet tridimensionnel, le processus photogrammétrique effectuée en quelque sorte l'opération inverse, il retrouve la position des points dans l'espace à partir de l'analyse des images » [13].

Espaces hybrides de la réalité mixte :

VitRails (cas d'étude)

Les spectateur de VitRails se retrouvent pris dans un espace hybride où la matière réelle et la matière virtuelle bien que réalités diverses, se confrontent depuis une surface thermochromique (Fig. 1). Le spectateur réagit avec la matière virtuelle à l'aide d'un casque RV de type Oculus, une caméra et un casque audio, qui le plonge dans une réalité parallèle. Le participant, qui porte le casque de réalité virtuelle, est immergé dans une pièce sombre. Il ne peut rien voir autour de lui. À moins qu'il ne touche les vrais murs qui l'environnent, alors il sera pris au piège dans cette pièce sombre.

L'installation artistique VirtRails, présenté dans la Galerie RectoVRso du Festival Laval Virtual, en 2018 et au Digital Art Festival Athènes (mai 2018) s'appuie sur les deux mondes, le virtuel et le réel, en offrant au spectateur une double expérience. D'une part, il propose au spectateur sans casque, il touche avec ses mains un tableau noir enduit d'une peinture thermochromique qui produit au contact de la peau des traces blanches éphémères. D'autre part, le spectateur, grâce au casque de RV (Oculus Rift) arrive à percevoir à travers les traces que ses mains dessinent sur le tableau, une scène virtuelle se dévoilant peu à peu. En effet, grâce à une caméra attachée sur le casque, les traces blanches que ses mains dessinent sont détectées en créant une transparence à l'endroit de ces zones afin de laisser voir à travers le tableau.

Il s'agit d'une fenêtre vers un autre lieu, où l'on entend des vagues de la mer, où l'on peut se déplacer selon les axes de notre fenêtre; la caméra virtuelle en première personne semble attachée à notre point de vue. Pour réaliser VitRails, la scène virtuelle a été constituée à partir d'une photogrammétrie de l'intérieur d'un lieu abandonné sur une île grecque. Dans la scénographie, on détecte facilement une barque, aussi scannée en 3D, trouvée en fait sur un autre lieu, mais transportée dans cette scène en 3D (Fig. 2). Une fois immergé, le spect-acteur peut voir des particules en forme de corps humain dématérialisée qui se déplacent dans ce lieu abandonné et entendre des témoignages sonores de réfugiés politiques qui ont traversé la Méditerranée.



Fig 1. Installation *VitRails*, Laval Virtual, 2018



Fig 2. Point de vue virtuel *VitRails*, 2018

Conclusion

Il faudra probablement un certain temps avant que les simulations et / ou les reproductions de la réalité fournissent le niveau de réalisme et d'interactivité requis pour poser la question de Dennett «Où suis-je?», sous un angle légèrement différent, en essayant de faire la distinction entre réalité et virtualité. Aussi avancés que puissent être de tels systèmes d'un point de vue technologique, l'acceptation individuelle et l'acceptation par la société dépendront dans une large mesure de l'expérience des utilisateurs et leurs réactions. C'est ici que la recherche sur la présence et d'autres concepts centrés sur l'utilisateur (par exemple facilité d'utilisation, flux, réponses affectives) revêt une importance particulière, dans la mesure où elle peut potentiellement nous aider à aller au-delà d'une approche axée sur la technologie et à poser des questions concernant le but et le contexte utile. Ces questions sont essentielles au succès de toute technologie centrée sur l'être humain, l'art peut y contribuer ainsi nous envisageons de poursuivre ce travail en analysant des expériences de spectateurs dans cette situation artistique interactive et immersive.

- [1] Wellner P., The digitaldesk calculator : tangible manipulation on a desk top display. In Symposium on User interface software and technology, ACM Press, 1991, p. 33
- [2] Dennet D. C., *Brainstorms - Philosophical Essays on Mind and Psychology*. Brighton, UK: Harvester Press, 1978, p. 312 .
- [3] Riva G., Davide F., IJsselsteijn W.A., Being There: Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments (Eds.) Ios Press, 2003, Amsterdam, The Netherlands
- [4] Weiser, M., & Brown, J. S., The coming age of calm technology (Denning, P. J. & Metcalfe, R. M., Eds). In *Beyond calculation: The next fifty years of computing* (pp. 75-85). New York, Springer, 1998.
- [5] Brown N. A John, It's as Easy as ABC: Introducing Anthropology-Based Computing. Available from: https://www.researchgate.net/publication/258994496_It's_as_Easy_as_ABC_Introducing_Anthropology-Based_Computing [accessed Mar 04 2019].
- [6] Slater Mel, Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments, EVENT Lab, Institute for Brain, Cognition and Behavior (IR3C), ICREA-University of Barcelona, 08035 Barcelona, Spain & Department of Computer Science, University College London, London WC1E 6BT, UK <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2781884/> [last visited 11/01/2019].
- [7] Kitson Al., Prpa, Riecke E. B, Immersive Interactive Technologies for Positive Change: A Scoping Review and Design Considerations *Frontiers in psychology* 9, 2018.
- [8] Bjork, S., and Holopainen, J. *Patterns in Game Design (Game Development Series)*. Charles River Media, 2005.
- [9] Ermi, L., and Mäyrä, F., Fundamental components of the gameplay experience: analysing immersion, in *Worlds in Play: International Perspectives on Digital Games Research*, eds S. de Castell and J. Jenson (New York, NY: Peter Lang), 37–53, 2005.
- [10] Slater M., Wilbur S., A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments, Posted Online March 13, 2006 <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603> , © 1997 by the Massachusetts Institute of Technology, p. 606 Slater M., Wilbur S., A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments, Posted Online March 13, 2006 <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603> , © 1997 by the Massachusetts Institute of Technology, p. 606
- [11] Kitson Al, Schiphorst Th., Riecke E. B., Understanding Lucid Dreams as a Tool for Introspection in Virtual Reality.
- [12] <http://www.cnrtl.fr/definition/photogramm%C3%A9trie> [accessed Mar 04 2019]

[13] Delevoie C., Dutailly B., Mora P. et Vergnieux R., Un point sur la photogrammétrie, p. 86-89. <https://journals.openedition.org/archeopages/410#tocto1n2> [accessed Mar 04 2019].

Le sentir actif dans les expériences artistiques multisensorielles et interactives

Le sentir actif

Dionysios Zamplaras
Doctorant, Lab. AI-AC, équipe INREV.
dzamplaras@gmail.com

Chu-Yin Chen
Professeure, Université Paris 8

Les œuvres d'art interactives, à travers l'utilisation de différents types de capteurs, s'appuient sur la création d'interfaces homme-machine (IHM) pour concevoir des interactions multimodales ; les expériences multisensorielles qui en résultent défient nos canaux perceptifs. Dans cet article, nous prendrons comme point de départ le sens du toucher, dont l'importance a été largement analysée en philosophie, en phénoménologie et en esthétique, d'Aristote à Deleuze en passant par Merleau-Ponty. Après avoir décrit les modalités du toucher actif et du sentir actif, nous citerons en exemple certaines créations qui proposent de nouvelles expériences de perceptions multisensorielles.

Interactive works, through the use of different types of sensors, rely on the creation of human-machine interfaces to design multimodal interactions; the resulting multisensory experiences challenge our perceptual channels. In this article, we will take as a starting point the sense of touch, whose importance has been widely analyzed in philosophy, phenomenology and aesthetics, from Aristotle to Deleuze via Merleau-Ponty. After describing the modalities of active touch and active sensing, we will cite some works that offer new experiences of multisensory perceptions.

Résumé

Abstract

Introduction

Alors qu'aujourd'hui le canal visuel occupe généralement la place la plus importante au sein d'une interface, nous voyons se développer un intérêt accru pour les interactions multimodales [1]. En termes d'affichage et de rétroaction (*feedback*), il est vrai que la vision joue souvent un rôle prédominant ; en tant qu'utilisateurs, nous nous attendons peut-être à voir apparaître, visibles au travers les interfaces, tout d'abord les contrôles et options disponibles qui nous permettront d'interagir, avant de découvrir ensuite les résultats des actions que nous avons effectuées. La conception et le design d'interfaces ou d'objets connectés ont depuis longtemps intégré la notion de renforcement du retour sensoriel par le biais de stimuli supplémentaires, autres que visuels, en mettant notamment l'accent sur l'utilisation de la rétroaction auditive ou vibro-tactile. Cette association, sans doute efficace, permet de concevoir des formes riches d'affichage et de rétroaction. Cependant, l'interaction est généralement fondée sur le toucher ; c'est à travers une combinaison de mouvements et d'interactions haptiques que nous sélectionnons et manipulons les différents objets physiques et virtuels.

Afin de comprendre comment une interaction tactile peut être intégrée avec succès dans une interface Homme-ordinateur, il est essentiel de saisir comment le corps humain récupère et traite l'information de son environnement immédiat. Pour les besoins de cet article, nous n'aborderons pas en profondeur tous les aspects de la physiologie du système nerveux humain, mais nous nous concentrerons sur l'aspect perceptuel de l'interaction tactile et de la rétroaction vibratoire.

Introduction

L'adjectif haptique vient du grec *haptikós*, dérivé du *haptein/háptô*, qui signifie toucher¹. Ce mot a été employé à la fin du XIX^e siècle par Aloïs Riegl, historien de l'art autrichien, qui écrivait alors que l'art progresse en dévoilant un univers du sensible de l'haptique à l'optique [2]. Le terme a été repris par Gilles Deleuze dans *Francis Bacon, Logique de la sensation*, au chapitre 14 [3]. L'adjectif « haptique » qualifie à présent tous les domaines de recherche appliqués aux retours sensoriels kinesthésiques et cutanés.

1. Haptique: ÉTYM. 1981, G. Deleuze; empr. à l'all. *haptisch* " tactile ", 1901, Riegl; du grec *haptein* " toucher ". 1 Didact. Qui concerne le

sens du toucher. *Sensations haptiques* ». Le Grand Robert. 2008, Dictionnaires Le Robert/Sejer.500/117/200808/ 1LGR264CF-CD.

Dans l'histoire de la philosophie le sens du toucher a été le plus souvent été considéré comme un sens essentiel à la perception des objets et de leur environnement. Selon Aristote, qui affirmait que les choses étaient tangibles avant d'être visibles, audibles ou odorantes, le toucher pouvait être considéré alors comme le sens par excellence, dans la mesure où il plaçait l'homme au plus près du monde, et les choses au plus près de lui [4]. Toujours selon lui, la chair n'est que l'intermédiaire du toucher, et non son organe ultime, l'organe véritable est le cœur. Alors que les autres sens visent le « bien-être », le toucher vise la vie même. Il est « le seul sens dont la privation entraîne la mort », car il est le sens non d'une partie du corps ou d'un organe, mais de tout le corps [5]. Concernant ce sens, Berkeley écrit « par le toucher, je perçois, par exemple, le dur et le mou, la chaleur et le froid, le mouvement et la résistance et tout cela plus ou moins en fonction de la quantité ou du degré » [6, 7]. Il était considéré que le toucher donnait un accès immédiat aux objets et à leurs propriétés physiques, tandis que la vision de ces objets pouvait être faussée par d'autres facteurs:

D'ailleurs, plusieurs philosophes considèrent que tous les sens fonctionnent de façon analogue au le toucher et qu'ils sont basés sur les mêmes principes [6]. Pour Descartes, voir c'est d'abord toucher, comme l'aveugle « voit » avec ses mains : une métaphore pour énoncer que l'objet est à la main ce que le rayon lumineux est à l'œil. Ce contact des rayons qui touchent un objet avant de toucher l'œil, cette impression qui peut être assimilée au toucher, l'un et l'autre (la vision et le toucher) n'étant que des espèces du sens, car c'est toujours avec son âme qu'on sent même si au sens figuré c'est avec son corps [8]. Le contact marque le corps sentant d'une empreinte proprement objective. En effet sans cette épreuve du tact ou du contact, qui ne concerne pas exclusivement la main ou l'épiderme, mais le corps tout entier – puisque l'œil ou l'oreille touchent donc également – il n'y aurait ni sensation ni vérité. Sentir, et même penser, les pensées n'étant elles aussi que des corps seulement plus subtils, sont donc tout autant de manières de toucher et d'être touché. Le sentir donc est avant tout lié à la rencontre de deux corps, dont l'un marque l'autre de son empreinte [6, 9].

La perception tactile

Le contact conscient nous projette hors de notre corps par le mouvement [10]. Il y a des phénomènes tactiles, des qualités tactiles, comme la rugosité et la douceur, qui disparaissent complètement si le mouvement exploratoire est éliminé. Le mouvement et le temps ne sont pas seulement une condition

objective de connaissance du toucher, mais les composantes phénoménales des données tactiles. Ils provoquent la structuration des phénomènes tactiles, de même que la lumière montre la configuration d'une surface visible [11].

D'après Merleau-Ponty, mais aussi plusieurs autres théoriciens, comme Varela, il est reconnu qu'il est trompeur de séparer la perception de l'action dans les analyses théoriques du comportement et de la cognition [11, 12]. Le sentir doit être considéré comme un processus actif plutôt que comme un processus passif. A fortiori en ce qui concerne le toucher, l'intégration du mouvement dans la sensation est une caractéristique fondamentale. Nous devons agir sur le monde par le toucher pour le découvrir. Le mouvement des mains et des doigts est particulièrement important pour notre sens tactile : effleurer une surface pour détecter la texture, ou bien palper doucement ou tracer les bords pour juger la forme, ou encore appuyer pour déterminer la dureté, et ainsi de suite.

Dans le domaine de la détection tactile, Gibson [13] a énoncé une distinction devenue célèbre entre le toucher passif et le toucher actif : « le toucher actif se réfère à ce qu'on appelle habituellement le toucher. Cela doit être distingué du toucher passif, ou être touché ». La présence donc du mouvement du capteur, ne se réduit pas à n'être que le simple déplacement géométrique du capteur sensoriel, en effet le sentir actif signifie plus que cela, il s'agit d'un concept étroitement lié à la perception par l'action, comme l'a illustré Merleau-Ponty.

Cela doit nous rappeler que l'attrait du toucher sensoriel et actif réside, non seulement dans la possibilité de découvrir les principes qui sous-tendent l'expérience perceptuelle dans cette modalité particulière, ou de construire des dispositifs exploitant ces principes, mais aussi dans le fait de comprendre ce champ perceptif par lequel nous, en tant qu'êtres humains, arrivons à connaître notre monde [10].

Loomis et Lederman nous procurent un aperçu utile des trois aspects de l'interprétation de l'information par le toucher, que l'on pourrait appeler plus généralement la perception tactile [14]. Ils affirment qu'il y a deux sens fondamentaux et distincts qui, ensemble, nous procurent un sens du toucher : le sens cutané et la kinesthésie. Le sens cutané permet de prendre conscience de la stimulation des récepteurs au sein de la peau, tandis que le sens kinesthésique permet de prendre conscience du positionnement relatif du corps (tête, torse, membres, etc.). La perception qui implique un ou plusieurs d'entre eux peut être considérée comme une perception tactile, et se décline donc sous trois formes.

La perception tactile dépend uniquement des variations de la stimulation cutanée par des actions telles que le tracé d'un motif sur la peau d'un individu. La perception tactile seule signifie que l'individu en question doit être statique, sinon le sens kinesthésique sera incorporé. La perception kinesthésique concerne les variations de la stimulation kinesthésique. Cependant, la perception tactile sans contribution du sens cutané ne peut être réellement réalisée que dans des circonstances artificielles telles que l'utilisation d'anesthésiques pour supprimer la contribution cutanée. La perception haptique est la forme de perception tactile qui implique à la fois la perception tactile et kinesthésique, et c'est ce que nous utilisons au quotidien pour explorer et comprendre notre environnement en utilisant le toucher [14, 15]. Le niveau de contrôle qu'a un individu à un moment donné sur la collection d'informations par le sens cutané ou kinesthésique conduit à cinq modes tactiles: la perception tactile (information cutanée seule), la perception kinesthésique passive (kinesthésie afférente), la perception haptique passive (information cutanée et kinesthésie afférente), la perception kinesthésique active (kinesthésie afférente et copie d'efférence) et la perception haptique active (information cutanée, kinesthésie afférente et copie d'efférence) [14]. Pour les trois premiers modes, il n'y a pas de contrôle. En effet, on peut voir à partir de ces définitions que parmi les cinq modes, seul le dernier, la perception haptique active, est susceptible d'avoir une réelle signification dans la conception d'interfaces et d'objets qui offrent une interaction tactile, étant donné que le tact ne peut être disjoint de la kinesthésie.

En partie influencée par l'expansion rapide du marché des jeux vidéo et l'intérêt général pour les environnements virtuels, la technologie nous offre plusieurs possibilités pour avoir un retour haptique (*joysticks* à retour de force, surfaces vibratoires, souris vibro-tactiles, etc.). Ces appareils pensés pour le jeu et la réalité mixte peuvent tirer efficacement profit d'une rétroaction multimodale afin d'apporter des qualités immersives à l'expérience. Il est possible par exemple de simuler des collisions, des ondes de choc, voire des interactions physiques à partir de joysticks ou par le biais d'appareils portables ou d'accessoires de robotique molle ou encore par d'autres objets à retour de force. Ces derniers, pouvant partiellement déplacer la main de l'utilisateur, ainsi ils suggèrent une sorte de résistance des obstacles, ou des actions comme le recul.

Interaction multimodale et substitution sensorielle

Le terme modalité est défini selon deux aspects qui peuvent se confondre. Du point de vue de la perception humaine, ce sont les cinq modalités sensorielles principales² qui sont également des modes de communication. Du point de vue de l'Interaction homme-machine, les modalités d'interactions décrivent la manière d'interagir avec un système ou une œuvre interactive. Cela signifie qu'une modalité d'interaction peut être définie comme un couple dispositif-langage ou comme une forme concrète particulière d'un mode de communication [16]. À partir de ces notions, on peut déduire qu'une œuvre interactive est multimodale lorsqu'elle possède plusieurs modalités en entrée ou en sortie.

La relation entre le toucher et le sentir, telle qu'elle était évoquée par Descartes et d'autres philosophes, nous permet alors de la même façon de définir le sentir actif, selon la définition du toucher actif. Dans notre quête incessante de créer des expériences intuitives, utilisables, agréables et efficaces, la recherche et le développement utilisent de plus en plus le toucher, l'ouïe, l'odorat, ainsi que des capteurs détectant le mouvement qui permettent de ressentir l'accélération notre corps [17], la gravité, la position, l'inclinaison, la vitesse, etc. L'interaction tactile combine plusieurs types d'expériences sensorielles, ce qui est peut-être la raison pour laquelle elle semble intuitive : elle nous donne un sentiment d'interaction facile, efficace, simple et joyeuse.

La pluralité des modes d'interaction, les relations complexes proposées par les expériences multisensorielles nous permettent aussi d'envisager une « substitution sensorielle »³. On l'explique par la sollicitation d'un sens de l'Homme pour traiter les informations reçues normalement par l'un des autres. Pour le cas du toucher, cette définition peut être même étendue à l'utilisation d'une zone de la peau pour traiter les informations tactiles reçues normalement par un autre canal perceptif.

The Empathy Machine est un exemple illustrant ce principe⁴; ce projet vise à créer les conditions nécessaires pour pénétrer dans le corps d'un étranger à un niveau physiologique et susciter un sentiment d'empathie. Des appa-

2. Rappelons que pour Alain Berthoz, le "sens du mouvement" est un sixième sens résultant de la coopération entre plusieurs capteurs, il est une construction multisensorielle [16]. « Nous n'avons pas que cinq sens. En plus des capteurs de la vision, de l'audition, du toucher, du goût et de l'olfaction, nous avons aussi des capteurs qui détectent le mouvement. Chacun de ces sens à lui seul ne peut pas mesurer le mouvement, c'est la coopération de tous ces sens qui constitue le sixième sens : le sens du mouvement. ». « Le cerveau et le mouvement : le sixième sens »,

Conférence de l'Université de tous les savoirs du 7 février 2000 par Alain Berthoz. URL : https://www.canalu.tv/video/universite_de_tous_les_savoirs/le_cerveau_et_le_mouvement_le_sixieme_sens.863 (Consultation le 28/09/2018)

3. « Substitution sensorielle - suppléance perceptive » URL : <http://accs.ens-lyon.fr/acces/thematiques/neurosciences/actualisation-des-connaissances/vision/inter-modalite-sensorielle/ternaux/discussion>

4. <https://hackaday.io/project/26180-the-empathy-machine> (Consultation le 07/12/2018)

reils portables sont capables de détecter des biosignaux tels que les battements cardiaques et la respiration, de les échanger entre les participants sur un réseau et de fournir un biofeedback haptique qui imite ces biosignaux. Par exemple, un de ces appareils/prototypes est capable de mesurer le rythme et l'ampleur de la respiration d'une personne. Ce biosignal est ensuite transformé en pression sur une veste portée par une autre personne, qui est ainsi capable de partager, au travers des sensations haptiques, l'état émotionnel de l'autre.

Autre exemple, le projet *ART-ADN* (Accès par Retour Tactilo-oral Aux Documents Numériques)⁵, qui concerne l'étude, le développement, la mise en place et l'évaluation de dispositifs innovants d'accès non visuel aux textes. Dans un effort pour maintenir et améliorer l'accessibilité de tous aux documents numériques, et en particulier l'accès au Web par les non-voyants, cette recherche pluridisciplinaire a comme idée principale la génération automatique de « pages vibrantes » basées sur une transformation intelligente des contrastes lumineux émis par l'écran en vibrations tactiles.

Interaction multimodale et substitution sensorielle

En ce qui concerne l'intégration du « sentir actif » dans nos expériences, il est nécessaire d'y incorporer des dispositifs et capteurs capables d'émettre une certaine forme « d'énergie » que nous soyons capables de ressentir physiquement. Un capteur sera qualifié d'actif s'il fonctionne en émettant une énergie dont l'effet sur l'environnement peut être mesuré [10]. Ainsi, le sentir actif peut être compris comme se rapportant à la situation où la sensation provient non seulement de notre action, mais aussi du mouvement du capteur.

Pourtant, la réception de la plupart de nos informations et stimuli en provenance du monde numérique se fait à travers des portails dédiés et des appareils que nous portons sur nous. Ceux-ci ont tendance à exiger une attention nous « retirant » de notre environnement physique. Cependant, au cours des dernières décennies, des chercheurs ont été motivés par cette problématique pour créer une forme de technologies plus « sereine », où l'interaction se produirait à la périphérie de l'utilisateur, en attirant son at-

5. <https://art-adn.greyc.fr/> (Consultation le 28/09/2018)

tion plutôt qu'en l'exigeant. Inspiré par les interfaces ambiantes, et cherchant de nouvelles façons d'intégrer l'information dans l'environnement naturel, ListenTree⁶, un projet du MIT Media Lab, consiste en un dispositif audio-haptique qui introduit invariablement du son et une vibration dans les arbres, permettant aux passants d'entendre le son par la conduction osseuse et de sentir des vibrations lorsqu'ils touchent un arbre ou lorsqu'ils marchent à sa proximité.

L'audition par la conduction osseuse se produit lorsque la vibration est menée à travers le crâne d'un auditeur dans l'oreille interne, en contournant le tympan. Un des premiers exemples d'appareils de conduction osseuse est attribué à Beethoven, qui aurait compensé sa perte auditive en attachant une extrémité d'une tige de métal à son piano tout en tenant l'autre entre ses dents. Ce type d'appareils, les transducteurs, ont été utilisés dans l'art (ainsi que de plus en plus dans les produits de consommation) depuis plusieurs décennies. En dépit de leur utilisation répandue, les transducteurs continuent d'attirer l'intérêt en produisant, d'une manière qui a l'air magique, le son à travers la conduction, car ils donnent l'impression que les ondes sonores sortent de l'intérieur des objets.

La magie devient encore plus surprenante dans *AlterEgo*⁷, un autre projet du MIT Media Lab. Il s'agit d'un système portable, non invasif, en boucle fermée, qui permet aux êtres humains de converser en langage naturel sans voix, sans ouvrir la bouche et sans mouvements du visage observables,



Figures 1 et 2 : Les projets *Listen Tree* (droit) et *Alter Ego* (gauche) de MIT Media Lab

6. <http://listentree.media.mit.edu/> (Consultation le 07/12/2018)

7. <https://www.media.mit.edu/projects/alterego/overview/> (Consultation le 07/12/2018)

simplement en vocalisant intérieurement. Le dispositif capte les signaux électriques induits par des mouvements subtils, mais délibérés d'articulateurs de la parole interne quand un utilisateur vocalise intentionnellement intérieurement. Ce dispositif permet à un utilisateur de transmettre et de recevoir des flux d'informations vers et à partir d'un dispositif informatique ou de toute autre personne sans aucune action observable, à la discrétion et sans invasion de la vie privée de l'utilisateur. Comme il est décrit, le projet *AlterEgo* vise à combiner les humains et les ordinateurs, de sorte que l'informatique, l'Internet et l'IA se faufilent dans la personnalité humaine en tant que « second moi » et augmentent la cognition et les capacités humaines.

Parmi les pionniers de l'utilisation de la conduction osseuse dans l'art, l'installation de Laurie Anderson *The Handphone Table* a permis aux participants, face à face à une table, d'entendre un son lorsqu'ils posaient leurs coudes sur la table et leurs mains sur la tête [7]. Dans le même esprit, fondé sur le principe d'écoute par la conduction osseuse, l'installation *LoSonnante* (de « os », « fils », et « sonnante ») associe l'haptique (le toucher) à l'acoustique (le son) et crée une expérience sensorielle originale autour d'une installation discrète et autonome⁸. L'installation consiste en un dispositif sonore utilisant la vibration des solides et des os de l'utilisateur pour transmettre l'onde. En posant les coudes sur une boîte « magique » et les mains sur les oreilles, l'utilisateur se plonge dans un univers sonore lié à l'histoire du territoire, permettant alors l'augmentation sonore d'un lieu.



Figure 3 : *The Handphone Table* de Laurie Anderson

8. <https://losonnante.wordpress.com/> (Consultation le 07/12/2018)

Comme déjà évoqué, ce principe ouvre la voie à une autre approche de l'écoute, plus intimiste, plus viscérale et personnelle, impliquant pleinement le corps de l'utilisateur tout en restant inaudible dans un espace proche. En utilisant la conduction osseuse, Markus Kison, dans son installation *Touched Echo*⁹, transmet les sons des villes dévastées lors du bombardement de 1945 de la Seconde Guerre mondiale. Les participants peuvent sentir et écouter cette mémoire silencieuse et invisible en posant leurs coudes sur la balustrade de la Terrasse de Brühl à Dresde et en couvrant leurs oreilles. Plusieurs conducteurs sonores sur mesure montés sur la balustrade envoient des sons d'avions et de bombes explosant à travers les vibrations. Le dispositif fait revivre les atrocités de la Seconde Guerre mondiale dans un espace public qui reste cependant calme et silencieux à moins qu'on ne touche la balustrade. Les visiteurs de la Terrasse remontent dans le temps jusqu'à la nuit du terrible raid aérien qui a dévasté leur ville le 13 février 1945. Dans son rôle d'interprète, le visiteur s'imagine à la place des habitants terrorisés de Dresde qui durent eux aussi à l'époque couvrir leurs oreilles pour masquer le bruit horrible des explosions.

Vers des expériences multisensorielles

En s'inspirant de ces champs de recherches, *VitRails*¹⁰ cherche à créer une expérience multisensorielle, en intégrant le toucher et la conduction osseuse dans une œuvre de réalité mixte. *VitRails* est une installation qui utilise une interface thermo-chromique. L'utilisateur, en portant un casque de réalité virtuelle, s'immerge dans un monde sombre sans horizon ni lumière. La seule voie de sortie existe dans une autre dimension, dans le monde physique. Dans l'environnement de l'utilisateur, il y a un mur peint avec une couleur qui détecte l'activité thermique. Grâce au toucher et à la température, l'utilisateur peut laisser ses traces. Ces empreintes se transforment en trou de ver, changent l'horizon et ouvrent les portes à de nouvelles dimensions spatio-temporelles.

Le contact avec la surface lui permet aussi d'accéder aux vibrations qui sortent de ces mondes parallèles. En manipulant un conducteur osseux, il est invité soit à le pousser contre la surface thermique pour la faire vibrer et émettre du son, soit à l'appuyer sur son crâne afin de vivre une expérience plus personnelle et intime. Alors que la plupart des installations VR jouent avec la vision comme entrée principale, *VitRails* invite l'utilisateur à une

9. http://www.markuskison.de/touched_echo.html
(Consultation le 07/12/2018)

10. <https://www.media.mit.edu/projects/alterego/overview/>
(Consultation le 07/12/2018)

interaction multisensorielle afin d'enrichir les expériences de réalité mixte. À travers elle, l'utilisateur s'inscrit dans un continuum entre le monde réel et le monde virtuel.



Fig. 4 :
L'installation
Vitrails présentée à
Athens Digital Arts
Festival - ADAF
2018

Pour conclure, il apparaît qu'afin d'assurer une correcte transmission d'informations, les interactions entre l'Homme et la machine doivent être conçues en prenant en compte les capacités sensorielles et mnésiques du premier [16]. Au cours de ces dernières années, la rétroaction haptique a été intensément recherchée comme l'un des éléments très importants de l'interaction multimodale homme-machine. La rétroaction haptique joue un rôle indispensable dans d'innombrables scénarios utilisateur en raison de ses caractéristiques uniques ; parmi elles, la capacité de fournir des informations de manière non intrusive tout en excitant le sens cutané avec de riches sensations tactiles. Par conséquent, elle peut être efficacement utilisée pour déplacer l'attention de l'utilisateur de la périphérie jusqu'à son centre, et vice versa.

Dans cet article, nous avons exploré quelques expériences multisensorielles en prenant comme point de départ le sens du toucher. Les psychophysiques du toucher ne sont jusqu'à présent pas totalement explorées, et en même temps les recherches existantes traitent souvent le toucher comme une sensation simplement réceptive [18]. Pourtant, notre expérience quotidienne et artistique montre que la manipulation et l'exploration tactile se basent surtout sur le sentir actif, ainsi la compréhension de son mécanisme serait très bénéfique aux différents domaines de l'haptique, à l'interaction homme-machine en général et en particulier dans les arts.

- [1] Jones, C.A. et al. 2006, *Sensorium: embodied experience, technology, and contemporary art*. MIT press.
- [2] Zerner, H. 1976. Alois Riegl: Art, Value, and Historicism. *Daedalus*, 105(1), 177-188.
- [3] Deleuze, G. 1989, *Francis Bacon, Logique de la sensation*, éditions du Seuil.
- [4] Levine, E. et Touboul, P. 2015, *Le corps*. GF Flammarion.
- [5] Aristote, 1993, *De l'âme*, GF Flammarion.
- [6] Berkeley, G. 1991, *Des Principes de la connaissance humaine*, GF Flammarion.
- [7] Martinot, F. et al. 2005, *Stimulateurs tactiles: De l'Analyse au Design*, GTAS.
- [8] Descartes, 1966, *La Dioptrique*, GF Flammarion.
- [9] Lucrèce, 1997, *De la nature*, GF Flammarion.
- [10] Prescott, T.J. et al, 2011, *Active touch sensing*, *Phil. Trans. R. Soc. B* (2011) 366, 2989–2995.
- [11] Merleau-Ponty, M. 1945, *Phénoménologie de la perception*. Gallimard.
- [12] Varela, F. et al. 1993, *L'Inscription corporelle de l'esprit*, éditions du Seuil.
- [13] Gibson, J.J. 1962, *Observations on active touch*, *Psychol. Rev.*, vol. PR- 69, pp. 477–491.
- [14] Loomis, J. et Lederman, S. J. 1986, *Tactual Perception, Handbook of perception and human performance*, Boff, Kenneth R. (ed.), New York: John Wiley and Sons.
- [15] Challis, B., “Tactile Interaction”, *The Encyclopedia of Human Computer Interaction*, 2nd Edition, <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/tactile-interaction> (Consultation le 07/12/2018)
- [16] Appert, D. 2016, *Conception et évaluation de techniques d'interaction non visuelle optimisées pour de la transmission d'information. Interface homme-machine* [cs.HC]. Université de Toulouse.
- [17] Berthoz, A. 1998, *Le Sens du mouvement*, Odile Jacob.
- [18] Papetti, S. et al, 2017, *Vibrotactile Sensitivity in Active Touch: Effect of Pressing Force*, *IEEE transactions on haptics*, Vol 10, No. 1.

Temps
et
mémoire
de
l'art numérique

Heure Heure Minute Minute

L'animation au service d'une écriture de l'instant

Alice Suret-Canal
PHD, Lab. AI-AC, équipe INREV.

Chu-Yin Chen
Professeure, Université Paris 8

La série de courtes animations *Heure Heure Minute Minute* est le résultat d'un travail de recherche et création mené depuis 2017 au sein de l'équipe INREV, et a été l'objet principal d'une thèse, soutenue en juin 2018. Cet article se propose de revenir sur les solutions qui ont été envisagées durant le développement de cette série pour mettre les principes esthétiques de l'animation au service de la retranscription d'un instant. Nous y exposerons en particulier l'influence que d'autres médiums artistiques, de la photographie à la poésie, a pu avoir dans la construction esthétique de ce travail et dans la production de chacun de ces « instantanés animés ».

Résumé



The series of short animations Hour Hour Minute Minute is the result of a research and creation work conducted since 2017 within the INREV team, and was the main subject of a thesis, recently defended, in June 2018. This article aims at describing the solutions that were considered during the development of this series in order to put the aesthetic principles of animation at the service of the rendition of a moment. We will expose in particular the influence that other artistic mediums, from photography to poetry, may have had in the aesthetic construction of this work and in the production of each of these “animated snapshots”.

Introduction

Depuis 2017, la série d'animation *Heure Heure Minute Minute* (ou *HH:MM*) nourrit mon travail de recherche et création au sein de l'équipe Image Numérique et Réalité Virtuelle (INREV). Elle consiste en une collection de courts métrages d'animation contemplatifs et de très courte durée dont chacun témoigne d'un lieu, d'une scène de vie quotidienne ou d'un moment suspendu. J'explore dans ce travail les possibilités qui sont offertes en animation pour exprimer une sensation temporelle. Au cours du temps, la série a évolué et chaque nouvelle séquence fut l'occasion d'essayer des formes et des formats différents. Si les premières d'entre elles consistaient en des plans uniques d'une durée qui ne dépassait que rarement les 30 secondes, d'autres, plus longues, sont issues d'un montage. Ces différences de durée et de structure m'ont amenées à considérer plusieurs angles pour aborder la question de l'expression du temps et de l'instantanéité. La structure de la boucle, par exemple, m'a souvent permis de me défaire de toute tentation narrative complexe et de me concentrer sur des moyens figuratifs et rythmiques pour traiter l'expression de l'instant. D'autre part, ce sont parfois des contraintes de montage, comme dans *le Haïku #1, rêve de mai* et *Haïku #2, réveil*, films de 30 secondes construits en trois plans de même durée, qui m'ont permis d'aborder l'instant vécu. Ces deux dernières animations sont, comme leur titre l'indique, des adaptations de la célèbre forme poétique traditionnelle japonaise.

Si la série *Heure Heure Minute Minute* a été l'occasion d'expérimenter formellement et de jouer, au hasard d'essais et de trouvailles, sur les possibilités expressives du format très court et sur le minimalisme de l'animation, c'est qu'elle s'inspire d'un ensemble de références esthétiques qui n'appartiennent pas directement au cinéma, penchant tantôt du côté du médium photographique à travers la notion de cliché instantané, tantôt du côté de la poésie. Cet article se propose de décrire les solutions qui ont été envisagées, au cours de ma dernière année de thèse de recherche et création, pour évoquer poétiquement l'instant et l'instantanéité en animation, et d'exposer l'influence que d'autres médiums artistiques, de la photographie à la poésie, a pu jouer dans la construction esthétique de ce travail.

L'Instantanéité, exposé de la notion

C'est autour d'une réflexion sur l'écriture de l'instant et en particulier autour de la notion d'instantanéité que s'est structuré mon travail plastique. L'instantanéité caractérise « ce qui ne dure qu'un (très) petit espace de temps » [1]. Appliqué en particulier à la photographie, l'adjectif « instantané » qualifie les images qui sont obtenues par un temps très court d'ouverture du diaphragme. Ainsi, une photographie instantanée, en restituant visuellement un petit intervalle de durée, produit « une découpe » minimale de temps. La résonance poétique de cette notion est liée au contraste produit entre brièveté et pérennité : un cliché photographique isole un moment bref, et par définition éphémère, pour le soumettre à une forme d'éternité, celle de l'image. L'instantané photographique porte en lui à la fois la brièveté évanescence du mouvement et la durabilité propre à l'immobile. Ce qui m'intéresse, c'est d'explorer cette zone paradoxale entre éphémère et éternel, mais aussi entre finitude — cliché et photogramme sont des fragments isolés d'un espace et d'une durée — et continuité — l'animation reconstitue une durée par la succession rapide d'images.

L'instant, de la photographie à l'illustration

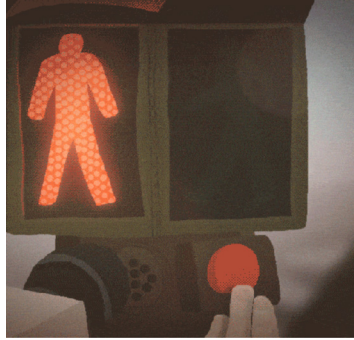


Fig 1. Flou de profondeur de champ, vignetage et léger halo de lens flare dans HH:MM « rouge piéton ».

C'est la photographie¹ qui a inspirée mon intérêt pour la notion d'instantanéité. Si, esthétiquement, les *HH:MM* ne peuvent être qualifiées d'images photoréalistes, ils jouent sur la sémantique de la photographie et du film. Outre certains effets visuels comme le flou (focus/défocus, flou de profondeur de champ, effet bokeh, etc.), le vignetage ou divers effets de lumière (*lens flare*, fuite de lumière dans l'objectif, etc.) que j'emploie en référence à l'esthétique photographique (Fig 1), le titre ou le ratio de l'image jouent un rôle important à cet égard. Certaines séquences, comme les *HH:MM* « *11h, le 21 mai* » et « *22h, le 23 novembre* » (Fig 3), sont « horodatées » par leur titre qui fixe, pour ainsi dire, la date de leur « prise de vue ». Le ratio carré, ensuite, vise lui aussi à faire référence à la photographie instantanée : les *Heure Heure Minute Minute* sont pensés comme des *Polaroids* animés (Fig 2). Une majorité des séquences issues de cette série est d'ailleurs exportée en GIF sans la bande son et *uploadée* sur Giphy. Le choix de recourir à ce format d'exportation a été fait pour rappeler le système de référence de la photographie instantanée : le GIF, format de diffusion de prédilection de l'animation courte sur internet, est d'une certaine façon le support vigneté de l'image numérique, comme l'est le *Polaroid* pour la photographie argentique ; ce format d'échange d'image numérique — comme son nom l'indique, puisque GIF est l'acronyme de *Graphics Interchange Format* — bien qu'il soit aujourd'hui dépassé et bien plus lourd que d'autres formats vidéo, a gagné un certain aura. Les motifs, trames et artefacts de compression le rendent aussitôt reconnaissable et sont un terrain d'expérimentation esthétique, comme peuvent l'être les imperfections de développement d'un *Polaroid* (Fig 2).

1. Selon la définition qu'a donnée Louis K. Meisel, dans les années 80, du photoréalisme, les artistes doivent notamment, pour être répertoriés dans ce courant artistique : « utilis[er] la caméra et la photographie pour recueillir des informations [...] utilis[er] un moyen mécanique ou semi-mécanique pour transférer les informations sur la toile [...]

avoir la capacité technique de donner à son travail un fini photographique » [2]. Ni la technique employée dans les *HH:MM*, pour lesquels je n'utilise pas de support photographique, ni leur rendu esthétique, ne rentrent donc dans cette définition.



Fig 2. Comparaison entre une photographie Polaroid prise à Paris en novembre 2011 et le HH:MM « Avec vue ». Le format carré et la palette de couleur ont été choisis en référence à ce type de photographie.

Cette série s'inspire de deux pôles d'usage de la photographie ; d'un côté celui de l'esthétique de l'instantané telle que l'a pratiquée la photographie d'art en particulier au 20^{ème} siècle — pensons aux *Polaroids* de Warhol — et d'un autre celle de l'esthétique photographique des publications sur les réseaux sociaux. L'application *Instagram*², par exemple, a fait de la pratique de la publication en « temps réel », en tout lieu et à tout moment, sa marque de fabrique. Dans l'héritage direct des technologies photographiques instantanées, Instagram invite ses utilisateurs à prendre avec leur smartphones des photos « dans le monde réel, en temps réel », pour citer le communiqué de presse de Kevin Systrom, le co-fondateur de ce réseau social [3]. Le choix d'utiliser le format carré dans ma série d'animation *Heure Heure Minute Minute*, ainsi que celui d'avoir préféré la collection de séquences courtes à la forme du court métrage narratif, est lié à ce système de référence : du Polaroid à la publication photographique ou aux courtes vidéos type *Vine* ou *Story* sur *Instagram*.

En contrepartie, le recours à une animation en 2D assez stylisée permet de mettre en place un système esthétique qui distancie ces images du photoréalisme. Si elles conservent néanmoins une certaine fraternité avec le réalisme³, c'est par l'importance que tient, dans ce travail, la description des détails infimes et discrets de la vie. Les prises de son brutes, enregistrées au gré de mes ballades et de mon quotidien, contribuent notamment

2. <https://www.instagram.com/>, <https://fr.wikipedia.org/wiki/Instagram>.

3. Ce terme est ici employé en référence aux courants artistiques réalistes du XIX^e siècle, en peinture ou en littérature et aux théories développées par Gustave Courbet, Honoré de Balzac, ou Émile Zola [4].

à souligner l'aspect documentaire et autobiographique de ces animations, qui sont par ailleurs sujettes à la fantaisie et visent, à terme, non à la reproduction d'un événement réel, mais à la composition d'un instant purement imaginaire.

Entre illustration et animation, un régime temporel hybride

Le point de départ du processus de création de la série *Heure Heure Minute Minute* a été de trouver un moyen pour produire le plus simplement et naturellement possible des images animées. La méthode choisie très rapidement, et adoptée pour la suite, fut de concevoir l'illustration définitive dans un logiciel de dessin, de découper les plans et objets en mouvement pour les animer ensuite comme du papier découpé par animation interpolée dans un logiciel de composition⁴. Je n'ai eu recours que rarement à l'animation dite « traditionnelle », image par image, ce qui m'a permis non seulement d'aller assez vite pour réaliser chaque séquence, mais encore d'obtenir un mouvement fluide, léger et discret, qui ne tremble pas.

Des illustrations en mouvement

En fait, ces « instants animés » tiennent davantage de l'illustration en mouvement que de l'animation à proprement parler. Pas d'action, mais une mobilité parfois proche de la stase : des branches lentement soufflées par le vent, un rayon de soleil qui augmente et décroît, comme dans *11h, le 21 mai* (Fig 3). Les premières séquences *Heure Heure Minute Minute* répondaient à une production très minimale : un seul plan, peu de mouvement, pas de bande son.

Parmi les courtes vidéos ou animations qui circulent sur internet (souvent au format GIF), certaines explorent les zones intermédiaires entre mouvement et immobilité. C'est le cas des cinémagraphes, ces photographies ou capture d'un film dans lesquels seul un détail de l'image est laissé en mouvement, généralement répétitif. L'effet repose notamment sur le contraste entre une figure humaine immobile et un élément inerte, comme de l'eau, une fumée, du feu, ou des cheveux⁵, qui demeure animé. L'impression d'étrangeté provient d'un renversement dans l'ordre des choses : le vivant

4. J'utilise Photoshop pour l'illustration et *After Effects* pour la composition et l'animation.

5. Voir les exemples de cinémagraphes sur Giphy : <https://giphy.com/search/cinmagraph>

apparaît tout à coup statique, comme paralysé, face à un non-vivant qui, à l'inverse, est en mouvement. La sensation temporelle qui se dégage de ces vidéos est très singulière. Elles donnent à voir une stase mobile où le mouvement frôle perpétuellement l'arrêt sans jamais l'atteindre. La boucle joue en cela un rôle important ; l'aspect répétitif et cyclique du mouvement souligne l'artifice de la séquence et renforce son aspect hypnotique.

Le HH:MM « *Large Disaster Small Disaster* », dans lequel on voit une bouteille de vin se répandre au sol, est très proche d'un cinémagraphe (Fig 4). L'écoulement du liquide se produit de façon répétitive, du fait de la lecture en boucle, alors qu'on ne voit jamais la bouteille en train de tomber. L'étrangeté de cette séquence vient donc du fait qu'une réaction physique est montrée en faisant abstraction de l'action qui l'a causée (en principe, dans un plan semblable, on aurait plutôt découvert le liquide déjà à moitié écoulé, laissant entendre que la bouteille était tombée peu avant). L'isolement de ce détail de mouvement, qui est représenté dans son intégralité alors que la bouteille n'est vue qu'à l'arrêt, brise la chaîne temporelle logique. Le vin qui s'écoule est comme un orphelin, seul soumis au temps qui passe dans un environnement atemporel.



Fig 4. Trois images issues du HH:MM « *Large disaster, small disaster* » ; l'écoulement du vin est le seul élément animé.

La série *Heure Heure Minute Minute* est sous-titrée « une collection d'instantanés approximatifs »⁶. Ainsi, bien que chacune des séquences renvoie à un événement réel, c'est-à-dire que l'animation trouve son inspiration d'origine dans un moment vécu et autobiographique, l'authenticité de cet « instantané » est aussitôt dénaturée par le processus de représentation et d'animation, qui joue à brouiller la ligne temporelle. Les frontières de l'instantané deviennent approximatives⁶. L'animation, qui procède non par prélèvement automatique de clichés, comme le cinéma filmé, mais par la

6. Ce sous-titre apparaît par exemple dans la description des vidéos sur ma chaîne vimeo (<https://vimeo.com/asurecanale>), ou dans la

présentation générale de ma chaîne Giphy (<https://giphy.com/alcanale/>).

création de chacune des images clés, donne un contrôle total sur le mouvement qui apparaît à l'image et pousse loin la possibilité d'expérimentation sur l'impression temporelle transmise.

Le rôle de la boucle dans le régime temporel des *Heure Heure Minute Minute*

Le temps est une expérience complexe de la conscience. La psychologie empirique, expliquent Jacques Aumont et Michel Marie dans leur *Dictionnaire théorique et critique du cinéma*, distingue quatre modes d'expérience temporelle :

«Le présent, fondé sur la mémoire immédiate et l'appréhension des intervalles temporels brefs ; la durée, expérience normale du temps qui passe, impliquant la mémoire à long terme ; la perspective temporelle, ou « expérience du futur », déterminée socialement et culturellement ; enfin la différenciation entre simultanéité et succession.» Jacques Aumont et Michel Marie [5]

Le cinéma, « l'art de sculpter le temps » disait le cinéaste Andreï Tarkovski [6], est le médium artistique par excellence pour parcourir et hybrider ces différents modes d'expérience temporelle. Le rapport privilégié qui existe entre le cinéma et la représentation du temps est d'abord lié au principe technique sur lequel repose ce dernier. L'échantillonnage, qui consiste à suggérer la continuité du mouvement en prélevant des clichés à intervalle régulier (24 clichés par seconde pour la norme standard) offre une solution pour reconstituer une durée. Ensuite, les divers outils dont il dispose, le cadrage, le montage, mais aussi certains effets temporels (jeux de ralenti ou d'accélération), permettent d'organiser les relations entre les différents blocs de durée pour construire une expérience temporelle inédite.

Les *Heure Heure Minute Minute* explorent, comme d'autres formes filmiques courtes et/ou expérimentales, des voies cinématographiques alternatives pour brouiller les modes d'expérience temporelle. Par exemple, là où le cinéma narratif classique procède par le montage, par un système de mise en rapport entre différents blocs temporels, la plupart des *HH:MM* sont des films à plan unique et fixe⁷. C'est donc la structure bouclée qui sert à rapporter l'instant à la durée, le temps court au long terme. Il survient une forme d'indifférenciation entre ce qui est de l'ordre du simultané et ce qui est de l'ordre de la succession temporelle (Fig 5). La fin se confond avec

7. C'est le cas des *HH:MM* « *Rouge piéton* », « *Direction Nation* », « *Usine, nuages* », « *Avec vue* », « *Danse aléatoire* » ou « *Petit vert* » (<https://vimeo.com/asuretcanale>).

le début et la linéarité laisse place à une évolution perpétuelle et cyclique, comme un pendule de Newton dont la conservation cinétique serait infinie. La structure de la boucle permet de construire un objet visuel particulier que l'on pourrait appeler un « instantané durable », hybride, du point de vue de l'impression temporelle qui s'en dégage, entre la photographie et le film.

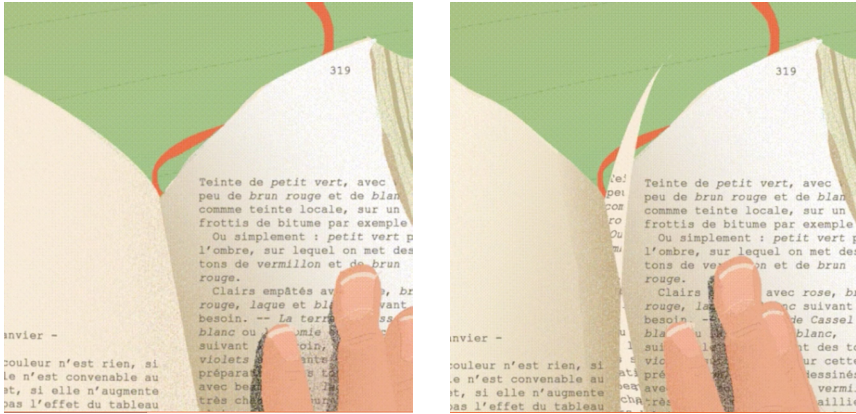


Fig 5. Dans HH:MM « petit vert », la main feuillette un livre qui révèle éternellement la même page.

Le *Haïku* et l'écriture de l'instant

Depuis mai 2018, je me suis intéressée à un autre médium qui me semblait mettre en œuvre des solutions efficaces pour transmettre une impression temporelle et composer une écriture de l'instant. Quittant la photographie pour la poésie, j'ai exploré la célèbre forme poétique traditionnelle d'origine japonaise : le *haïku*.

Le *haïku* est un petit poème court sur trois vers. Traditionnellement composé en dix-sept syllabes décomposées en trois temps (cinq syllabes pour le premier vers, sept pour le second et cinq pour le dernier), il est aujourd'hui plus libre. *Haïku* # 1, « *Rêve de mai* » et *Haïku* # 2, « *Réveil* », qui poursuivent l'intention de la série *Heure Heure Minute Minute*, adaptent en animation les principes d'expression de cette forme poétique. D'abord, ces deux films de trente secondes empruntent la structure en trois temps des poèmes japonais, par leur construction en trois plans fixes, lents et contemplatifs, dans la lignée de l'atmosphère des *HH:MM*. Ensuite, ils adoptent la tonalité poétique du *haïku* traditionnel : la naturalité, le sentiment paisible

qu'ils transmettent, le tout communiqué par un acte minimal d'expression. « Le haïku est bref, mais il n'est pas fini, il n'est pas fermé », expliquait Roland Barthes dans *La préparation du roman* [7]. Le haïku, en effet, est ouvert. En premier lieu, il est ouvert car il joue sur les atouts du langage poétique, qui, par l'utilisation d'expressions brèves et syncopées, a la capacité de transmettre davantage que ce qu'il énonce, de suggérer une idée, tout en portant en lui toutes les clés pour la comprendre. Ensuite, l'ouverture du haïku est liée à une autre règle qui rentre dans sa composition traditionnelle. Il doit en effet comporter obligatoirement un mot-saison (*kigo*), un mot qui soit ou bien directement le nom de la saison (printemps, été, etc.), ou bien un terme qui y fasse référence (la chaleur, la pluie, les arbres en fleurs, etc.) [7]. L'inclusion de la métaphore saisonnière ouvre le vers sur le monde, sur la nature et sa temporalité. Dans le *HH:MM* « *Rêve de mai* » (Fig 6), c'est la branche de cerisier en fleur, élément iconique de la poésie japonaise, qui fait office de « mot-saison » et d'ouverture ; les pétales qu'elle dissémine du premier au troisième plan font le lien entre le sol et le ciel, entre la société des hommes et la nature. Du pétale au tract de grève, un rêve se dessine, hommage à mai 68 et à ce qui, quelques 50 années plus tard, se passait en 2018 dans nos universités. L'écriture de l'instant se tisse dans un rapprochement entre le temps cyclique et naturel des saisons et le temps historique, politique et social.



Fig 6. Les trois plans du Haïku #1 « rêve de mai ». Les pétales disséminés par la branche de cerisier en fleurs font le lien, du premier au troisième plan, entre le sol et le ciel, entre la société des hommes et la nature.

Conclusion

L'expression de l'instant, de la photographie au haïku, est intrinsèquement liée à l'idée de réalité vécue : « Ça a été », « Ça a eu lieu » disait Roland Barthes [7][8]. La série animée *Heure Heure Minute Minute* a été construite sur cette inspiration.

La publication photographique, comme le haïku au Japon, a une fonction sociale importante. Elle contribue à organiser et à construire la réalité du groupe social dont elle dépend en déterminant ce qui est digne d'intérêt et ce qui ne l'est pas, et en régissant la découpe de l'espace et du temps : « [...] indui[re] un effet de réel, par une division du réel. » disait Barthes [7]. À l'heure des *smartphones* et de l'ultra-connexion en ligne, à l'heure d'Instagram et de *Snapchat*, cette écriture de l'instant dévoile plus que jamais sa portée : notre existence est rythmée, en temps réel, par nos images, nos vidéos, nos story personnelles, publiées sur les réseaux sociaux.

L'enjeu des *Heure Heure Minute Minute* était de prendre cette pratique à contrepied. D'un instant à l'autre, d'un fragment à l'autre, il s'agissait, à travers cette collection, de produire une découpe alternative qui m'est propre, et de construire, par son intermédiaire, une réalité imaginaire. Les instants approximatifs de cette série invitent à aborder la création dans une posture d'attention et de patience, comme un vecteur possible de la réappropriation du temps. Il s'agit par là de remplacer « l'éternité de la non importance », expression tirée de *La société du spectacle* de Guy Debord [9], par une expression temporelle qui appelle au contraire à la résistance contre la dynamique entropique du temps réel, ce « bruit blanc » qui nous entoure et nous menace, celui dans lequel des applications comme Facebook ou Instagram nous invitent à nous noyer, publication après publication, image après image, cliché après cliché.

[1] « Article INSTANTANÉITÉ ». Trésor de la Langue Française Informatisé. Consulté le 25 mai 2018. <http://www.cnrtl.fr/definition/instantan%C3%A9it%C3%A9>.

[2] Meisel, Louis K. *Photo-Realism*. New York: H.N. Abrams, 1980.

[3] Systrom, Kevin. Communiqué de presse, 2013. Cité par Manovich, Lev. *Instagram and Contemporary Image*, publication en ligne, 2017. <http://manovich.net/index.php/projects/instagram-and-contemporary-image>

[4] <Source anonymisée>

[5] Aumont, Jacques, et Marie, Michel. « Le temps comme expérience », *Dictionnaire théorique et critique du cinéma* - 3e éd. Armand Colin, 2016.

[6] Tarkovski, Andreï. *Le temps scellé: de « L'enfance d'Ivan » au « Sacrifice »*. Traduit par Anne Kichilov. Paris: Cahiers du cinéma, 1995.

[7] Barthes, Roland. *La préparation du roman: cours au Collège de France 1978-1979 et 1979-1980*. Édité par Nathalie Léger et Éric Marty. Nouvelle édition. Paris: Éditions du Seuil, 2015.

[8] Barthes, Roland. *La chambre claire: note sur la photographie*. Cahiers du cinéma Gallimard. Paris: Gallimard, 1980.

[9] Debord, Guy. *La société du spectacle*. Collection Folio 2788. Paris: Gallimard, 2008.

La déconstruction technique au service de la recréation d'une expérience de jeu : *Le cas du jeu vidéo FFZ*

Le cas du jeu vidéo FFZ

Piers Bishop

Doctorant, Lab. AI-AC, équipe INREV.

Se plaçant dans une démarche de technical artist, cet article vise à partager une expérience de création personnelle. Nous mettrons ainsi en valeur une méthodologie de création basée sur une expérience mêlant mes profils de joueur et de créateur, par le biais de *FFZ*, une création qui cherche à reproduire, d'un point de vue technique, certains aspects de *Final Fantasy VII* dans le but d'en recapturer l'atmosphère.

Set in the creative process of a technical artist, this article is a way for me to share a personal creative experience. We will see how if is possible to link both the gamer and the creator inside of me, through the creative process of FFZ, a project that aims at recreating certain technical aspects of Final Fantasy VII in order to recapture its atmosphere.

Résumé

Abstract

Introduction

Un acte créatif émerge souvent d'une passion du créateur ; d'une passion pour ce qu'il crée, pour ce qu'il peut créer, et pour ce qui l'inspire dans son processus de création. Pour moi comme pour beaucoup d'autres, cette passion c'est les jeux vidéo. La majorité de mes créations en tirent leurs inspirations, plus ou moins directement, et c'est dans un but de tisser un lien plus étroit avec les jeux vidéo que j'en crée, considérant l'acte de création comme plus intime encore que l'acte, pourtant très fort, d'y jouer.

Il ne sera pas question dans cet article d'approche théorique du sujet, pourtant bien vaste, du rôle de l'artiste en tant que spectateur de sa propre œuvre, ni du potentiel affectif et empathique des jeux vidéo. Cet article relate plutôt une expérience de création de jeu vidéo qui m'est propre, en cela qu'elle met en parallèle mon processus créatif à mon ressenti non pas d'artiste mais de joueur.

Pour ce projet j'ai voulu recréer une expérience de jeu précise, avec une approche similaire à celle du demake¹. Cette recreation se fait par une déconstruction technique de l'expérience de jeu choisie, mêlée à un certain degré d'adaptation artistique plus libre. Le but est de déterminer si cette déconstruction technique et cette reproduction fidèle permettent à elles seules de reproduire l'expérience de jeu choisie initialement.



Fig. 1 - Secteur 5 et secteur 7 des taudis de Midgar, *Final Fantasy VII* (1997)

1. L à où un *remake* est la mise à jour d'un jeu vidéo, cherchant à reproduire l'expérience avec des technologies plus poussées et à jour, un *demake* cherche à reproduire un jeu avec des technologies aujourd'hui dépassées. Issu de la vague de retrogaming, il s'agit généralement de projets de fans

Contexte : le modèle FFFVII

J'ai choisi pour ce projet l'expérience de jeu que procurent les premières heures du jeu vidéo *Final Fantasy VII*, plus précisément lorsque le joueur explore les taudis de la ville de Midgar et rentre dans l'univers du jeu. Malgré la richesse et la variété des environnements que propose le jeu, ce sont ces taudis qui ressortent pour moi comme étant un des lieux-clé du jeu, de son histoire, de son ambiance, et de l'expérience qu'il propose.

Mon ressenti face à cette section du jeu est un mélange à la fois d'angoisse, due à l'ambiance retranscrite par les environnements et par la musique emblématique de Nobuo Uematsu, mais aussi de magie et d'excitation par la découverte d'un nouveau monde et d'une histoire retranscrite par les cinématiques et dialogues du jeu. A cela se mêle un étrange sentiment de nostalgie : comme le regret d'un temps où tout était plus simple. En effet, c'est bien ce ressenti que j'ai eu lorsque j'ai joué à ce jeu pour la première fois, et qui est toujours présent lorsque je rejoue aujourd'hui : le sentiment que la solution à tous les problèmes que l'on rencontre est simplement de sauver le monde, il n'y a qu'à avancer dans le jeu pour que tout s'arrange.

Déconstruction technique

Dans *Final Fantasy VII*, les décors ne sont pas vraiment en 3D. En tout cas, ils ne sont pas calculés en temps réel par la machine : les décors sont réalisés à l'avance et, pour économiser les ressources de la PlayStation, première console de diffusion du jeu, ils sont affichés sur des images situées à différents niveaux de profondeur afin de permettre aux personnages de passer derrière certains éléments du décor. Lorsque le jeu n'était que sur PlaySta-



Fig. 2 - *Final Fantasy VII* sur PS1 (1997). Le rendu des personnages est pixelisé à cause de la résolution native de la console.



Fig. 3 - *Final Fantasy VII* sur PC (2012). Les textures du fond apparaissent comme floutées pour éviter d'avoir des pixels trop apparents sur des écrans à haute résolution.

tion, le subterfuge ne se voyait pas tellement, les images étaient calculées de telle manière à ce qu'elles correspondent à la résolution de la console. Mais lorsque le jeu eut droit à un portage sur PC ou PS3 en version haute définition, les images des décors sont restées les mêmes, et seuls les personnages (calculés en temps réel) étaient en haute résolution : la conséquence principale est que l'astuce employée pour les décors se voit davantage.

Cet aspect pixelisé n'est peut-être pas une volonté de l'œuvre originale, qui ne faisait que s'adapter à la résolution proposée par la console, mais est quelque chose qui, pour moi, fait partie intégrante du charme du jeu, et est autant un symbole de son esthétique *rétro* que le sont les pixels d'un jeu 8-bit.

Nous l'avons vu, les personnages sont rendus en temps réel. Pour cela, ils ont un rendu *low-poly*, c'est-à-dire qu'ils ne sont constitués que d'un nombre limité de triangles pour les créer en trois dimensions (afin d'économiser des ressources, entre autres). Et plutôt que d'être liés à un squelette d'animation — comme il sera coutume plus tard — ils sont assemblés depuis plusieurs formes, correspondant chacune à une zone articulée. Ces éléments ne comportent pas de textures et ne sont colorés qu'avec des couleurs unies avec des dégradés, qui démarquent les volumes et ne réagissent pas à la lumière. Des textures sont employées pour afficher des détails spécifiques, notamment sur les visages.



Figure 4 - Personnages de *Final Fantasy VII*.

Cet esthétique spécifique aux personnages est elle aussi très précieuse pour retranscrire l'ambiance de *Final Fantasy VII* : la volonté derrière était certainement de garder le style employé pour les *sprites*² des personnages dans

2. Dans un jeu vidéo, un *sprite* est une image, ou un fragment d'image, dont le but est de servir à une plus grande composition sans en faire partie initialement. Typiquement, dans un jeu en 2D,

un personnage qui se déplace sur le décor est constitué d'un *sprite*, et sert à composer la scène plus large que le joueur perçoit.

les précédents jeux de la série (Figure 6). Les couleurs unies étaient probablement dues à une maîtrise encore limitée des capacités de la PlayStation³, mais servent aussi beaucoup à la lecture de l'image sur une résolution aussi réduite.



Fig. 5 - Résolution originale de *Final Fantasy VII*.

Dès les jeux suivants, ce style fut abandonné pour faire place à des personnages aux proportions plus réalistes, complètement texturés : ce style de personnage n'est visible que dans cet opus, et il est donc important pour moi de le reproduire. On observera cependant une autre approche, plus récente, pour recréer en 3D cet esthétique des sprites, emblématique des six premiers opus de la série (Figure 7).



Fig. 6 - Sprites originaux de *Final Fantasy VI* (1994).



Fig. 7 - Remake sur NDS de *Final Fantasy IV* (2007).

Une conséquence principale de la contrainte d'avoir des décors précalculés affichés sur des plans dans *Final Fantasy VII* est que le point de vue de la caméra du jeu ne peut être changé : le décor est prévu pour être vu d'un point très précis. Malgré ça, la contrainte poussant à la créativité, le jeu

3. D'autres épisodes de la série, sur la même console, amélioreront plus tard les techniques de rendu.

offre de vastes tableaux dans lesquels naviguer : notamment dans les zones urbaines ou certains donjons⁴ du jeu. *Final Fantasy VII* prévoit donc de vastes images englobant tout son environnement, et la caméra du jeu est posée de telle manière à ce que son point de vue et sa perspective corresponde avec l'image du décor. Lorsque le personnage se déplace et que la vue du jeu le suit, ce n'est pas tellement la caméra du jeu qui se déplace, mais plutôt la vue générale de la scène qui est recadrée, et ce cadrage plus étroit suit la position du joueur.



Fig. 8 - Vue générale et vue dans le jeu d'un bâtiment dans *Final Fantasy VII*.

Cet effet, présent dans *Final Fantasy VII*, ainsi que les épisodes *VIII* et *IX*, ainsi que certains environnements de l'épisode *X*, donne l'impression d'avoir une caméra qui glisse le long du tableau plutôt que d'un véritable déplacement de cette caméra dans une scène en trois dimensions. L'effet est très proche de celui qui était présent dans les jeux en deux dimensions de la série, où chaque ville et donjon était également constitué d'un tableau à part. Ce déplacement du cadre et le parallèle qui peut être dressé avec la période 2D de la série évoque fortement cette période de transition entre les jeux complètement en 2D et ceux complètement en 3D, très représentative d'une certaine période dans l'histoire des jeux vidéo (notamment lors de la période de commercialisation de la PlayStation).

4. D'autres épisodes de la série, sur la même console, amélioreront plus tard les techniques de rendu. En termes de jeux vidéo et de jeux de rôle, un donjon désigne habituellement un espace de jeu (un niveau ou ensemble de niveaux) qui se démarque des espaces habituels du jeu où le joueur navigue (routes, villes, carte du monde, etc.) par une très forte densité d'ennemis et de trésors. Il pourrait s'agir d'une forêt, d'une grotte,

d'un temple, d'une centrale électrique, d'une base militaire, ou encore d'un château fort. Un donjon est hostile au joueur, et celui-ci doit y naviguer afin d'atteindre un objectif. Un obstacle de taille ou une épreuve conséquente marque habituellement la fin du donjon, souvent sous la forme d'un combat contre un ennemi beaucoup plus puissant que ceux qui figurent dans le reste de la structure.

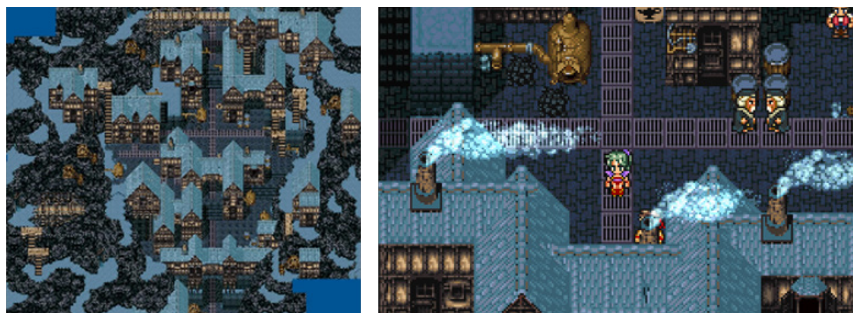


Fig. 9 - Vue générale et vue dans le jeu d'une ville dans *Final Fantasy VI*.

Recréation d'une expérience artistique

Cherchant à reproduire cet effet visuel, je me suis demandé comment le reproduire avec des outils actuels, mais avec une contrainte supplémentaire : afin d'avoir un processus de création plus flexible, il fallait que tout soit calculé en temps réel depuis une scène 3D, y compris (et surtout) l'environnement. Je tenais cependant à garder les personnages dans un style différent de celui du décor, et tenter d'obtenir autant que possible un rendu et une ambiance similaire à *Final Fantasy VII*.

Mon outil de travail habituel, le logiciel Unity 3D, permet de prendre l'image vue par une caméra de la scène et de la calculer à la résolution souhaitée, même si différente de la résolution à laquelle le jeu est lancé. Cet outil présent dans le logiciel est habituellement utilisé pour afficher sur une surface de la scène ce que voit une caméra virtuelle, et est notamment employé pour créer des systèmes de caméras de surveillance, des miroirs, ou encore des portails qui s'ouvrent vers un autre lieu. J'ai détourné cette fonctionnalité afin de calculer le visuel de la caméra du jeu à la résolution d'un rendu de PlayStation, à savoir 320 pixels de large sur 240 de haut. Ceci me permet d'afficher cette image pixelisée sur un écran de n'importe quelle résolution.

Mais le plus important est le mouvement très spécifique du cadrage sur la vue de la caméra, évoqué plus tôt. Si la caméra se déplace dans la scène en 3D, l'effet est absolument perdu, et devient plus proche de celui des jeux où l'environnement était calculé en temps réel (mais avec un rendu visuel anachronique, beaucoup plus élaboré que ce qui était possible à l'époque). Afin de recréer cet effet, la caméra de la scène calcule donc une image plus grande que l'écran, et seul un segment de 320x240 pixels de l'image sera visible à la fois : c'est cette image totale qui va se déplacer pour suivre le joueur, et non la caméra elle-même.

Un premier prototype technique fut réalisé, et posa le nom du projet : *FFZ*, choisi pour correspondre à l'acronyme habituel des *Final Fantasy*, et pour la similitude entre la lettre "Z" et le chiffre "7", aussi bien dans l'allure que la sonorité (dans la langue française, tout du moins).



Fig. 10 - Vue générale et vue dans le jeu de la scène prototype de *FFZ*.

Avant d'aller plus loin, je vais également mentionner ici que j'ai utilisé pour l'ambiance sonore une musique de fond tirée du jeu *Final Fantasy VI : The Mines Of Narshhe*. L'œuvre est également de Nobuo Uematsu et, ayant joué à l'épisode VI après le VII⁵, j'ai toujours trouvé ce thème très proche de ceux des taudis de Midgar : il exprime le même sentiment à la fois d'oppression et d'angoisse d'une part, et de mystère et d'intrigue d'autre part.

Pour la réalisation de ce prototype, la majorité des critères essentiels au ressenti-cible de *Final Fantasy VII* sont présents, mais le rendu n'est pas parfait. La résolution à laquelle le jeu est affiché et le déplacement de la vue tel que décrit précédemment participent beaucoup à l'impression de jouer à un jeu inspiré de *Final Fantasy VII* (et de fait, c'est bien ce dont il s'agit), mais certains détails ne trompent pas et évitent de nous y méprendre. Lorsque j'ai réalisé ce prototype initialement, j'étais satisfait de mon résultat imparfait, estimant que c'était une bonne expérimentation, et suis passé à d'autres projets, notant dans un coin de ma tête les choses qu'il faudrait changer ou améliorer pour une prochaine version.

C'est durant les recherches menées pour ma thèse, et plus précisément pour cet article, que je me suis mis à vouloir pousser plus loin ce projet, et améliorer ce qui ne me convenait pas dans sa version précédente.

Les premières choses que j'ai tenu à changer concernaient des détails de

5. Les jeux de la série des *Final Fantasy* ne suivent pas chronologiquement, et l'histoire d'un jeu n'aura rien à voir avec celle d'un autre. La série est liée par d'autres points communs : des

univers proches, des thématiques récurrentes, des types d'ennemis et de donjons fréquemment réemployés, et des mécaniques de jeu souvent similaires.

rendu graphique. Dans le prototype, le décor étant calculé en temps réel et le personnage aussi. Or, les deux subissaient le même traitement d'image. Ainsi, tel que nous avons analysé le rendu graphique de *Final Fantasy VII*, les personnages sont rendus en temps réel et ont des contours extrêmement pixélisés, alors que les décors ont un rendu plus doux et anti-aliasé⁶. Il m'a fallu trouver une solution pour avoir un rendu où le décor subirait un anti-aliasing et non les personnages.



Fig. 11 - Détail du décor de *FFZ* avec un rendu normal (gauche) et anti-aliasé (droite).

La solution fut d'avoir deux caméras dans la scène calculant séparément le décor (anti-aliasé), et les personnages (sans anticrénelage). Mais ces deux rendus ne suffisent pas : car si je me contente de placer le rendu des personnages par dessus le rendu du décor, le joueur ne pouvant pas passer derrière certaines zones du décor qui sont prévues à cet effet. Une troisième caméra

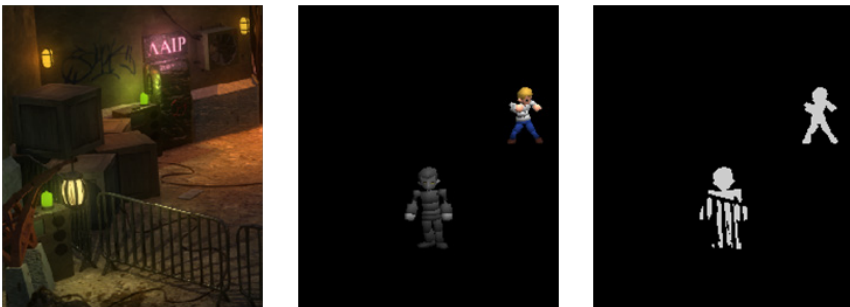


Fig. 12 - Détail d'un écran de *FFZ*, et les trois calculs nécessaires à son affichage.

6. L'anti aliasing (ou anticrénelage) est une méthode qui permet d'éviter d'avoir des contours trop crénelés, ou "en escalier", autour des objets lors du calcul d'une image de synthèse, malgré une même résolution d'image. Il s'applique sur l'intégralité de l'image calculée.

fut nécessaire pour calculer la scène sous des conditions très particulières : affichant le décor en noir et les personnages en blanc (et le tout sans antirénelage). Cette troisième image sert de masque⁷ afin de calculer quelles zones des personnages doivent être dissimulées par les éléments du décor.



Fig. 13 - Détail d'un écran de FFZ : rendu final.

J'en ai également profité pour enlever les ombres que projetaient les personnages sur le décor : bien que ce fût une différence avec *Final Fantasy VII* qui me plaisait dans le prototype, insérant davantage les personnages au sein du décor, j'ai préféré l'enlever afin d'être plus fidèle à ma référence et au contraste qui y est présent entre les personnages et leur environnement.

Au-delà de s'être vus retirer leurs ombres, les personnages ont même été intégralement refaits pour reprendre au plus proche le style original. Les proportions sont très proches, et ils sont à présent composés de plusieurs morceaux qui s'articulent les uns autour des autres. Comme il fut évoqué plus tôt, les personnages de *Final Fantasy VII* ne reçoivent aucune information de lumière, utilisant un *shader*⁸ sans éclairage mais indiquant quand même le volume, et coloriés en *vertex color*⁹ (chose observable par les dégradés présents sur certains monstres du jeu). Je n'ai pas utilisé de *vertex color* pour mes personnages, car les dégradés ne sont que rarement présents sur ceux-ci dans *Final Fantasy VII*, mais différents matériaux ont été employés pour avoir différentes couleurs sur chaque personnage. Ces

7. En infographie, un masque est une image en noir et blanc qui permet de "découper" une image et d'en laisser paraître une autre au travers.

8. Un *shader* détermine la manière par laquelle une surface d'un objet 3D se comporte visuellement. C'est lui qui détermine si l'objet doit avoir des reflets, ou du relief, par exemple.

9. Les *vertex colors* permettent, depuis un logiciel de modélisation 3D, d'assigner des valeurs colorimétriques directement à un point du maillage, pour y enregistrer certaines informations, par exemple. Lorsque deux points côte-à-côte dans le maillage n'ont pas la même valeur de couleur, un dégradé d'une teinte à l'autre apparaît entre ces deux points.

matériaux emploient un shader du type *matcap*¹⁰ pour distinguer les volumes employés sans pour autant les éclairer véritablement. Les textures des visages sont également affichées sans éclairage.



Fig. 14 - Un personnage de FFZ, vue détaillée et vue dans le jeu.

Un travail plus approfondi sur le décor a également été réalisé. Bien que comportant une composition similaire, la scène a été agrandie, et ne nombreux détails ont été ajoutés. Des espaces ont également été aménagés pour faire place à des personnages non-joueurs. Une première ébauche du décor fut réalisée, mais quelque chose ne me plaisait pas, ne correspondait toujours pas à l'atmosphère que je cherchais. C'est en comparant mon rendu à des visuels de *Final Fantasy VII* que je me suis rendu compte que les scènes des taudis de Midgar ne sont pas éclairées par le soleil, mais uniquement avec des lumières électriques¹¹, donnant même l'impression qu'il fait tout



Fig. 15 - Nouveau décor de FFZ, et décor du secteur 5 des taudis de Midgar de Final Fantasy VII.

10. Un shader en *matcap* (*Material Capture*) est un shader qui ne se soucie pas d'informations de lumière, mais permet malgré tout de souligner un volume. Il fonctionne en calculant l'orientation de la surface par rapport à la caméra, et en procédant à un mapping sur une texture 2D représentant une sphère (représentant ainsi toutes les orientations possibles) pour savoir quelle information appliquer.

11. Dans *Final Fantasy VII*, les taudis se situent sous une énorme plaque de métal recouvrant toute la partie basse de la ville, créant une distinction physique entre la classe haute et le bas peuple de Midgar.

le temps nuit. Cette ambiance nocturne du jeu participe grandement à son esthétique angoissante et poétique.

Un autre détail, moins flagrant au premier abord, mais également important, est que dans *Final Fantasy VII*, la très grande majorité des environnements sont vus davantage en plongée que dans ma composition actuelle. Dans le jeu original, l'idée est de permettre au joueur d'explorer un plus vaste tableau sans pour autant perdre le personnage de vue ou nuire à la lisibilité du jeu. Une des conséquences de cette décision est que le joueur ne voit jamais au-dessus des bâtiments de son environnement. De fait, le ciel n'est jamais visible dans la ville de Midgar¹², alors qu'il l'est tout à fait dans ma composition. J'ai donc remplacé l'intense lumière du soleil par de nombreuses lumières ponctuelles dans la scène, jouant avec différentes couleurs d'ambiance avant de me pencher vers des tons essentiellement rosés et oranges. Malgré les teintes bleu-turquoise omniprésentes dans Midgar dans le jeu original¹³, elles sont loin de l'être dans d'autres sections du jeu, et j'ai préféré opter pour ces teintes plus chaudes. Pour résoudre le problème du ciel sans revoir intégralement la composition, j'ai opté pour deux solutions : rajouter une immense structure dans le fond, évoquant celle visible dans *Final Fantasy VII*, et assombrir le peu du ciel qui était encore visible.



Fig. 16 - Décor du secteur 7 des taudis de Midgar de *Final Fantasy VII*, et décor final de *FFZ*.

Finalement, un dernier élément fut mis en place pour cette version de *FFZ*. Il s'agit d'un système d'affichage de dialogue, qui permet d'interagir avec

12. Faisant même le sujet d'une conversation entre les protagonistes lorsqu'ils quittent la ville dans un des passages de l'histoire, puisqu'il s'agit de la première fois que l'une des membres du groupe sort de Midgar et voit le ciel.

13. Ces couleurs sont associées à l'énergie mako, produite par la société fictive ShinRa, qui fait figure d'antagonistes pour une bonne partie du jeu. La dominance parfois excessive de cette couleur montre à quel point la ShinRa est présente dans toute la société et à tous les niveaux de vie.

les personnages non-joueurs (PNJ) et de voir ce qu'ils ont à dire. Maintenant qu'il est plongé dans l'ambiance établie par les visuels du jeu et la musique sélectionnée (qui reste la même que sur le prototype), le joueur peut à présent découvrir par ces dialogues le contexte du monde qu'il explore : dévoilant ainsi une société tendue, et souvent hostile envers le personnage incarné, révélant au passage la nature robotique de ce dernier. Les fenêtres de dialogue s'affichant par-dessus le jeu calculé à une (fausse) résolution spécifique, il fallait cependant s'assurer que les graphismes et la police employés soient agencés de manière à correspondre à cette résolution.

Conclusion

FFZ propose à ce jour un rendu et une interaction de base qui évoquent très fortement Final Fantasy VII, mais il est encore loin d'être parfait dans son processus de recréer l'expérience de jeu désirée, et plusieurs améliorations se font encore désirer. Lorsque j'ai repris le prototype, l'idée était de créer plusieurs décors et de pouvoir effectuer des transitions de l'un à l'autre afin de découvrir un monde plus vaste et une histoire plus approfondie. J'avais également envie de créer plusieurs personnages bien distincts les uns des autres au lieu de réemployer le même plusieurs fois et de simplement en changer les couleurs : cela aurait permis notamment de distinguer plus facilement le fait que le personnage joué soit un robot (alors qu'ici il reprend le même modèle que les autres, et est simplement colorié en gris). D'autres améliorations plus subtiles seraient ensuite envisageables : comme réaliser moi-même les animations employées, car la finesse de certaines de celles que j'utilise les rend trop élaborées pour le style graphique recherché.

Il faudrait également que j'utilise des musiques réalisées expressément pour ce projet afin d'éviter d'avoir à recourir à d'autres morceaux du compositeur : que ce soit (idéalement) par moi-même en apprenant à réaliser des compositions musicales, ou alors (plus probablement) en faisant appel à quelqu'un qui possède déjà ces compétences. Ces deux options me permettraient de m'affranchir, notamment, d'un souci de droits d'utilisation de la piste composée par Nobuo Uematsu, qui complique la diffusion de FFZ. La réflexion sur la musique ne s'arrête cependant pas là : car si on observe les deux options évoquées précédemment, faire appel à quelqu'un pour composer une musique adaptée résout ce problème de légalité, mais ne me laisse pas plus de maîtrise dans la création de l'ambiance sonore du jeu, tout aussi importante (et parfois plus) que l'ambiance graphique. Mais composer moi-même une musique adaptée me demanderait beaucoup de

compétences que je ne possède simplement pas, et leur apprentissage me semble être trop chronophage pour en valoir la peine : le temps que j'y consacrerai serait du temps où je ne pourrais pas créer avec les outils que je maîtrise déjà. De plus, la démarche pour ce projet était davantage celle d'une analyse et déconstruction technique, dans le but d'observer si une recreation fidèle de cette esthétique suffit à retranscrire la même ambiance, mais il n'y a rien de technique à reproduire concernant la bande son : dans le jeu original, comme dans la vaste majorité des jeux vidéo, la musique ambiante est une piste composée séparément et simplement jouée par-dessus la scène.

Néanmoins je ne peux découvrir *FFZ* en y jouant de la même manière que je découvre un jeu vidéo inconnu, car j'ai réalisé moi-même son contenu : les environnements, les ambiances, et l'histoire. Une solution envisageable serait de réaliser certains de ces éléments de manière générative, afin d'avoir une histoire et des décors différents à chaque partie. Cependant, *FFZ* étant d'abord une tentative de recréer graphiquement un jeu semblable à *Final Fantasy VII*, cet aspect centré sur la découverte sera donc réservé pour des créations futures.



Fig. 18 - Capture d'écran de FFZ.

Références

Les formes expressives de la mémoire au sein du processus créatif en art numérique

Laetitia Perez

Doctorante, Lab. AI-AC, équipe INREV.

Laetitia.r.perez@orange.fr

Chu-Yin Chen

Professeure, Université Paris 8

Les représentations de la mémoire exprimées prennent forme par le corps qui les produit. À partir d'une étude sur les formes de représentations de la mémoire, nous traiterons des représentations en métamémoire. Et plus particulièrement celle du processus créatif à partir d'un corpus en art numérique. Permettant d'aborder une double incarnation et expression de la mémoire : tant par le témoignage d'artistes, que par leurs œuvres.

Representations of memory expressed take shape by the body that produces them. From a study on the forms of representations of the memory, we will analyze representations in metamemory. More particularly we will analyze metamemory of the creative process, from a corpus in digital art. Allowing approaching a double incarnation and expression of the memory: as much by the testimony of artists as by their works.

Résumé

Abstract

Introduction

Dans la Grèce antique, Mnémosyne était la déesse de la mémoire. De sa relation avec Zeus naquirent les Muses [1]. Ainsi, depuis l'antiquité, les arts ne peuvent être pensés séparément de la mémoire. Elle en est la source, et le processus créatif en est l'expression, tant dans les œuvres réalisées, que dans le récit qui en est fait. La mémoire au sein du processus créatif est à la fois son passé et son avenir. Elle le nourrit de son expérience, permettant l'imagination, la création et l'anticipation. Néanmoins, la mémoire au sein du processus créatif est aussi la mémoire du processus créatif lui-même. Elle nous permet son ressouvenir, et d'en remonter le temps, afin de retrouver les gestes et le vécu d'un instant de création.

Mener une recherche-crédation sur le rôle de la mémoire au sein du processus créatif en art numérique, m'a conduit à en analyser ses phases, mettant en lumière toutes les formes de mémoire qui y interviennent (des neurosciences à la poétique). Comme la mémoire procédurale qui intervient dans la maîtrise technique des outils de création, ou la mémoire visuelle qui est mobilisée tant pour exprimer le réel qui pour s'en défaire, ou encore la mémoire sémantique qui permet d'ancrer une démarche artistique dans son contexte socioculturel (pour ne citer que trois exemples). Ces recherches m'ont amené à dépasser la question du simple fonctionnement de la mémoire et de son rôle au cours du processus de création. Ce socle permet d'aborder l'expression de la mémoire elle-même, ce qui touche au domaine des sciences humaines et sociales de la mémoire et plus particulièrement ici, de l'histoire de la mémoire [2]. Soit, comment les artistes font actes de mémoire lorsqu'ils s'expriment sur leurs processus créatif. Et comment les œuvres peuvent exprimer le rôle de la mémoire dans le processus créatif, à travers l'expression du processus créatif lui-même. Ce qui, par ailleurs, rejoint plus précisément mes questionnements plastiques.

Des recherches, qu'il semblait intéressant de mettre en résonances avec la vision d'autres artistes-chercheurs. Ceux-ci étant plus particulièrement amenés à réfléchir sur leur processus créatif, qui est la base de leurs recherches [3]. Elles ont abouti à la construction d'un répertoire de fictions sur leur métamémoire [4], du rôle de la mémoire au sein du processus créatif en art numérique, et réalisé suite à la mise en place d'entretiens.

Cet article est pensé comme l'instantané d'une recherche-crédation. Permettant à la fois de revenir sur cette expérience et d'en définir la méthodologie, tout en l'ancrant au cœur d'un domaine de référence. Dans un premier temps, nous aborderons les productions sur la mémoire du point de vue

de leurs formes et de leurs matérialités, ce qui inscrit cette recherche dans le champ disciplinaire de l'histoire de la mémoire [2]. Nous explorerons ensuite la façon dont ces productions peuvent être expressives [5] et notamment celles de la métamémoire. Enfin, nous détaillerons les entretiens (mises en place et analyses), qui participent eux même à la recherche plastique menée sur l'expression de la mémoire et du processus créatif par toutes leurs traces archivistiques et leurs expressions narratives, matérielles et subjectives, à travers le discours des artistes et de leurs œuvres.

De la représentation à l'expression de la mémoire

La mémoire est ce qui permet de construire l'histoire (individuelle ou collective), elle a été analysée tant du point de vue de son fonctionnement (dans le cerveau, ou dans la société), que pour son contenu narratif, ou encore par ses matérialisations symboliques, tel que les monuments de mémoire [6]. Ce qui a conduit l'histoire de la mémoire à la penser du point de vue de ses traces [7], soit des productions matérielles qu'elle produit. Ce qui n'est pas la mémoire interne à l'homme, mais bien ce qui est produit pour la définir, la raconter. Nous pouvons définir deux grands types de productions de la mémoire. D'un côté, ces productions symboliques qui sont des objets préexistants, que les hommes imprègnent de significations historiques à vocation mémorielle : un objet est érigé en symbole de la mémoire. De l'autre, des productions émises directement par le corps de l'homme. Il sera question ici de cette mémoire incarnée inscrite pas le corps lui-même.

Formes de représentation de la mémoire

Nous allons déployer les différentes formes de représentation que prennent les productions de la mémoire (chacune nécessiterait un développement plus long, dont il ne sera pas question ici). Par forme de représentation nous entendons le mode de langage d'expression choisi : littéraire, graphique etc. Leur forme conceptuelle et non leur mode d'apparition (une forme littéraire pouvant apparaître sous format audio). Nous confronterons autant que possible les productions scientifiques aux productions artistiques.

Représentation graphique de la mémoire

Les recherches sur le fonctionnement de la mémoire font appel à l'imagerie cérébrale, et les cartographies du cerveau, qui sont des productions qui

pourrait être qualifiées de plastiques car elle donne une représentation graphique de la mémoire (Fig.1).

Mais, il existe aussi des formes de représentations symboliques de la mémoire, tel que les peintures allégoriques représentant la déesse de la mémoire, dont la « Mnémosyne » de Dante Gabriel Rossetti (1875/1881) (Fig.2). Ou encore, des représentations graphiques visant à exprimer la mémoire personnelle de l'artiste, on pense par exemple aux dessins automatiques des surréalistes.

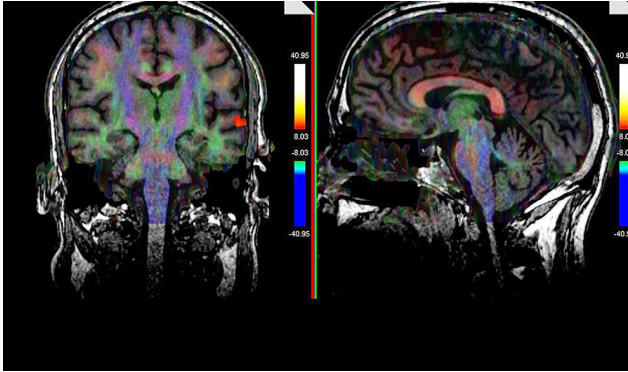


Fig 1. Coupes IRM d'un cerveau écoutant de la musique et traversant les zones dédiées à la mémoire

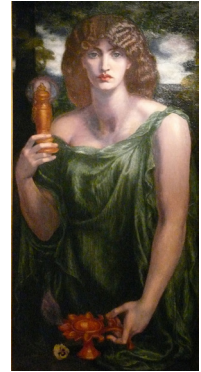


Fig 2. Dante Gabriel Rossetti, Mnemosyne, oil on canvas, 126.4 cm × 61 cm, 1875–1881, Delaware Art Museum

Représentation statistique de la mémoire

Les recherches sur la mémoire menées sur des groupes d'individus, afin d'en mesurer les performances mnésiques, tendent à produire des données brutes, qui sont ensuite analysées dans le but de faire ressortir des moyennes et des tableaux. Ils produisent ainsi des formes de représentations statistiques de la mémoire.

Représentation littéraire de la mémoire

La forme littéraire est bien sûr la plus importante, de l'antiquité à nos jours, la mémoire étant un sujet fortement débattu. Nous pouvons ainsi trouver des productions purement scientifiques traitant des mécanismes et fonctionnement de la mémoire, en neuroscience par exemple. Des productions philosophiques (de Platon à nos jours). Mais aussi des productions historiques replaçant les recherches sur la mémoire dans le temps.

Les formes littéraires des productions de mémoire permettent aussi de questionner la relation entre mémoire, récit, histoire et fiction (par Paul Ricœur entre autre) [8]. Ce qui nous conduit aux productions narratives de la mémoire, comme les Journaux ou Mémoires, dont l'un des plus important représentant est Henri-Frédéric Amiel au 19^e siècle (Fig.3). Les auto-fictions [9] sont des productions un peu particulières, car elles s'inspirent de la mémoire personnelle de l'auteur (structures ou contenus) pour créer une œuvre de fiction, tel que Proust dans sa Recherche, dont on peut voir ci-dessous un extrait du manuscrit (Fig.4).

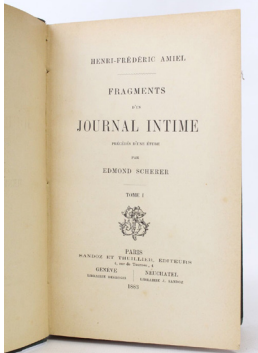


Fig 3. Henri-Frédéric Amiel, *Journal*.

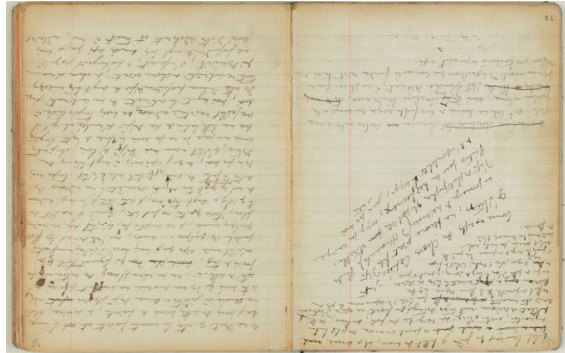


Fig 4. Marcel Proust, À LA RECHERCHE DU TEMPS PERDU II, Manuscrits autographes Fonds Marcel Proust.

Représentation de la mémoire par le témoignage

Le témoignage est proche de la forme littéraire. Néanmoins, de nombreuses différences les opposent. Si la forme littéraire est construite dans un langage écrit, le témoignage est le plus souvent oral (audio, vidéo ou retranscription). L'oralité produit un langage à la structure différente et dont chaque intonation, bruit ou pause du locuteur font partie intégrale du document. Parmi les recueils de témoignages sur la mémoire qui ont marqué l'histoire contemporaine, nous pouvons citer le film « Shoah » de Claude Lanzmann.

Représentation modélisée de la mémoire

À l'heure des neurosciences et de l'informatique, de nombreuses représentations modélisées de la mémoire ont été produites. L'un des modèle français le plus important, questionnant le fonctionnement de la mémoire, étant

1. Francis Eustache et Béatrice Desgranges, dans *Les chemins de la mémoire*, définissent le modèle Mnésis comme étant le fruit de recherches et de collaboration avec Turing.

le modèle Mnésis de Francis Eustache (Inserm)[10] et son équipe, et directement inspiré des travaux d'Endel Tulving (Fig 5). Ce modèle divise la mémoire en 5 systèmes¹. Cinq systèmes de mémoire impliquant des réseaux neuronaux distincts bien qu'interconnectés :

- La mémoire de travail (à court terme) est au cœur du réseau.
- La mémoire sémantique (mémoire des connaissances acquises) et la mémoire épisodique (mémoire du vécu) sont deux systèmes de représentation consciente à long terme.
- La mémoire procédurale (mémoire des acquis techniques) permet des automatismes inconscients.
- La mémoire perceptive est liée aux sens.

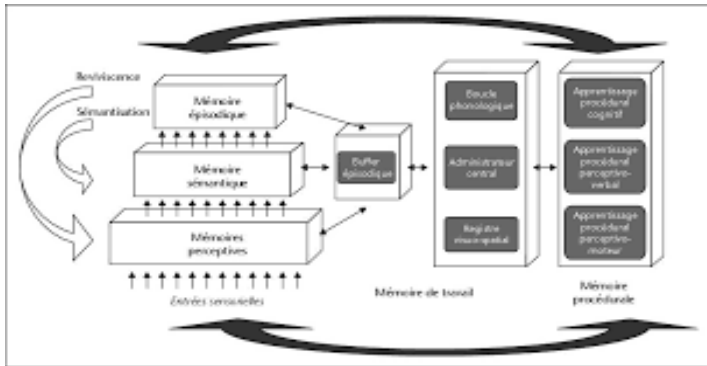


Fig 5, *Modèle Mnésis (modèle Néostuctural InterSystémique)*, Eustache F, Desgranges B, Inserm, 2008

Représentation archivistique de la mémoire

Du point de vue des recherches historiques, on considère parfois la mémoire comme une trace physique de l'histoire. Celle-ci s'incarne dans les archives, qui se divisent sous plusieurs supports : des documents écrits aux documents audiovisuels. Pierre Nora a d'ailleurs étudié les lieux de mémoire [6], ceux-ci étant pris comme des archives monumentales ou personnifiées du passé et de sa mémoire.

Du côté de l'art, de nombreux artistes ont questionné la mémoire à travers de ses traces et ses archives, nous pouvons notamment citer les recherches de Soko Phay-Vakalis à travers les Ateliers de la mémoire².

2. Soko Phay-Vakalis, EXPOSITION. Cambodge, l'atelier de la mémoire, du 10 avril au 4 mai 2013, À Columbia Maison française et à Italian

Academy for Advanced Studies. URL : <http://www.cirem.org/wp-content/uploads/2015/06/Pages-de-ArtAbsPostmemoire-soko.pdf>

Représentation en réseau de la mémoire

D'un autre côté, la mémoire peut être analysée dans son aspect collectif, afin de comprendre comment l'histoire d'un groupe ou d'une société construit les mémoires (ou histoire personnelles) des individus qui le composent. L'un des plus important représentant de ces recherches étant Maurice Halbwachs [11]. Dans ses théories tous nos souvenirs sont reliés et structurés par les cadres de la mémoire imposés par la société. De ce point de vue nous pouvons classer ce type de représentations de la mémoire comme étant une mémoire en réseau, dans laquelle une mémoire principale alimente et relie toutes les autres (Fig 6).

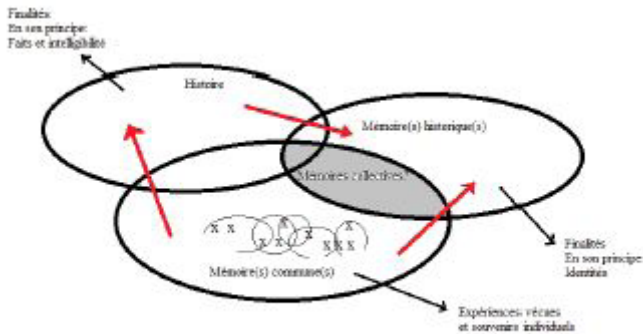


Fig 6, Marie-Claire Lavabre, *La "mémoire collective" entre sociologie de la mémoire et sociologie des souvenirs?*. 2016.

Représentation artificielle de la mémoire

Depuis l'antiquité sont élaborés des systèmes de mémoire, nommés déjà à l'époque « mémoire artificielle », et qui étaient ce qu'on a longtemps appelé les Arts de mémoire, soit la mnémotechnie. La figure 7 présente une technique de mnémotechnie datant du 19e et développée par Alcide Louis Allévy, qui s'appuie sur la méthode des lieux pour spatialiser les données à apprendre, sur la paume de sa main. Aujourd'hui la recherche en informatique poursuit dans cette direction : des systèmes de stockage à l'intelligence artificielle. Ce qui pourrait s'apparenter à un support additionnel de la mémoire dans le premier cas, et la reproduction informatique de son fonctionnement, dans le second cas.

Expression de la mémoire

Les recherches sur la mémoire développent des productions adoptant de multiples formes, donnant d'elle des représentations plastiques tout aussi

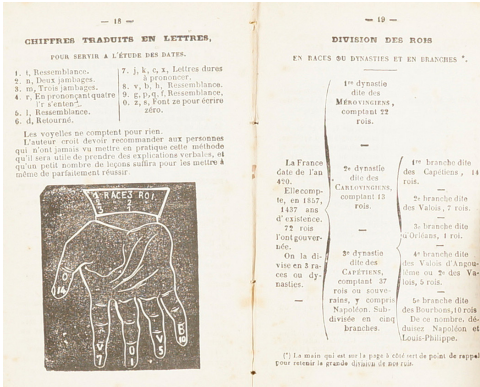


Fig 7, Alcide Louis Allévy, Histoire de France Alléysée, 1870

variées. Ces ensembles de représentations de la mémoire nous permettent de la considérer du point de vue de sa nature expressive.

Ce passage à la matière implique une production, qu'il s'agisse de la production d'un savoir, d'un récit, d'une archive ou encore d'un modèle. Cette incarnation passe par l'intermédiaire d'un corps (celui d'un artiste par exemple) [12] qui lui donne du sens et lui transmet alors une charge expressive. Ainsi, la représentation de cette mémoire incarnée est chargée des points de vues subjectifs de la personne qui les produits. Elle se charge de tout un bagage narratif.

Cette mémoire matérialisée peut se diviser en deux grandes catégories d'expression. D'un côté on cherche à construire le récit du passé (l'histoire collective ou individuelle) grâce aux traces de la mémoire : par les archives, qui sont des instantanés figés d'un passé qu'on cherche à remettre en mouvement par la narration ; et par l'intermédiaire d'autres ouvrages de réflexions. D'autre part, on peut chercher à exprimer le mécanisme des mouvements de la mémoire, son processus étant inscrit dans le mouvement du temps (fonctionnement dans le cerveau etc.). Ainsi, on tente d'exprimer soit les contenus de cette mémoire, soit les structures de son dynamisme. D'autre part, ces formes d'expression de la mémoire peuvent être émises en 3ème personne, comme des récits narratifs (qu'ils soient factuels ou fictionnels), à partir de l'histoire en général ou de notre passé personnel. Ainsi qu'en 1ère personne lors du revécu des souvenirs, comme si l'action revécue se passait au présent (lors d'entretien d'explicitation par exemple).

Si nous prenons du recule, nous pouvons accéder à un autre niveau d'expression de la mémoire, en se focalisant sur la mémoire que l'on a du fonctionnement de sa propre mémoire. C'est le domaine de la métamémoire (le récit qu'on se fait du fonctionnement a de sa propre mémoire [4]) théorisée

par Anne-Pascale Le Berre et Francis Eustache à partir des recherches de J.H. Flavell sur la métacognition. La métamémoire a la particularité d'être focalisée sur soi-même, sans pour autant produire de discours en 1^{ère} personne, puisqu'il ne s'agit pas de revivre un moment passé, mais de comprendre comment sa mémoire a fonctionné à ce moment. Néanmoins, pour construire une analyse en métamémoire, le revécu en 1^{ère} personne d'un moment choisi peut être incontournable, sans pour autant constituer sa forme d'expression principale. La métamémoire étant une analyse, elle donne naissance à un discours construit et analytique (littéraire ou oral) en 3^{ème} personne, qui est le produit de différentes formes d'expression intermédiaires. Les entretiens, dont il sera question, en sont la phase préliminaire. Ils auront pour objet la métamémoire du processus créatif des artistes-chercheurs en art numérique, comme étant l'expression de leur vision personnelle et individuelle, du fonctionnement de leur mémoire, au cours de leur processus créatif.

Les entretiens

Les entretiens menés sont la phase préliminaire de l'analyse de la métamémoire du processus créatif. Cette phase permet de récolter un matériel d'expression littéraire narratif et fictionnel (en 3^{ème} personne) que les artistes forment concernant le fonctionnement de leur mémoire pendant le processus créatif. Un matériel qui représente la mémoire par la forme orale déclarative (ce qui est plus propice à obtenir des fictions, ou points de vue subjectifs) et qui sera ensuite inscrit sous forme analytique rédigée.

« D'une façon générale, tout récit qui raconte ce-qui-se-passe (ou ce qui s'est passé) institue du réel, dans la mesure où il se donne pour la représentation d'une réalité (passée). Il tire son autorité de se faire passer pour le témoin de ce qui est, ou de ce qui a été. [...] Pourtant le 'réel' représenté ne correspond pas au réel qui détermine sa production. Il cache, derrière la figuration d'un passé, le présent qui l'organise. » Michel de Certeau [13]

La pertinence du choix de la fiction comme objet d'étude n'est plus à faire, elle a été théorisée tant du côté de l'histoire par Paul Ricœur [14], que du côté de la philosophie par Jacques Rancière [15].

Le corpus

Les entretiens prennent place dans le temps initial de la recherche, au cours duquel il s'agissait d'établir les bases d'une analyse de la métamémoire du

processus créatif. Dans ce sens, un corpus de doctorants et docteurs du corpus ATI / INRéV a donc été privilégié ; ayant déjà été abordé sous un autre angle au cours de la participation au projet Art numérique et postérité³. L'analyse qui suit s'appuiera sur deux de ces entretiens.

Les questions

Le processus globale des entretiens, la mise en place des questions et leurs analyses, a été construit en résonance avec le manuel de Florence Descamps, *L'historien, l'archiviste et le magnétophone : intégration des sources orales et témoignages dans la recherche* [16], dont l'orientation méthodologique semblait le mieux correspondre à la recherche menée. Le contenu des questions est le fruit d'une recherche pratique sur le fonctionnement et le déroulé du processus créatif, qui fut réalisée et nourrie par la participation au projet Art numérique et postérité. Projet durant lequel nous avons cherché à le décrire par la mise en place d'enquêtes et d'entretiens (entretiens menés avec les artistes Marie-Hélène Tramus, Michel Bret et Florent Aziosmanoff).

La trame de ces entretiens n'a volontairement pas été transmise en avance aux artistes-chercheurs. Des réponses instantanées ont été privilégiées, puisque les entretiens devaient prendre place devant une œuvre en situation d'exposition, et ne porter directement que sur cette œuvre ; bien qu'indirectement tout le processus créatif de l'artiste soit convoqué. La plupart des entretiens ont été menés lors de la Semaine des arts 2018 de l'Université Paris 8⁴ et lors de l'Exposition RectoVRso du festival Laval Virtual 2018⁵, ainsi que dans les locaux de la Recherche de Paris 8.

Le réseau de questions, indicatif, sur lequel s'appuyaient tous les entretiens, était le suivant :

1. Une présentation de leur œuvre en situation de médiation (de préférence pendant une exposition de l'œuvre), pour être au plus proche des œuvres, favorisant un discours plus direct et moins narratif.
2. Un zoom sur leur processus créatif. Ce qui demande un retour en arrière, ainsi qu'un plongeon dans l'œuvre, et met en place un discours narratif.
3. Le public en général, peut-il ressentir le processus créatif de l'œuvre, à travers elle ?
4. Le mot 'mémoire' fait-il sens dans les recherches de

4. La Semaine des Art de l'Université Paris 8 a lieu tous les 2 ans, au sein de l'université.

5. RectoVRso était l'exposition d'art de réalité virtuelle 2018, du Festival Laval Virtual qui a lieu tous les ans à Laval, en Mayenne.

l'artiste?

5. Comment l'artiste imagine-t-il le rôle de sa mémoire au sein du processus créatif de cette œuvre? Il s'agit ici de questionner leur métamémoire de leur processus créatif, ou leur fiction.

6. Le public en général peut-t-il ressentir le rôle de la mémoire de l'artiste au sein son processus créatif, à travers l'œuvre?

Ordre et contenu des questions

Les questions ont été pensées suivant la méthodologie de l'entretien semi-directif, qui propose l'établissement d'une grille d'entretien, mais dans laquelle la personne interviewée est libre de circuler et d'approfondir comme elle veut. Les questions ont également été pensées à partir de la méthode du récit de carrière (adaptation du récit de vie), puisque dans un premier temps les personnes sont invitées à revenir en détail sur le processus créatif de l'œuvre en question, comme ils le feraient d'une expérience professionnelle (en entreprise).

Une écoute attentive est mise en place pendant l'entretien, car l'aspect non directif permet de rebondir sur des expressions citées par la personne, afin de lui faire aller plus loin. Cette particularité, d'amener la parole en rebondissant sur des mots d'action, et non en forçant les idées par des questions trop directives, est influencée par la technique des entretiens explicitation⁶.

Objectif des questions

L'objectif de ces entretiens n'était pas tant de révéler une vérité sur le processus créatif et le rôle de la mémoire des interviewés, mais de comprendre leur vision. Afin de mettre à jour des fictions cohérentes, et à terme d'en relever leurs structures (leur forme d'expression). Tout en permettant les mettre en parallèle avec ce qui se ressent et s'exprime plastiquement, de la mémoire et du processus créatif, à travers l'œuvre.

Dans un premier temps, revenir sur la médiation des œuvres permet aux interviewés de s'y replonger plus profondément, afin qu'ils puissent répondre à aux questions plus précises qui suivent. Les premières questions, sur le processus créatif, doivent permettre de reprendre le cours chronologique de la réalisation de l'œuvre et de laisser la possibilité à l'artiste de détailler ce qui lui semble important. Ces questions permettent d'avoir des réponses

6. Ateliers d'entretiens d'explicitations menés par Professeur Chu-Yin Chen (INReV, Lab. AI-AC).

plus justes à celles concernant le rôle de leur mémoire pendant la réalisation de l'œuvre. Les dernières questions étant relatives à la valeur expressive de leur mémoire et de leur processus créatif à travers leurs œuvres physiques.

Analyses des entretiens

A la suite des entretiens, plusieurs interventions sur leur contenu ont été entreprises. Dans un premier temps, un travail de retranscription. Afin de confronter les entretiens entre eux, ce que ne permettent pas les enregistrements seuls. Ensuite, les entretiens ont fait l'objet de plusieurs niveaux d'analyses.

Analyse linéaire

Dans un premier temps ont été entrepris une « prise de note résumé » [16] qui permet d'avoir accès rapidement aux informations les plus importantes, puis un « condensé d'entretien », qui permet de répartir des réponses en fonction d'une grille. Cette grille reprend la structure linéaire et chronologique des matrices des entretiens, tout en commençant un premier tri des réponses (qui parfois lors de l'entretien ne sont pas aussi ordonnées).

1. La chronologie ou l'historique du processus créatif.
2. Le détail des démarches techniques et recherches, qui constituent le processus créatif.
3. Les références citées.
4. Sa fiction sur son processus créatif, ou sa méta analyse.
5. Sa fiction sur le rôle de la mémoire dans son processus créatif, ou sa méta-analyse.
6. Peut-on ressentir le processus créatif mis en place dans ton œuvre lorsqu'on est face à elle ?
7. Est-ce qu'on peut ressentir l'action de la mémoire sur ton processus créatif lorsqu'on est face à l'œuvre (par des traces ou structures de composition) ?

Cette analyse linéaire permet de se rendre compte des particularités de chaque réponse et de les confronter aux autres.

Approche analytique

L'approche analytique [16] permet de classer les informations de manière plus thématique, de les reformuler et de trouver des premiers points d'analyse, des premiers constats, ce qui a été mené de front avec une analyse comparative.

Pour exemple, prenons les entretiens des artistes A et B :

L'artiste A a produit un entretien qui n'a pas vraiment donné de réponse sur les questions concernant la médiation, certainement parce que son œuvre n'était pas interactive et ne nécessitait pas d'explication sur son fonctionnement. L'artiste est passé presque directement au récit de son intention et de son processus créatif.

Le même entretien a montré une grande importance pour l'historique de son processus créatif et pour les références artistiques et culturelles, en revanche peu de détails ont été donnés sur la manière de fabrication de l'œuvre et les techniques employées.

En revanche, l'œuvre de l'artiste B a nécessité une médiation, qui fut suivi du détail du processus créatif. Comparativement à l'artiste A, B a mêlé historique du processus créatif et manipulations des techniques employées, ainsi que de la condition mentale de l'apparition de ses idées et de ses avancées techniques.

L'artiste A a démontré un intérêt pour la mémoire visuelle dans ses questionnements personnels, car A estime que c'est une mémoire qui lui fait un peu défaut. Sa démarche tend à saisir l'instant de la capture d'un moment, et de son illustration. Ainsi qu'un intérêt pour les mémoires procédurales et sémantiques.

L'artiste B ne démontre pas directement un questionnement personnel sur la mémoire, néanmoins il met en évidence que la mémoire est la présent de la construction de l'imagination. Et ses analyses de l'intuition tendent à aller dans ce sens. On aurait donc un rapport indirect à la mémoire, mais bien présent.

L'artiste A opine que les visiteurs doivent pouvoir ressentir l'action de son processus créatif, retranscription d'instantanés éphémères. Mais il n'est pas sûr que le rôle de la mémoire soit visible dans les œuvres elles-mêmes. Néanmoins, si c'était le cas il s'agirait de la mémoire visuelle. B de son côté estime que son processus créatif se ressent à travers son œuvre par la volonté de calme et d'apaisement presque méditatif qu'impose le dispositif interactif de l'œuvre, et qui reflète sa façon de travailler. Par contre, il ne lui semble pas que l'action de la mémoire dans son processus créatif se ressente à travers son œuvre.

A et B démontrent tous deux une volonté de dépasser leurs acquis techniques, ou perceptifs, et d'aller dans le sens de l'équilibre de la composition.

Fictions du rôle de la mémoire au sein du processus créatif en art numérique

Nous pouvons ainsi faire un premier retour sur les fictions du rôle de la mémoire au sein du processus créatif en art numérique pour les artistes A et B (dans ces entretiens préliminaires) :

Ainsi pour A, la mémoire mise en branle dans son processus créatif est la mémoire visuelle qui lui sert de support à ses illustrations, et sur laquelle il joue pour créer des images un peu plus « fantasmées » que s'il partait d'images photographiques. Ainsi qu'une mémoire procédurale qui lui assure un développement continue de sa pratique, tout en ayant conscience que c'est un confort, dont il faut se méfier. Puis une mémoire sémantique des acquis culturels et artistiques, qui permet d'inscrire sa pratique dans un contexte, mais face auquel il faut toujours avoir un avis critique. Selon A, nous pouvons ressentir ce processus créatif mis en place dans ses travaux lorsque nous leur faisons face, son intention étant de faire ressentir l'instantanéité d'un moment (celui vécu par A) par le traitement de l'image. A insiste aussi sur l'importance de faire passer la cohésion de la composition en premier, l'éloignant parfois de ce qu'elle avait en tête avant de commencer ses réalisations ou même de ce qu'elle avait devant les yeux.

En revanche, l'artiste B considère le rôle de la mémoire, comme étant l'activation au présent de son imagination, ou bien sa source au présent qui le nourrit. Non pas en tant que souvenir, mais en tant que matière au présent de son imagination, qui crée des liens. Ce que B relie à une forte action de l'intuition qui serait comme une « vitesse de calcul » sur l'imaginaire qui est considéré comme quelque chose « assez molle » sur laquelle se grave nos expériences comme une « matrice ». Mais l'imaginaire est ce qui permet à ces expériences de se « jouer au présent ». Une intuition qui demande de se laisser aller, de suivre son chemin. B explique que cette action, qui repose pour une mémoire au présent, se ressent dans son œuvre, puisque beaucoup de gens expriment un côté reposant de l'œuvre. B évoque tout au long de l'entretien son rapport à la technique et comment il l'a acquise, ce qui est de l'ordre de la mémoire procédurale, bien que B n'emploie pas directement ces termes.

Ces deux entretiens mis en parallèle sont un bon exemple comparatif, puisqu'ils permettent d'entrevoir des fictions complètement opposées du rôle de la mémoire au sein du processus créatif :

D'un côté, A questionne la mémoire visuelle, ce qui se ressent à travers son œuvre, par son travail de transformation de moment vécu. Ce question-

nement lui semble accentué par une volonté de transmettre, à travers ses œuvres, le sentiment de l'instantanéité du moment de création, pour faire ressentir celui de l'instant dessiné. Ainsi, ce qu'on peut relever c'est que A questionnait la mémoire visuelle dans sa recherche créative, et qu'elle tentait de l'exprimer à travers ses créations. Ainsi le rôle de la mémoire au sein du processus créatif s'exprimait-il à travers le processus créatif, lui-même exprimé à travers l'œuvre.

De l'autre côté, B ne questionnait pas du tout la mémoire en tant que tel dans son œuvre, ni même dans son processus créatif. Si bien, qu'il ne lui semble pas qu'on puisse la ressentir à travers elle. Néanmoins, tout son processus créatif est tourné autour de la question de l'intuition, ce qu'il rapproche d'une mémoire active et tournée vers le présent. Ce qui lui semble se ressentir à travers le dispositif interactif mis en place. Ici, le processus créatif de l'artiste tend à s'exprimer par le dispositif d'interaction, et par lui s'exprime indirectement le rôle de la mémoire qu'imagine l'artiste.

Si pour le moment, ne se dégage pas de particularité quant au domaine de l'art numérique, nous pouvons néanmoins noter que le dispositif interactif permet un passage de plus par lequel le processus créatif et par lui, la mémoire, peuvent s'exprimer à travers l'œuvre.

Conclusion

Si la mémoire peut s'exprimer par l'expression du processus créatif au travers des œuvres, pour analyser ces deux expressions il faut dans un premier temps définir les formes de représentations que peut prendre la mémoire. Comprendre, que ces représentations s'incarnent à travers d'un corps qui les exprime et leur donne matière. Une expression plurielle dont nous retenons surtout la métamémoire, comme un retour sur le fonctionnement de sa propre mémoire. Pour explorer cette métamémoire du processus créatif des artistes en art numérique, des entretiens préliminaires ont été menés afin de relever les fictions qu'ils nourrissent sur ce sujet. Dans ces entretiens étaient recherchées les formes d'expression de la métamémoire du processus créatif des artistes interviewés. La forme orale du témoignage lui-même est une expression de la métamémoire qui synthétise les autres formes d'expression de la mémoire du processus créatif auxquelles les artistes se référaient au cours de leurs narrations. Soit, les formes d'expression de la mémoire et son rôle pendant le processus créatif, par l'intermédiaire de l'expression du processus créatif lui-même, à travers l'œuvre.

Remerciements

Je tiens tout particulièrement à remercier Somphout Chanhthaboutdy, Chia-Chi Chiang, Judith Guez, Sophia Kourkoulakou, Swann Martinez, Alice Suret Canal, Isadora Teles de Castro et Elhem Youness, les premiers à s'être prêté au jeu de l'entretien.

[1] Alain, Lieury, *Psychologie de la Mémoire : Histoire, Théories, Expériences*, éd. Dunod, coll. Psycho Sup, Paris, 2005.

[2] Patrick-Michel Noël, « Entre histoire de la mémoire et mémoire de l'histoire : esquisse de la réponse épistémologique des historiens au défi mémoriel en France », *Conserveries mémorielles [En ligne]*, #9 | 2011, mis en ligne le 15 avril 2011, consulté le 30 juillet 2018. URL : <http://journals.openedition.org/cm/820>.

[3] Pierre Gosselin & Éric Le Coguiec (dir.), « Préoccupations méthodologiques liées à la recherche en pratique artistique », in *La recherche création : pour une compréhension de la recherche en pratique artistique*, éd. Presses de l'Université du Québec, Québec, 2006.

- [4] Anne-Pascale, Le Berre, Francis, Eustache et Hélène, Beaunieux, « La métamémoire : théorie et clinique », in *Revue de neuropsychologie*, 2009/4 (Volume 1), p. 312-320. DOI : 10.3917/rne.014.0312. URL : <https://www.cairn.info/revue-de-neuropsychologie-2009-4-page-312.htm> .
- [5] Georges Gusdorf, (1950) *Mémoire et personne*, éd. Presses Universitaires de France, coll. Bibliothèque de philosophie contemporaine, Paris, 1993.
- [6] Nora, Pierre, *Les lieux de mémoire*, éd. Gallimard, Paris, France, 1997.
- [7] Herman Parret, *Une sémiotique des traces : trois leçons sur la mémoire et l'oubli*, éd. Lambert-Lucas, Limoges, DL 2017.
- [8] Paul Ricoeur, « Entre la mémoire et l'histoire », in Tr@nsit online, Nr. 22/2002, The Institute for Human Sciences (IWM), URL : <http://www.iwm.at/transit/transit-online/entre-la-memoire-et-lhistoire/>. Paul Ricoeur, *La mémoire, l'histoire, l'oubli*, éd. Seuil, Paris, France, 2000.
- [9] Vincent Colonna, *L'autofiction, essai sur la fictionalisation de soi en littérature*, thèse sous la direction de Gérard Genette, EHESS, 1989, URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00006609/document>.
- [10] Francis Eustache et Béatrice Desgranges, *Les chemins de la mémoire*, éd. Le Pommier, poche, Paris, 2012.
- [11] Maurice Halbwachs, *Les cadres sociaux de la mémoire*, éd. Albin Michel, Paris, France, 1994.
- [12] Georges Didi-Huberman, (1985) La peinture incarnée suivi de *Le chef-d'œuvre inconnu par Honoré Balzac*, éd. Les éditions de Minuit, col. Critique, France, 2008.
- [13] Michel de Certeau, « L'histoire, science et fiction », *Le Genre humain* 1983/1 (N° 7-8), p. 147-169. : file:///C:/Users/Laeti/Downloads/LGH_007_0147.pdf.
- [14] Paul Ricoeur, *Temps et récit*, éd. Seuil, Paris, France, 1991.
- [15] Jacques Rancière, *Les Bords de la fiction*, éd. Seuil, coll. La Librairie du XXIe siècle, Paris, France, 2017.
- [16] Florence Descamps, *L'historien, l'archiviste et le magnétophone : intégration des sources orale et témoignages dans la recherche*, éd. Institut de la gestion publique et du développement économique, Comité pour l'histoire économique et financière de la France, Coll. Histoire économique et financière - XIXe-Xxe, Paris, 2005, URL : <https://books.openedition.org/igpde/104?lang=fr> .

Art génératif
et
vie artificielle

Processus créatif d'un système autonome et perceptif contraint de s'adapter à des forces perturbatrices

Isadora Teles de Castro e Costa

Doctorante, Lab. AI-AC, équipe INREV.

isadoratelesdecastro@gmail.com

Chu-Yin Chen

Professeure, Université Paris 8

Cet article traite du processus de création d'œuvres numériques dans les domaines de l'art génératif et de la vie artificielle. L'analyse de cinq œuvres réalisées ces dernières années constitue une ébauche de développement d'une méthode narrative où le système autonome initial d'une œuvre, perturbé par l'interaction avec l'environnement, se transforme grâce à une stratégie d'adaptation aux nouvelles conditions imposées et évolue vers une version plus apte de sa condition initiale. De cette étude naît une piste de recherche sous la forme d'expérimentations des possibilités expressives et esthétiques aboutissant à l'étude, d'une part, du conflit qui surgit entre le participant et le système virtuel et, d'autre part, de l'évolution adaptative de la forme et du comportement vers une possible qualité émergente issue de la mise en place d'un écosystème « poïético-esthétique ».

Résumé

Abstract

Mots clés

This article discusses the process of creating digital artwork in the fields of generative art and artificial life. The analysis of five works carried out in recent years is a first draft of the development of a narrative method where the initial autonomous system of an artwork, disturbed by the interaction with the environment, is transformed following a strategy of adaptation to the new imposed conditions and evolves towards a fitter version of its initial condition. A line of research was born from this study in the form of experiments of the expressive and aesthetic possibilities based on the study, on the one hand, of that conflict which arises between the participant and the virtual system and, on the other hand, of the adaptive evolution of form and behavior towards a possible emerging quality resulting from the establishment of a “poiesis-aesthetic” ecosystem.

adaptation, art génératif, conflit, émergence, évolution, interaction, vie artificielle

Introduction

L'artiste qui travaille dans le domaine de l'art génératif définit des processus qui vont donner un certain degré d'autonomie à un système¹, dans le dessein de créer une œuvre d'art [2]. L'autonomie signifie que le système possède un ensemble de règles qui lui permettent de s'autoréguler [3]. Ce système est généralement constitué de plusieurs entités dont les relations vont permettre l'émergence de phénomènes et de qualités d'une échelle supérieure à celle des entités prises individuellement, alors que ces potentialités n'avaient pas été explicitement décrits au sein de l'algorithme du système. Ce système n'est pas nécessairement fermé [4] et c'est lorsqu'il peut interagir avec des éléments extérieurs qu'il devient un sujet d'étude intéressant. A propos de l'interactivité en art, Annick Bureau précise :

« L'interactivité désigne la (les) relation(s) des systèmes informatico-électroniques, avec leur environnement extérieur. L'œuvre interactive est un objet informationnel, manipulable. On peut distinguer deux registres de l'interactivité : celle avec un agent humain et celle sans agent humain. Dans ce deuxième cas, l'agent peut être des éléments de la nature ou de l'environnement. Avec l'art interactif, le spectateur et/ou l'environnement deviennent des éléments de l'œuvre, au même titre que les autres éléments qui la composent. » Annick Bureau [5]

Ainsi, tout ce qui n'est pas interne au système de l'œuvre est un interacteur potentiel. De plus, un système n'est pas obligatoirement figé par les règles établies initialement, il peut être évolutif. « On suppose que l'évolution d'un système est conditionnée à la fois par les modifications internes qui peuvent affecter les composants ou les relations définissantes, et par les interactions qui peuvent s'établir entre le système et son environnement. » [4] Forcé à interagir, le système artificiel emprunte au monde réel des processus d'adaptation des êtres vivants à différentes échelles de temps :

- l'apprentissage (adaptation d'un seul individu à des événements à court terme),
- l'adaptation culturelle (préservation de connaissances utiles entre les générations)
- l'évolution (adaptation d'espèces à des événements à long terme) [3]

1. Le sens du mot système dans cet article emprunte le sens défini par Mitchell Whitelaw : "System can be distinguished from code : code

is the language-specific text that implements the abstract, formal structure that I call system." [1]

Avec ces mécanismes, les entités du système modifient leur forme ou leur comportement pour survivre dans un environnement donné [6].

Cet article traite des prémices du questionnement sur mon processus de création numérique. Comment représenter le processus d'adaptation de la forme et du comportement d'une œuvre numérique vis-à-vis de l'environnement dans lequel elle se situe ? Dans quelles conditions le conflit provoqué est-il susceptible de créer une situation poétique et une émotion esthétique ?

Ce questionnement constitue la continuation d'une recherche initiée par l'étude du processus de création d'un paysage virtuel évolutif. Ce processus de création comporte deux étapes : le moment de propulsion qui est celui de la création conceptuelle et de la naissance de l'idée de l'œuvre, puis le moment esthétique (ou de poïétique interactive²) qui est celui où l'œuvre va découvrir son environnement et s'y mouler, comme un liquide qui prend la forme d'un récipient, en réaction aux possibles conflits entre son comportement et les difficultés rencontrées par le biais d'interactions successives et de stratégies d'adaptation.

La première partie de cet article présente l'origine de mon intérêt pour les processus de création d'œuvres génératives. Ensuite sera explicitée l'évolution de ma démarche réflexive par rapport à ma pratique artistique, au travers de l'étude de cinq œuvres. Je proposerai enfin, dans une troisième partie, un processus de narration servant à définir la création de systèmes autonomes et adaptatifs pour terminer par les notions d'interaction et d'émergence dans ces systèmes.

Ma démarche

Dans cette étude de ma pratique de création artistique, l'environnement de l'œuvre représente, pour les systèmes génératifs créés, un ensemble de forces extérieures qui vont venir les déranger : les entités virtuelles autonomes de ces systèmes vont tenter de s'adapter, en réaction à cet événement perturbateur. L'œuvre se construit alors autour du processus d'adaptation de ces entités virtuelles, par la modification de leur forme et de leur comportement, face aux obstacles rencontrés et aux nouvelles conditions imposées par ces forces. L'environnement devient une source de conflit, de drame et de tension.

2. moment de création à partir de l'interaction

Mes expérimentations créatives sur un système qui adapte son comportement et sa forme aux conditions perçues et interprétées de l'environnement d'exposition poursuit principalement **quatre objectifs**.

Le **premier** objectif est de comprendre les phénomènes mis en œuvre lors du processus de création lorsque l'artiste consent à se conformer aux attentes d'un public. Par l'étude et l'expérimentation des moyens techniques de mise en place de divers types de processus d'adaptation, j'envisage de créer un système interactif qui perforce une résistance dramatique aux conditions et aux changements imposés par l'environnement perçu, de manière à exprimer une difficulté de transformation face à l'incompatibilité des désirs, des croyances et des intentions des entités virtuelles et de la volonté du participant. Quel est l'élément qui va déclencher une transformation ? Pourquoi est-ce que les entités virtuelles s'adaptent ? Ont-elles le choix de s'adapter ou pas ?

Le **second** objectif est d'étudier, sur le plan sensible (graphique, sonore, comportement animé), ce processus de transformation en fonction de données captées dans l'environnement réel. Comment montrer, de manière sensible, les phénomènes d'adaptation, d'évolution et la perception qu'a l'œuvre de son environnement ? Mon hypothèse de recherche est que l'étape où je peux m'exprimer en tant qu'artiste est celle au cours de laquelle je décris l'état initial des entités virtuelles et le processus génératif qui va les transformer. C'est le moment où je programme les mécanismes d'intention de l'œuvre, sa perception et son interprétation de l'environnement. Le fonctionnement du système exprime une intention artistique et le résultat visuel, au cours du temps du processus d'adaptation, sera comme un test, une mise à l'épreuve de l'expression de l'intention artistique soumise à la contrainte de percevoir et de s'adapter à son environnement.

En art génératif, il est parfois soutenu que l'intention de l'artiste est systématisée et codifiée, transmise par l'algorithme à la machine qui, ensuite, devient une œuvre devenant elle-même représentation de ce concept [7]. Pour tester cette hypothèse, mon **troisième** objectif est d'étudier la divergence entre le résultat visuel imaginé par l'artiste et l'apparence de l'œuvre qui, au contact d'éléments extérieurs perturbateurs, s'est transformée, a muté, est devenue une hybridation entre l'état initial proposé par l'artiste et l'intervention des changements dans l'environnement qui provoquent la transformation adaptative du système.

Mon **quatrième** objectif est de vérifier et de mettre en tension ma propre démarche de création artistique. Inspirée par Jon McCormack dans l'article « Facing the Future: Evolutionary Possibilities for Human-Machine

Creativity » du livre *The Art of Artificial Evolution* [8], je conçois le système génératif interactif comme un instrument créatif qui se comporte à l’instar d’une extension cognitive de l’utilisateur. Dans un sens cybernétique, l’artiste et l’instrument font bloc : le cerveau, le corps et l’instrument sont intimement liés et constituent, ensemble, un système performatif. Ces systèmes créatifs exploitent la plasticité du cerveau humain, les outils physiques intégrés jouant ainsi le rôle d’extensions cognitives. Cette idée est fondée sur les théories de l’esprit étendu (« extended mind »), enracinées dans la recherche cybernétique et défendues aujourd’hui par des chercheurs comme Andy Clark³ et Mike Wheeler⁴. Je considère aussi la représentation de l’œuvre numérique comme une prothèse de l’artiste, un membre fantôme ou le membre perdu qui continue sa propre “vie” et qui est mis à l’épreuve des dangers et des potentialités du monde. Chaque rencontre modifie structurellement toutes les entités engagées dans le système par la confrontation de leurs idées, de leurs croyances, de leurs intentions et de leurs désirs, par l’impact de leur forme et de leur apparence. Mon idée est d’analyser ces deux hypothèses de création et vérifier si elles sont ou non maintenues lors du processus de création du système virtuel adaptatif.

Examen de cinq œuvres personnelles à l’aune de ces problématiques

Ces thématiques se retrouvent en filigrane dans plusieurs de mes précédentes expérimentations plastiques. Je vais ci-après mettre en évidence les concepts et intentions qui se retrouvent dans quelques-unes de mes œuvres afin de faire le lien avec mon sujet et les problématiques de recherche-crédation et afin de montrer l’évolution de ma démarche.

Malgranda

Le premier de ces projets est *Malgranda*, un film vidéo-projeté. Bien que ce ne soit pas une œuvre interactive, l’idée forte est d’observer le conflit induit par la difficulté à atteindre un but. Le drame narratif est porté par une scène virtuelle qui met en jeu des entités elles-mêmes virtuelles interagissant entre elles dans un espace projeté et délimité par un assemblage de boîtes en

3. Andy Clark, *Natural-Born Cyborgs: Minds, Technologies, and the Future of Human Intelligence*, 1 édition (New York: Oxford University Press, 2004).

4. Michael Wheeler, *Reconstructing the Cognitive World: The Next Step*, 1 édition (Cambridge, Mass.: A Bradford Book, 2007).

carton. Dans le deuxième acte du film (Fig 1), une foule d'entités virtuelles (de petits hommes) essaie d'atteindre une sphère lumineuse flottant dans l'air. Mais ces entités sont confrontées à une difficulté : pour atteindre ce point dans l'espace, elles doivent franchir un passage trop étroit au regard de la grande quantité d'entités courant vers cette destination finale. La plupart d'entre elles finissent par être écrasées, balayées ou hors-jeu. Ce qui est intéressant dans ce scénario est le conflit entre les entités. Toutes ont le même but mais elles vont s'influencer de telle manière qu'elles finiront par se marcher dessus pour finalement échouer. Dans le troisième acte (Fig 2), les entités doivent traverser un pont mais en chemin, leurs membres se détachent et tombent jusqu'à les empêcher de poursuivre leur avancée. Ici, il n'y a plus de conflit entre les éléments mais entre l'environnement et la condition des personnages. C'est ce projet qui m'a amenée à m'intéresser à l'observation d'entités virtuelles qui, confrontées à des obstacles extérieurs (potentiellement d'autres entités, le décor ou leur propre condition physique), sont empêchées d'atteindre leur but.

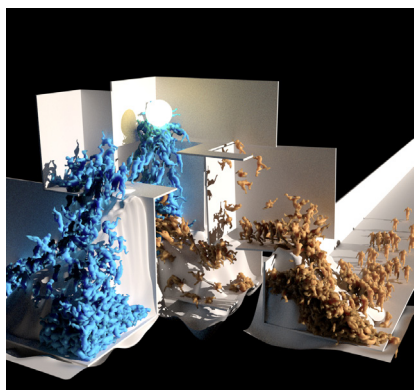


Fig 1. Malgranda, 2016, deuxième acte du film : "Le Purgatoire"



Fig 2. Malgranda, 2016, troisième acte du film : "L'Enfer"

Aliaj Angelus I

Aliaj Angelus I (Fig 3 et 4) est une interprétation personnelle de la peinture *L'Angélu*s de Jean-François Millet (Fig 5). Il s'agit d'une reproduction numérique de la toile, où des fleurs poussent dans le champ originellement vide. La météo du lieu d'exposition affecte la météo à l'intérieur du tableau. La végétation générative pousse et s'adapte aux conditions météorologiques (Figs 6 et 7). Elle est contrôlée par un système d'algorithme génétique, c'est-à-dire que chaque plante possède un génotype qui va évoluer de génération en génération (Fig 8). L'élément perturbateur du système est la météo du

lieu d'exposition. L'œuvre est en conflit constant avec l'environnement et s'adapte au fur et à mesure pour se conformer au lieu ; s'il pleut, le génotype des fleurs va s'adapter pour que la plante devienne moins sensible à la pluie, ce qui va implicitement engendrer un changement de phénotype. Le visiteur va être spectateur de cette évolution. Au cours des expositions de ce projet, j'ai pu observer que les spectateurs ne se rendaient pas vraiment compte de l'influence d'un phénomène quand ils ne le contrôlent pas directement. C'est un problème souvent rencontré dans les œuvres évolutives : il est en effet difficile de comprendre un processus dont on n'est pas acteur.

Dans cette installation, le spectateur a la possibilité de toucher une pomme de terre posée au sol, imitant les paysans du tableau (Fig 9), ce qui a pour effet de déclencher une nouvelle génération de plantes. Plutôt symbolique, cette interaction du participant est décalée : ici, ce n'est pas l'œuvre qui réagit aux stimuli extérieurs mais le spectateur qui répond à une incitation de la peinture en imitant le mouvement des paysans.



Fig 3. *Aliaj Angélus*, 2017, illustration d'un type de végétation générée et des paysans en travaillant la terre virtuelle



Fig 4. *Aliaj Angélus*, 2017, illustration d'un autre type de végétation générée et des paysans en prière à 18h de la journée de présentation de l'installation



Fig 5. *L'Angélus* de Jean-François Millet, (1857 - 1859)

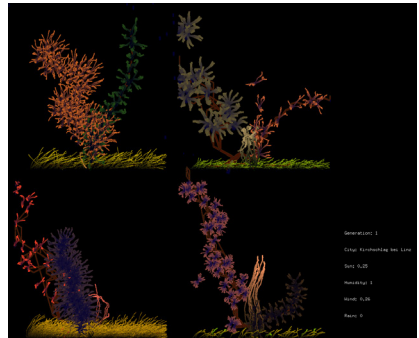


Fig 6. Végétation adaptée aux conditions météorologiques de Linz, en Autriche, au moment de la présentation de l'installation

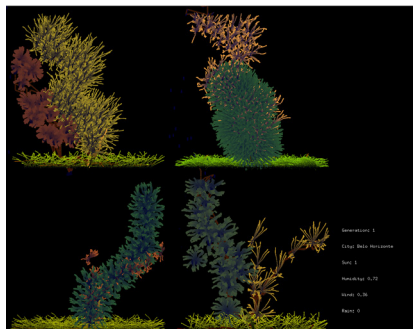


Fig 7. Végétation adaptée aux conditions météorologiques de Belo Horizonte, au Brésil, au moment de la présentation de l'installation

Fig 9. *Aliaj Angélus*, 2018, image de la présentation de l'installation à l'exposition OFF dans le musée d'Arts Naïf et Arts Singuliers de la ville de Laval, dans le cadre du festival Laval Virtual de 2018

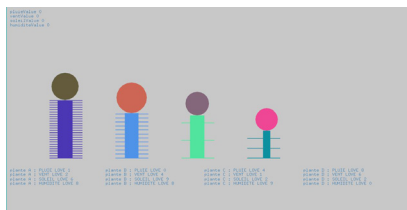


Fig 8. Image de l'un des tests pour le prototype de l'installation. L'image montre une génération de 4 espèces de plantes avec des affinités différentes selon les caractéristiques météorologiques



Complex Talk

L'œuvre *Complex Talk* (Figs 10 et 11) consiste en un système de messagerie instantanée où chaque participant va contrôler un agent dessinateur à l'écran (Figs 12 et 13). Quand un utilisateur écrit un message, le code génétique de l'agent est modifié en fonction des lettres et symboles utilisés. Cela a pour effet de changer son apparence ainsi que les règles définissant son comportement. Il en résulte que les personnes utilisant des mots similaires vont se retrouver avec des agents génétiquement proches. L'idée est de représenter graphiquement par un groupe d'agents les relations entre les utilisateurs du tchat en fonction des mots utilisés. L'objectif de chaque agent est de se déplacer dans l'environnement selon les règles des *boïds*⁵, un algorithme qui vise à imiter le comportement d'oiseaux en groupe. Le conflit avec le participant naît au moment où les paramètres de règles de comportement sont modifiés par les lettres tapées par les participants. Le participant est un élément perturbateur, pas au sens d'obstacle ou d'empêchement gênant l'accomplissement de l'action des individus, mais en ce qu'il modifie directement le comportement des individus. Ici, cette modification n'est pas

5. Reynolds, Craig (1987). "Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model". SIGGRAPH '87: Proceedings of the 14th annual conference on Computer graphics and

interactive techniques. Association for Computing Machinery: 25–34. doi:10.1145/37401.37406. ISBN 0-89791-227-6.

le résultat d'un lent processus d'évolution des entités mais la conséquence d'une action directe. Le mouvement du système est autonome, il continue sans l'influence du participant. Il convient de noter qu'à ce stade le participant n'appréhende pas les règles qui régissent ce mouvement. Son action modifie le comportement des éléments du système en changeant le tracé laissé par leur déplacement. Une boucle de rétroaction (*feedback*) est observée quand le participant réalise que les lettres tapées modifient le comportement du groupe virtuel : le participant commence alors à saisir du texte absurde pour tenter de comprendre la correspondance entre une lettre et une règle. Le comportement du groupe est modifié par le participant et réciproquement. L'œuvre s'adapte en fonction de la conversation. Quand un agent modifie son comportement, tout le groupe doit également s'adapter aux nouvelles caractéristiques de l'individu. Dans cette expérimentation, il n'y a pas d'idée d'évolution car il n'y a pas de mesure d'aptitude ni de sélection selon cette mesure ni de reproduction des individus les plus aptes.

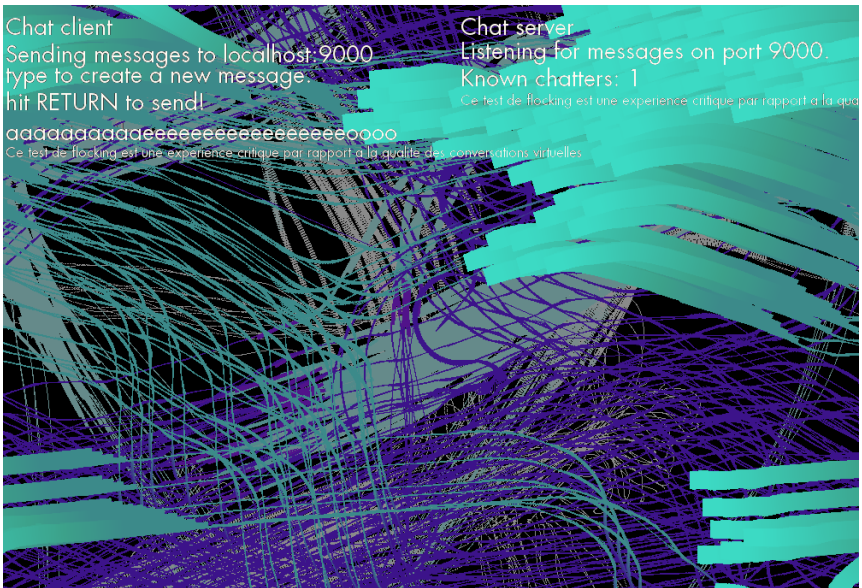


Fig 10. Complex Talk, 2017



Fig 11. Complex Talk, 2017

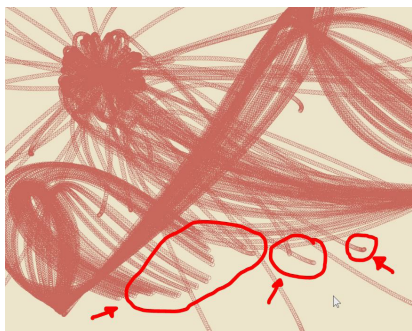


Fig 12. Image d'une expérimentation personnelle avec des agents dessinateurs (qui laissent une trace lors de leur déplacement) attirés par la position de la souris sur l'écran. Ces agents ne possèdent que les informations de position, vitesse et accélération maximales pour guider leur comportement.

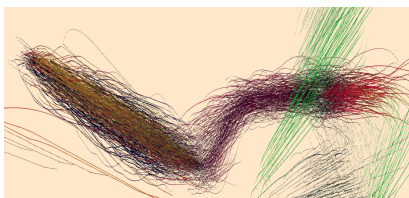


Fig 13. Image d'une expérimentation personnelle avec des agents dessinateurs (qui laissent une trace lors de leur déplacement) attirés par la position de la souris sur l'écran. Dans ce cas, les agents possèdent les informations de position, vitesse, accélération maximales et un vecteur directionnel de vitesse intrinsèque à chaque agent pour guider leur comportement. On voit dans l'image que la trace est plus tendue et montre une variation dans la résistance des agents de suivre la position de la souris.

Gardiens de Souvenirs ou Memoirs of a Scarf

L'expérimentation *Gardien de souvenirs ou Memoirs of a scarf* (Figs 14 et 15) consiste en une installation composée de cinq rideaux de tulle alignés et pendus au plafond d'un couloir, lieu de passage. Sur ces rideaux sont projetées des images qui traversent le tulle. Dans cette œuvre, le rapport

conflictuel entre les participants et l'œuvre est plutôt psychologique et performatif. Le mouvement du participant dans l'œuvre est associé à un viol, à une pénétration dans une séquence de tissus qui est sensible à son environnement. La structure se meut, danse, s'ouvre et révèle différentes images quand le participant est loin, dans une sorte de provocation, de performance (Figs 16 et 17). Une fois que le participant s'approche, elle est obligée de s'ouvrir couche par couche pour accueillir le participant et lui permettre de traverser le couloir. À mesure qu'elle est pénétrée, elle révèle des images qui évoquent le périple d'une écharpe au travers d'univers de plus en plus sombres, apportant de plus en plus de confusion, comme si le prix que le participant devait payer pour sa traversée était de connaître les mémoires obscures et tristes qui symbolisent ce moment d'interaction et de relation (Figs 18, 19, 20 et 21). La dimension psychologique réside dans le rapport symbolique entre interaction, souvenir refoulé et rapport avec l'autre. La dimension performative tient au comportement de la structure face au spectateur. Le conflit naît de la tension entre comportement joyeux de la structure quand elle n'accomplit pas sa fonction de lieu de passage et sa souffrance quand elle se voit obligée de se laisser pénétrer, d'adapter sa forme pour faire passer le participant ; les images qu'elle révèle illustrent la difficulté d'adaptation de l'œuvre pour accomplir la fonction imposée par sa situation dans le passage.

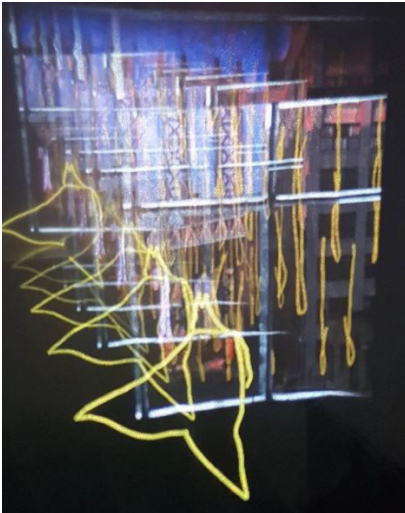


Fig 14. *Gardien de souvenirs ou Memoirs of a scarf*, 2017. Illustration de l'état initial graphique du prototype de l'installation.

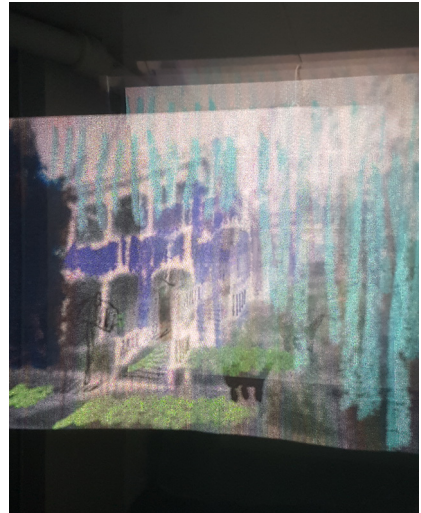


Fig 15. *Gardien de souvenirs ou Memoirs of a scarf*, 2017. Illustration de l'état initial graphique du prototype de l'installation.



Fig 16. Image du schéma d'ouverture des tulle. Illustration de la première tulle de la séquence en s'ouvrant.



Fig 17. Image du schéma d'ouverture des tulle. Illustration de la deuxième tulle de la séquence en s'ouvrant.

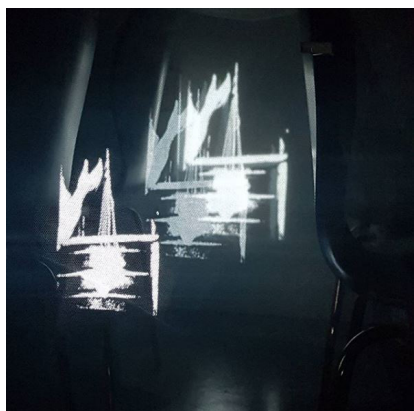


Fig 18. *Gardien de souvenirs ou Memoirs of a scarf*, 2017. Illustration d'un état d'interaction avec le participant. Prototype de l'installation.



Fig 19. *Gardien de souvenirs ou Memoirs of a scarf*, 2017. Illustration d'un état d'interaction avec le participant. Prototype de l'installation.



Fig 20. *Gardien de souvenirs ou Memoirs of a scarf*, 2017. Illustration d'un état d'interaction avec le participant. Prototype de l'installation.

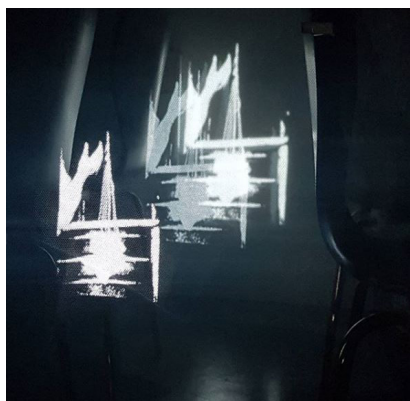


Fig 21. *Gardien de souvenirs ou Memoirs of a scarf*, 2017. Illustration d'un état d'interaction avec le participant. Prototype de l'installation.

Aliaj II

Le dernier projet présenté ici est *Aliaj II* qui reprend le concept de la première version, transposé en réalité virtuelle ; ici l'utilisateur contrôle directement les conditions météorologiques virtuelles simulées. En réalité virtuelle, le spectateur est immergé dans l'œuvre. De ce fait, il est lui aussi influencé par l'environnement virtuel qu'il manipule. Contrairement à la première version, l'utilisateur ne contrôle pas la vitesse d'évolution des plantes. S'il souhaite obtenir un paysage spécifique, il faut qu'il attende que les plantes évoluent pour correspondre à la météo proposée. L'utilisateur peut tester les réactions du système aux différentes variations météorologiques et observer la manière dont il évolue (Figs 22, 23, 24 et 25).



Fig 22, 23, 24 et 25. *Aliaj II*, 2018, Images de l'environnement virtuel et de quelques configurations de la végétation adaptée à différentes conditions météorologiques virtuelles choisies par le participant

Examen de cinq œuvres personnelles à l'aune de ces problématiques

« La valeur des systèmes d'histoires pour l'art générative réside dans leur capacité à relier - de manière critique, pro-

spective et spéculative - des entités et des relations au sein du système, avec des entités et des relations en dehors de celui-ci » Michell Whitelaw [1]

Une piste de recherche intéressante dans les systèmes génératifs numériques, si elle révèle et met en scène le processus génératif utilisé, est l'idée de narration : une performativité dramatique des entités virtuelles soumises à des transformations inattendues. D'abord, je pars du principe que tout système génératif est composé d'entités qui se transforment selon un processus génératif [9]. Ces entités ont des caractéristiques et appartiennent à un environnement⁶. L'autonomie accordée par l'artiste au système autonome qui est dynamique et qui se transforme dans le temps permet aux entités de ce système d'incarner une idée, un but, un objectif soufflé par l'artiste. Au même titre que des personnages, les entités improvisent dès lors qu'elles sont contraintes à une négociation qui se joue entre leurs règles et caractéristiques internes et les règles et caractéristiques de leur environnement. Le processus génératif et l'interaction auxquels ces entités sont soumises sont perçus comme des défis, des forces contraïres qui viennent perturber le système et qui promeuvent les changements d'états visibles dans les résultats sensibles et dynamiques des œuvres génératives.

L'approche narrative des systèmes génératifs a été soulevée par Michell Whitelaw dans son article "System Stories" [1]. Dans ce texte, le chercheur défend l'identification d'une ontologie ou d'un discours systémique mis en place dans la construction des systèmes autonomes dans les œuvres génératives. Il soutient que l'art génératif n'est pas purement formaliste⁷ mais qu'il peut révéler des narrations car les ontologies proposées par l'artiste sont des descriptions des caractéristiques et du fonctionnement d'un univers ou d'un monde imaginaire, des propositions de "models of being-in-time" (modèles de façon de vivre) [1].

Quatre mots clés définissent cette narration : système initial, participation, conflit et adaptation.

Ma perception de la notion de narration dans un système génératif est proche de celle de Michell Whitelaw : le système initial de l'œuvre est une ontologie d'un monde imaginaire mis en place par l'artiste. La participation est un élément dans cette narration improvisée : un élément de tension dramatique qui relie le système génératif au contexte physique hors de lui. Les "models of being-in-time" proposés par le système génératif intègrent

6. Dans le cas d'un système virtuel, un environnement virtuel. Dans le cas d'une œuvre interactive qui reçoit des inputs du monde physique, l'environnement est mixte.

7. dont le seul objectif artistique est expérimenter et explorer les formes sensibles générées par un système arbitraire.

des conflits entre le fonctionnement interne des entités autonomes et leur inévitable adaptation, partie du processus génératif mis en place par l'artiste.

Le système initial est l'intention de création qui est traduite en code (transformé en algorithme, en système) et par là-même en scénographie. Prenons par exemple un programme où deux carrés, entités virtuelles intelligentes, auraient pour but d'aller d'un point A à point B en laissant une trace de leur déplacement rectiligne, sans utiliser l'algorithme de *pathfinding*. Ces deux carrés peuvent percevoir leur environnement qui correspond aux éléments qui composent l'espace de l'écran ou de la fenêtre du programme. Ils ont un champ de perception qui leur permet de percevoir quelques pixels devant eux avec un champ de vision d'angle X. Leur mission est donc de démarrer du point A et de regarder où se trouve le point B pour se diriger vers lui.

La participation correspond à une action du spectateur qui va agir sur l'œuvre et la modifier ou l'influencer. En continuant avec l'exemple précédent, nous pourrions imaginer que l'utilisateur puisse mettre des blocs rectangulaires dans l'espace de l'écran, avec n'importe quel angle de rotation pour bloquer la trajectoire des deux agents. Quand le spectateur crée un obstacle en posant un bloc dans la zone de navigation d'un agent la trajectoire de ce dernier se retrouve bloquée, ce qui provoque un conflit, c'est-à-dire un obstacle qui va empêcher le système d'atteindre son but.

Les trois différentes formes et temporalités d'adaptation décrites supra consistent à trouver des solutions pour modifier les attributs des entités du système afin de faire face à une situation imprévue. Toujours dans l'exemple précédemment énoncé, comment pourraient réagir les carrés face à cet obstacle ? Dans le cas d'une simulation physique, la réponse serait probablement que de la confrontation résulterait une collision puis un rebond qui donnerait une nouvelle trajectoire prévisible selon l'angle de collision et les autres propriétés des objets (masse, friction, gravité, etc.). Les carrés pourraient être programmés pour s'arrêter dès qu'ils rencontrent un obstacle, comme le bloc. Ils pourraient être programmés pour tourner à droite et, dès qu'il n'y a plus d'obstacle dans la direction du point B (le but), ils pourraient se diriger dans cette direction (Fig 26).

La résolution de problèmes est programmable et va être définie par l'intention de l'artiste qui détermine le comportement des carrés. L'adaptation se fait au moment où le carré (le personnage) fait face à un obstacle (problème) au cours de sa trajectoire vers le but à atteindre et qu'il change cette trajectoire. Ce type d'adaptation suppose que la forme ou le comportement préétabli ne soient pas modifiés directement : les règles du

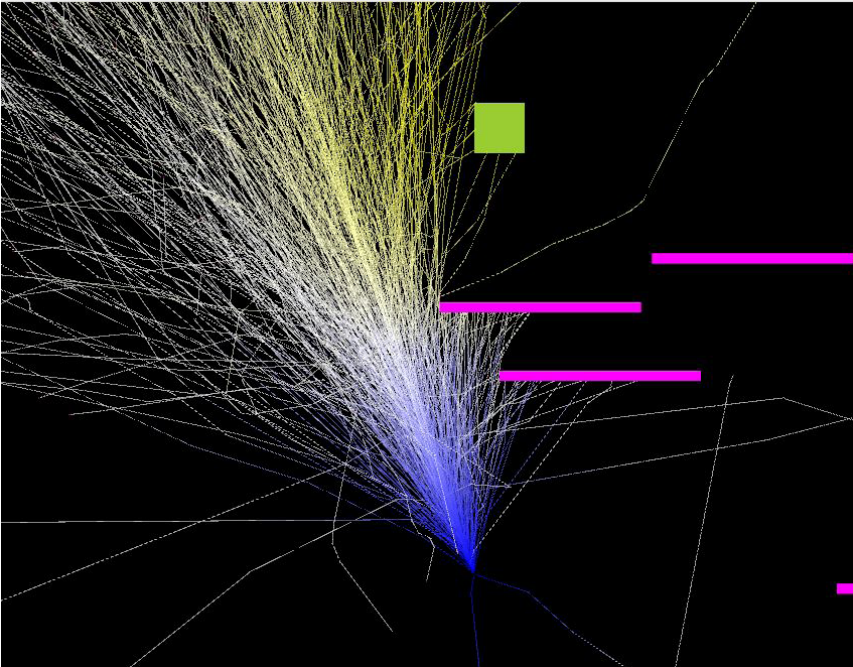


Fig 26. Image d'une expérimentation personnelle avec des algorithmes génétiques pour sélectionner les trajectoires des agents autonomes les plus aptes à atteindre le carré vert. Les rectangles magenta étaient des obstacles dont le participant pouvait déplacer dans l'environnement virtuel.

programme n'ont pas été changées. Le processus d'adaptation peut être observé dans ce cas de figure en observant la trace laissée par le carré. Si le participant veut dessiner quelque chose de spécifique il pourra placer des obstacles d'une manière particulière pour avoir le visuel souhaité.

Par contre si l'objectif est d'avoir une adaptation du comportement, les règles doivent être changées. L'adaptation dans ce cas se fait au sens de l'adaptation, c'est-à-dire que le personnage change ses caractéristiques ou sa structure pour être plus efficace dans sa quête, plus apte à la tâche ou la fonction [10] qui lui a été confiée par l'artiste. D'autres concepts d'adaptation peuvent être expérimentés en matière de modification du comportement comme l'évolution ou l'adaptation à des événements à long terme et récurrents, l'adaptation culturelle lorsque des connaissances utiles sont transmises de génération en génération d'entités virtuelles [3], l'adaptation sociale qui va de pair avec l'intégration sociale, cette dernière mettant en jeu des mécanismes par lesquels un individu se rend apte à appartenir à un groupe. L'adaptation insiste sur les changements de l'individu qui sont la condition de son intégration et de la maintenance de son intégrité [11].

L'interaction avec un système autonome

Quand je parle d'œuvre, j'évoque le programme, car il s'agit d'installations interactives numériques. L'œuvre autonome se suffit à elle-même, elle a ses propres règles. Elle possède une temporalité et un fonctionnement indépendants de la participation, indépendants de sa présentation et du fait qu'elle soit observée. Serait-elle donc conceptuellement ouverte à l'interaction ? L'interaction serait-elle la conséquence d'une perception sensible du monde ? Les conditions esthétiques de l'œuvre, divisée en trois phases, avant, pendant et après l'interaction, m'intéressent pour les situations qu'elle suggère. J'appelle ces phases conditions esthétiques car ces trois états peuvent être différenciés par l'apparence et le comportement de l'œuvre. Elle était une avant, elle est une pendant et sera une autre après. L'œuvre va s'adapter à ce qu'elle perçoit. Sa forme et son comportement n'étaient plus adaptés, elle passe par un processus de transformation pendant l'interaction pour devenir autre selon la perception qu'elle a de son environnement. La scénographie ne sera abordée que dans un deuxième temps.

Le phénomène d'émergence dans un système

Ce qui m'intéresse dans le processus de confrontation entre un système et son environnement est l'observation des traces de cette adaptation laissées sur l'œuvre, par mutation des formes et des comportements. Cette dynamique de perception et d'adaptation vers l'accomplissement d'une fonction ou d'une intention est liée au concept d'évolution car la forme et le comportement présentés par le programme, prévus et programmés par l'artiste, sont modifiés par l'influence de l'environnement perceptible. Cet environnement n'est ni créé ni contrôlable par l'artiste, il est imprévisible. L'évolution, stratégie d'optimisation utilisée en informatique pour tester et sélectionner des solutions plus aptes, est issue du domaine de la vie artificielle et s'inspire de la version biologique du phénomène [12]. Cette stratégie est perçue par quelques chercheurs comme une voie vers l'émergence artistique et créative [13] comme elle l'est pour l'émergence de formes vivantes dans le processus d'évolution biologique où les formes de vie et d'intelligence sont vues comme des résultats émergents de processus évolutifs [14]. Je parle d'émergence non seulement parce qu'il peut s'agir d'un processus évolutif appliqué à la création artistique mais aussi parce que, d'après le théoricien Mitchell Whitelaw, l'émergence pourrait être vue comme le but

idéal à atteindre par les artistes dans le domaine de l'art génératif [15]. Bien que l'idée d'émergence en art soit encore floue par rapport à sa définition et sa présence effective dans ce domaine, l'intention de sa quête reste un des seuls aspects commun aux œuvres génératives où l'identification de cette émergence pourrait être perçue comme un comportement cohérent observable ou un résultat perceptible peu évident ou imprévisible ; parallèlement, même si nous avons une connaissance complète du système [16], le résultat suscite une sensation de surprise et de mystère. Cette quête serait-elle celle d'une émergence esthétique ou poétique ? Ma démarche de recherche est d'explorer les possibilités expressives et esthétiques à partir de l'étude du conflit entre participant et système virtuel et de l'évolution adaptative de la forme et du comportement. Si du conflit d'intentions et de buts peut jaillir l'idée de négociation et d'improvisation où les intentions peuvent s'adapter les unes aux autres, une possible collaboration créative entre système et participant pourrait-elle être envisageable ? Permettrait-elle d'entrevoir la possibilité d'un écosystème « poético-esthétique » (développement d'une œuvre fondé sur la régulation de sa forme et de son comportement selon son environnement) ?

Conclusion

À partir d'une analyse de cinq créations numériques, j'ai observé que l'idée de conflit est un fil rouge présent dans mon intention artistique. Avec l'introduction du temps-réel, j'ai remarqué que les idées d'adaptation et d'évolution apparaissent également. Ces trois éléments - conflit, adaptation, évolution - sont présents de trois manières : conflit dans l'interaction entre les éléments de l'œuvre, conflit entre le but du spectateur et le but de l'œuvre et conflit entre l'œuvre et son environnement. De l'examen des potentialités de relations entre ces idées-clés, j'ai pu tirer deux observations.

D'abord, le potentiel de leur interprétation comme système narratif. Le système initial, par interaction avec un élément environnant, va créer un besoin d'adaptation et la mise en place d'un mécanisme d'évolution des formes, ce qui pourrait conduire à une forme inconnue émergente. L'émergence est vue ici comme une représentation symbolique de l'œuvre par l'observation de la trace laissée par les processus d'adaptation du système.

Ensuite, le domaine de l'art génératif, plus précisément en ce qui touche à la vie artificielle, problématise le rapport entre l'art et le statut de l'œuvre. Si l'œuvre a vocation à changer de condition au fil du temps au contact de l'interaction avec le spectateur, peut-on encore parler d'œuvre ? Ne faut-il

pas évoquer la création d'une nouvelle matière qui sera déformée par son environnement d'exposition et par le bon vouloir des spectateurs ? Qu'en est-il de la condition initiale de l'œuvre qui, pour exister, n'avait pas besoin d'interaction mais qui, par ce processus, va évoluer pour faire émerger un nouvel élément déformé ?

Comme ces thématiques sont apparues a posteriori et sont exprimées dans la dynamique des œuvres de manière discrète, fragmentée et presque inconsciente, elles se présentent ici comme pistes de recherche-crédation. La création et les expérimentations techniques viendraient explorer les possibilités de mise en œuvre plastique des liens entre le conflit, l'adaptation et l'évolution de la forme et du comportement d'une œuvre de manière centrale dans ma pratique. La finalité de la recherche théorique est de cerner le contexte qui permettra de traiter ces problématiques dans le domaine de l'art numérique en exploitant des thématiques qui, dans d'autres domaines de connaissance, n'ont été mises en œuvre qu'au regard de leur intérêt plastique. Au-delà, la finalité est de comprendre les origines, les implications et les rôles joués dans la relation conflictuelle entre l'homme et la société, l'homme et la technologie ainsi que l'homme et son environnement.

- [1] M. Whitelaw, "System Stories and Model Worlds: A Critical Approach To Generative Art," 2006.
- [2] J. McCormack, O. Bown, A. Dorin, J. McCabe, G. Monro, and M. Whitelaw, "Ten Questions Concerning Generative Computer Art," *Leonardo*, vol. 47, no. 2, pp. 135–141, Feb. 2013.
- [3] G. W. Flake, *The Computational Beauty of Nature: Computer Explorations of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation*, Reprint edition. Cambridge, Mass.: A Bradford Book, 2000.
- [4] J. LADRIÈRE, "SYSTÈME, épistémologie," *Encyclopædia Universalis*. [Online]. Available: <http://www.universalis.fr/encyclopedie/systeme-epistemologie/>. [Accessed: 15-Jul-2018].
- [5] Leonardo/Olats and A. Bureaud, "olats.org: Les Basiques : L'art « multimédia », " 2004. [Online]. Available: http://www.olats.org/livresetudes/basiques/6_basiques.php. [Accessed: 15-Jul-2018].
- [6] J. H. Holland, *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*, Reprint edition. Cambridge, Mass: A Bradford Book, 1992.
- [7] J. Levine, "Generative Practice: The State of the Art," *Digicult*, 2010. [Online]. Available: https://issuu.com/jeremylevine/docs/digimag_57-_generative_practice._the_state_of_the_. [Accessed: 16-Jul-2018].
- [8] J. McCormack, "Facing the Future: Evolutionary Possibilities for Human-Machine Creativity," in *The Art of Artificial Evolution*, J. Romero and P. Machado, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2008, pp. 417–451.
- [9] A. Dorin, J. McCabe, J. McCormack, G. Monro, and M. Whitelaw, "A framework for understanding generative art," *Digit. Creat.*, vol. 23, Dec. 2012.
- [10] A. de RICQLÈS, "ADAPTATION - Adaptation biologique," *Encyclopædia Universalis*. [Online]. Available: <http://www.universalis.fr/encyclopedie/adaptation-adaptation-biologique/>. [Accessed: 16-Jul-2018].
- [11] R. BOUDON, "ADAPTATION - Adaptation sociale," *Encyclopædia Universalis*. [Online]. Available: <http://www.universalis.fr/encyclopedie/adaptation-adaptation-sociale/>. [Accessed: 15-Jul-2018].
- [12] J. McCormack, "Aesthetics, Art, Evolution," in *Proceedings of the Second International Conference on Evolutionary and Biologically Inspired Music, Sound, Art and Design*, Berlin, Heidelberg, 2013, pp. 1–12.
- [13] P. Galanter, "What is Emergence? Generative murals as experiments in the philosophy of complexity," p. 13.
- [14] S. Kauffman, "Is Emergence Fundamental? | Closer to Truth."
- [15] M. Whitelaw, *Metacreation: Art and Artificial Life*. 2004.
- [16] G. Monro, "Emergence and Generative Art," *Leonardo*, vol. 42, Oct. 2009.

Programmer son art : le shadercoding comme processus de création temps réel et performatif dans l'art numérique

Florine Fouquart

Doctorante, Lab. AI-AC, équipe INREV.
florine.fouquart@live.fr

Chu-Yin Chen

Professeure, Université Paris 8

Dans un contexte où l'art numérique est de plus en plus présent, il convient de questionner certains de ses aspects, notamment celui du profil de l'artiste technique. Pour se faire, cet article propose une introduction théorique au *shadercoding*, une discipline mêlant programmation, mathématiques et graphisme, mais également une réflexion sur la performance d'art numérique au travers de cette pratique, dans des événements de programmation en temps

In the light of digital art being more and more present, raising questions regarding several aspects of it should be done, especially the question about being a technical artist. To do so, this paper proposes a theoretical introduction to shadercoding, a field where code, mathematics and graphics are blended. Thoughts about performing digital art through shadercoding in live coding events will also be discussed.

Résumé

Abstract

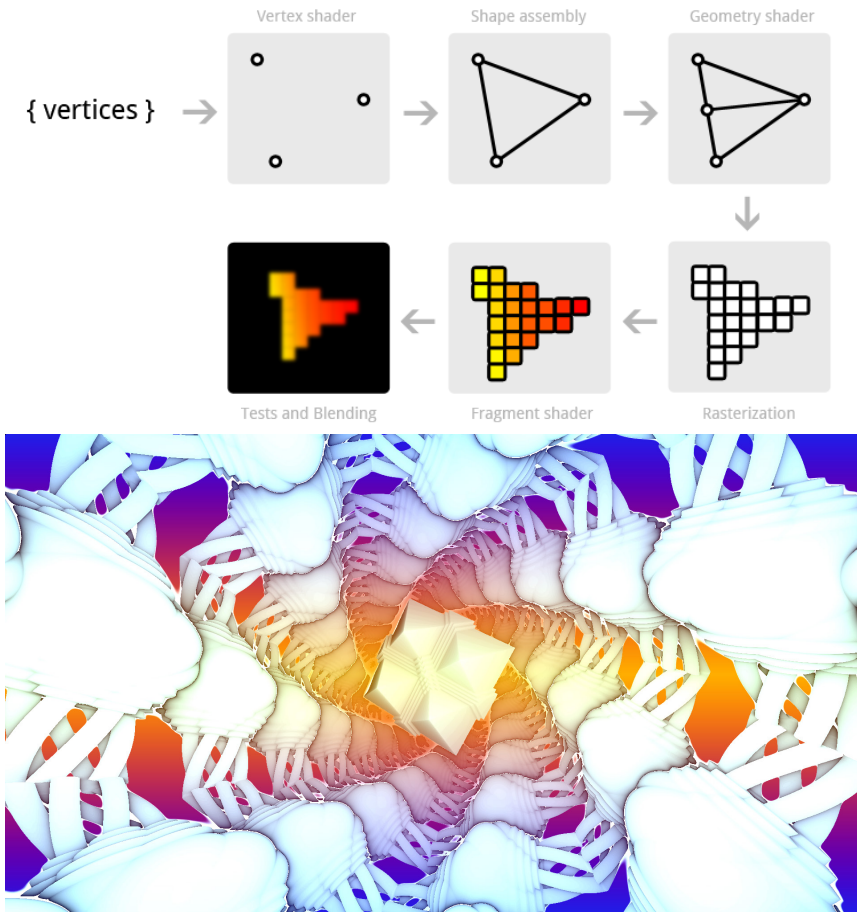


Fig 1. Schéma des étapes de rendu d'une image décrite par les shaders qui la composent

Introduction

Théorisées dans les années 80 par le chercheur américain John C. Hart, les techniques poussées du *shadercoding* employées aujourd'hui sont parties d'une curiosité mathématique¹ : approximer et représenter les fractales, ces formes complexes issues de formules mathématiques . Ces méthodes per-

1. Hart, John. (1995). Sphere Tracing: A Geometric Method for the Antialiased Ray Tracing of Implicit Surfaces. The Visual Computer. 12. 10.1007/s003710050084.

mettant d'afficher un très grand nombre d'éléments dans une image, de façon procédurale et en temps réel, ont fait ensuite une percée discrète dans le domaine de la production de film d'animation. On peut prendre pour exemple le film *Brave* du studio Pixar, dans lequel la mousse et une partie de la végétation ont été générées à partir de formules mathématiques au sein de l'outil *Wonder Moss*, mis en place ici par l'espagnol Inigo Quilez². Aujourd'hui, ces techniques se répandent dans beaucoup de domaines car elles permettent également de représenter de façon optimisée des objets volumétriques. Par exemple, dans le dernier jeu du studio Guerrilla Games pour Sony, *Horizon Zero Dawn*, tous les nuages des paysages sont générés à l'aide d'une de ces techniques : le *raymarching*³.

Un domaine qui lui est resté intouchable pour l'instant, à mon sens, est celui des arts numériques. Il existe des sites en ligne très accessibles pour pratiquer le *shadercoding* aisément, des tournois où l'on voit s'affronter deux participants dans un temps limité ont vu le jour, mais aucune réflexion concernant les possibilités de cette discipline n'a été théorisée au regard de l'art. Il serait pourtant très intéressant de se pencher sur cette partie de la pratique, qui lie parfaitement la technique du code et des mathématiques à l'image numérique.

Dans un premier temps, nous reviendrons sur les bases techniques du *shadercoding* avec une introduction théorique. Dans un second temps, une analyse d'une pratique performative du *shadercoding* sera proposée, sous la forme d'un retour d'expérience.

Présentation théorique et technique du *shadercoding*

Le *shadercoding* désigne l'action de coder un *shader*. Celui-ci est un programme s'adressant directement à la carte graphique, aussi appelé GPU pour *Graphic Processing Unit*, de l'ordinateur sur lequel il est exécuté. Il décrit chaque étape du rendu, c'est-à-dire chacun des processus qui vont permettre à la machine d'afficher une image en fonction des informations des points dans l'espace 3D et de leurs propriétés physiques.

2. Quilez, Inigo. *Wonder Moss*. https://www.youtube.com/watch?v=Z_Vk3Yn-wCk is the language-specific text that implements the

3. Schneider, Andrew. *Conférence The Real-time Volumetric Cloudscapes of Horizon: Zero Dawn SIGGRAPH 2015*. <http://advances.realtimerendering.com/s2015/index.html>

Il existe 4 types de *shaders*, représentant chacun une étape du rendu de l'image finale :

- **Vertex shader** > Décrit la position des points dans l'espace 3D
- **Tessellation shader** > Assemble les points en formant des triangles
- **Geometry shader** > Ajoute de nouveaux points et de la définition supplémentaire aux triangles précédents si besoin
- **Fragment (ou pixel) shader** > Intervient après la rasterisation⁴, donne une couleur au pixel en fonction de sa position sur la grille de projection

Ces programmes sont écrits dans des langages de programmation tels que le GLSL, HLSL, OSL, Metal pour les produits Apple ou encore en SPIR-V pour les utilisateurs de l'API Vulkan, créée par le consortium Khronos Group.

Ma pratique personnelle du *shadercoding* s'appuie principalement sur le dernier *shader* du processus, le *fragment shader*. Pour résumer, celui-ci va prendre en entrée la position d'un « point numérique » de l'espace 2D, appelé pixel, et va retourner une couleur pour le pixel correspondant. C'est donc généralement l'étape utilisée pour coder des *post-process*, c'est-à-dire des effets qui vont s'appliquer a posteriori d'autres calculs d'objets et de physiques des matériaux. Il peut s'agir d'un effet de déformation de l'image, d'un effet de contraste, de *bloom*, etc. Mais la propriété première du *fragment shader* peut aussi permettre de générer, à l'aide de formules mathématiques, des motifs ou *patterns* particuliers. Ceux-ci peuvent être animés avec des variables évoluant dans le temps ou selon d'autres informations externes, qui peuvent provenir d'interfaces hommes-machines telles qu'un clavier, une souris, une leap motion ou une kinect, entre autres. Les possibilités génératives sont quasi-infinies, de par la description mathématique d'une image.

Une technique permet même de recréer de la profondeur dans le *fragment shader* et donc d'afficher à nouveau de la 3D : le *raymarching*. Elle a été théorisée la première fois afin de pouvoir représenter en temps réel des formes très complexes telles que des fractals en 3D de type mandelbulb et des espaces infinis, répétés, contenant un grand nombre de petits détails. Il s'agit de décrire l'espace selon des fonctions de distances en un point donné, équivalent à nos yeux ou une caméra filmant la scène par exemple. Ensuite,

4. Il s'agit de l'étape consistant à projeter les positions des points en 3D sur une grille en deux dimensions afin de constituer l'image finale

pour chaque pixel de l'image, on lance un rayon sur lequel on va 'marcher' pas à pas, selon une distance fixe. Chaque rayon va donc, à un moment du parcours de la scène, rencontrer un objet décrit dans la fonction de distance (appelée communément SDF pour *Signed Distance Field*). On peut alors afficher ce point de convergence dans l'image.

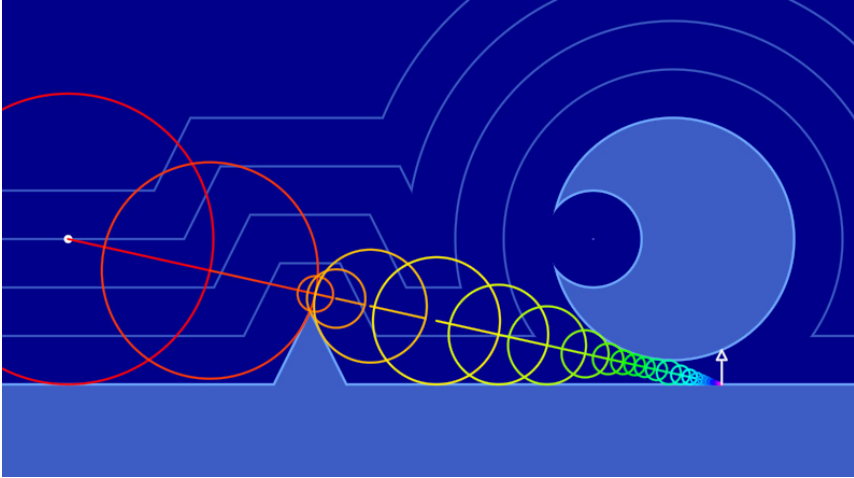


Fig 2. Représentation graphique de la technique du Sphere Tracing, optimisation du raymarching - Paniq

Un *shader* se décrit donc à l'aide de phénomènes physiques et mathématiques parfois complexes, faisant appel aux matrices et leurs transformées, ou encore aux vecteurs et aux différentes opérations possibles entre eux. Il faut alors avoir une base de connaissances scientifique et technique relativement poussée, si l'on souhaite coder ses propres *shaders*. Mais cela en vaut la peine ! La modification de ces programmes à l'aide de formules mathématiques et de variables animées ouvre des possibilités infinies pour créer, animer et rendre interactif des images numériques en temps réel.

J'ai donc décidé d'en faire ma pratique artistique tout au long de ma recherche, en utilisant principalement la technique du *raymarching*.

L'art numérique en temps réel : la performance en shadercoding Maîtriser l'outil

Comme expliqué précédemment, coder un *shader* demande de la technicité, des connaissances mathématiques et une bonne représentation de l'espace, ainsi que des courbes représentant les fonctions les plus utilisées telles que le sinus, la tangente ou encore le modulo. Celles-ci vont nous permettre de manipuler l'espace en deux ou trois dimensions. On va pouvoir le tordre, le replier sur lui-même, le symétriser ou le dupliquer à l'infini. Manipuler un *shader* requiert donc une certaine aisance mathématique et technique. Il ne s'agit pas non plus de savoir calculer la racine carrée de 492 de tête ! Mais plutôt de savoir qu'un produit scalaire entre deux vecteurs orthonormés retourne le cosinus de l'angle entre ces deux vecteurs, ce qui va nous permettre de représenter le rebond de lumière sur une surface, en faisant le produit scalaire du vecteur normal au point et de la direction de la source lumineuse.

Cet aspect très technique du *shadercoding*, que je pratique en tant qu'art, fait résonner en moi la question de la typologie de l'artiste numérique.

« Plus qu'une technologie, le numérique est une véritable conception du monde, insufflée par la science qui en constitue le soubassement. Ce qui oblige à repenser l'art dans son rapport à la science et à la technique. »

Edmond Couchot, Norbert Hillaire [1]

Si l'on veut être maître de son œuvre, de la conception à la réalisation jusqu'au produit fini, il ne s'agit plus de conceptualiser une idée mais bien de maîtriser un processus que l'on peut qualifier de scientifique. Cette idée peut d'ailleurs être étendue à tout l'art numérique, qui repose sur des technologies de plus en plus avancées et complexes. Malgré les efforts faits par les concepteurs de matériels et de logiciels pour simplifier l'utilisation de leurs produits, une couche technique sera toujours présente.

« Le numérique est facteur à la fois de rupture et de continuité. C'est à ce paradoxe que s'affrontent tout ceux qui utilisent un ordinateur pour faire œuvre. De la manière dont ils conjuguent le calculable et le sensible, le nouveau et le traditionnel, se définit leur esthétique. »

Edmond Couchot, Norbert Hillaire [2]

L'artiste numérique veut exprimer une sensation, un vécu, créer du sensible au travers de machines logiques, réfléchissant à base de 0 et de 1. Une réflexion logique et technique en amont est donc toujours nécessaire pour réaliser une œuvre numérique. Peut-on alors créer une expérience sensible au travers de l'art numérique, sans perdre une partie du propos ou du vécu

dans les contraintes techniques du numérique ? Pour l'instant cette question reste ouverte.

Pour ma part, avec la pratique du *shadercoding*, je tente chaque jour de comprendre un peu plus toute la technique et les mathématiques sous-jacentes à la maîtrise du *shader*. Connaître et maîtriser le fonctionnement de ces formules mathématiques dans le contexte de l'écriture d'un *shader*, va me permettre de les utiliser dans des expérimentations qui vont alors définir mon esthétique et ma pratique. De par ces connaissances maîtrisées en amont, je peux aujourd'hui créer instinctivement mes images et même les improviser en temps réel au moment de l'écriture du code.

Le temps de l'œuvre

« Puisqu'il est évident que l'inspiration ne forme rien sans matière, il faut donc à l'artiste, à l'origine des arts et toujours, quelque premier objet ou quelque première contrainte de fait, sur quoi il exerce d'abord sa perception... »

Alain [3]

Ces propos d'Alain nous montrent une autre voie de la pratique de l'art numérique : les contraintes peuvent être créatrices. Ce qui nous est imposé peut nous diriger dans notre créativité. La technicité derrière le *shadercoding* peut donc être créatrice, elle peut être un moteur de celle-ci. Je trouve cela d'autant plus vrai lorsque l'on rajoute une contrainte de temps à l'écriture d'un *shader*, comme cela se fait dans les événements de *live coding*.

Plus communément appelé *Shader Showdown*, il s'agit de coder son effet visuel à l'aide d'un *shader* en 25 ou 30 minutes devant un public. Suite à cette épreuve, les participants sont jugés par les spectateurs sur différents critères : l'image finale produite, la technicité du code mais également l'évolution de l'effet au cours de l'épreuve. Ce dernier critère peut être particulièrement important car, comme son nom l'indique, il est question ici de *show*, de spectacle à la fois technique et artistique.

Pour la suite de cet article, je propose de faire un retour d'expérience, une analyse de mon vécu par rapport à cette discipline et ces événements de *live coding*.

Mon premier contact avec cet univers fut lors de la *Revision Demoparty 2016*. Les *demoparty* sont des rassemblements de passionnés en informa-

tique et en imagerie numérique, où codeurs et graphistes s'associent pour créer des courts-métrages sous forme d'exécutable temps réel, des jeux vidéos ou encore des images dessinées sous Amiga, Commodore 64 et autres machines anciennes. La *Revision* est la plus grande demoparty d'Europe et à cette occasion un *Shader Showdown* d'envergure y est organisé. Je suis arrivée sur les lieux au moment des qualifications de ce tournoi, le spectacle était déjà époustouflant. J'ai tout de suite été émerveillée par la complexité des formes, l'écriture du code qui était tout aussi visible que l'image produite et par l'ambiance électrique devant la scène. Une fois devant cet événement, j'étais complètement hors de la réalité, hors de l'espace et hors de mon corps. Je pense avoir été proche de l'état que décrit cette phrase d'Henri Bergson :

« Ils [les artistes] ne perçoivent plus simplement en vue d'agir ; ils perçoivent pour percevoir, pour rien, pour le plaisir. »
Henri Bergson [4]

J'ai tout de suite voulu faire partie intégrante de cette discipline, de ce spectacle qui était inédit pour moi. Je me suis alors plongée dans la pratique, avec comme objectif de comprendre et maîtriser toutes les lignes de code que je tapais. Ceci dans le but de pouvoir faire émerger mes idées au travers du *shadercoding*, comme théorisé précédemment.

J'ai écrit des *shaders* de façon hebdomadaire pendant un an puis quasi quotidiennement pendant six mois sans jamais me lasser. À chaque fois, c'était le même bonheur et la même sensation de découverte. Au fur et à mesure que je maîtrisais la technicité du *shadercoding*, je pouvais aller plus loin et cela me semblait infini en termes de possibilités. C'est d'ailleurs toujours le cas aujourd'hui. Tout ce que j'observe m'inspire et je suis constamment en état d'éveil, comme si une création potentielle était en moi de façon permanente.

En mars 2018, après deux ans de pratiques et de petits tournois amicaux sur Paris, je me suis retrouvée propulsée sur la même scène devant laquelle je m'étais découvert cette passion pour le *shadercoding*. J'ai pu participer au *Shader Showdown* de la *Revision* 2018 et aller jusqu'à la finale. Je me suis donc installée sur scène, devant mon écran et surtout devant plusieurs centaines de personnes qui allaient juger mon travail, trois fois de suite. J'ai commencé à coder et j'ai ressenti la même chose que lors de ma première rencontre avec cette discipline : j'étais hors du réel, je n'avais plus de corporalité, je n'étais plus qu'esprit et sensations. J'étais moi-même l'image produite, le code écrit, la performance. C'était un tout unique. C'était une description de mon esprit, de mon état à un instant T tel un *snapshot*, un in-

stantané de ma personnalité. Tout cela était possible car j'avais de la marge pour improviser et être impulsive du fait de ma maîtrise du langage et de la technicité de cette programmation. J'avais trouvé le moyen technique me correspondant et me permettant de « faire naître une œuvre », par la communion entre le code (la technique), l'image et l'échange.

« D'autre part, tout art a pour caractère de faire naître une œuvre et recherche les moyens techniques et théoriques de créer une chose appartenant à la catégorie des possibles et dont le principe réside dans la personne qui exécute et non dans l'œuvre exécutée. »

Aristote [7]

Cet événement a été décisif dans la direction de ma recherche et de ma pratique. Je peux affirmer aujourd'hui qu'il est possible de faire des performances artistiques avec du code et du *shadercoding*. J'ai été actrice d'une performance numérique et évolutive, en interaction forte avec de nombreux spectateurs.

« La volonté de faire participer peu ou prou, à travers un dialogue le plus souvent plurisensoriel, le spectateur à l'élaboration de l'œuvre change en profondeur les rapports traditionnels entre l'auteur, l'œuvre et le spectateur. »

Edmond Couchot, Norbert Hillaire [5]

Cette notion de performance à travers le code amène des questionnements à plusieurs niveaux de la pratique. Par exemple, il est intéressant de se pencher sur la temporalité qui englobe celle-ci. Du point de vue de l'artiste, le temps de la conception est le même que celui de la création qui est le temps réel, à la fois au sens du temps présent et de la particularité des images qui sont à opposer à celles dites précalculées. Il s'agit du temps du code saisi. Du point de vue du spectateur, c'est le temps de l'image produite, le temps de la programmation et celui de la réception de l'œuvre. S'instaure alors un dialogue artiste – spectateur qui est une des pistes de réflexion que je souhaite explorer.

Je pense également que la relation qu'entretient un artiste-codeur avec la machine est un sujet d'étude intéressant, un échange a aussi lieu entre ces deux « entités ». L'artiste guide la machine qui elle-même réponds soit par une complainte que l'on appelle une « erreur de compilation » soit par l'affichage d'un visuel traduisant le code écrit, cette image pouvant diriger la créativité du performeur en retour. Intégré à une performance d'art numérique le lien tacite qui existe entre l'artiste et la machine pourrait produire

des résultats intéressants, notamment via l'utilisation de la programmation automatique dans laquelle la machine pourrait écrire son propre code et prendre le dessus sur l'artiste, devenir une performeuse elle-même !

Ces différentes pistes d'ouvertures restent encore à explorer et seront un terrain fertile pour l'expérimentation au travers du *shadercoding* et du *live coding*, que je compte bien pratiquer des années encore !

« L'art doit chaque jour retourner à rien pour chaque jour commencer. L'art est quelque chose qui naît »

Michel Seuphor [6]

[1] Couchot, E. and Hillaire, N. *L'art numérique : comment la technologie vient au monde de l'art*. Flammarion, 2003.

[2] *Ibid*

[3] Alain *Le système des beaux arts*. 1920.

[4] Bergson H. *La pensée et le mouvant*. P.U.F. 1966.

[5] Couchot, E. and Hillaire, N. *L'art numérique : comment la technologie vient au monde de l'art*. Flammarion, 2003.

[6] Seuphor M. *Le style et le cri*. Le Seuil. 1965.

[7] Aristote. *Éthique à Nicomaque*, VI. Garnier-Flammarion. 1965.

Références

Le corps dans l'œuvre de Michel Bret

Tsovinar Banuchyan
Doctorante, Lab. AI-AC, équipe INREV.

Chu-Yin Chen
Professeure, Université Paris 8

À une époque où il n'existe pas encore de logiciels de synthèse d'images, Michel Bret développe lui-même des outils pour pouvoir mettre en œuvre ses projets artistiques. Ces outils vont servir aussi aux desseins de certains artistes et de ses étudiants, et restent toujours d'actualité. Il est créateur de logiciels d'animation 3D temps réel, réalisateur de nombreux films de synthèse et d'installations interactives. Ses recherches portent sur l'introduction des techniques de l'Intelligence Artificielle tel que le connexionnisme dans l'art, notamment dans la danse, le théâtre et le cirque. D'après l'artiste, ces arts intègrent justement le corps comme composante essentielle des œuvres.

La présence forte du corps dans son œuvre (aussi bien dans les films que dans les installations), est une des raisons pour laquelle je m'intéresse à cet artiste. Son œuvre et ses recherches ont un lien important avec le sujet de ma thèse : La relation du corps virtuel et du corps réel dans l'art numérique, cette relation est beaucoup plus valorisée grâce à l'autonomie des agents virtuels.

At a time when there was still no computer graphics software, Michel Bret developed tools himself through which he was able to implement his artistic projects. These tools also served the concerns of some other artists, as well as students, and are still relevant today. He is a creator of real-time 3D animation software, author of numerous synthesis films and interactive installations. His research focuses on the introduction of the techniques of Artificial Intelligence, such as connectionism, in art, including dance, theater and circus. According to the artist, those form of art integrate the body precisely as an essential component of his artworks.

The body is often present in his work (both in films and in installations). Moreover his work and his research are an important source for the subject of my thesis, The relationship between the virtual body and the real body in digital art.

Introduction

Dans cet article nous analyserons l'évolution de la représentation du corps dans l'œuvre de Michel Bret en passant de ses tableaux à ses films et ses installations conçus en collaboration avec d'autres artistes, afin de comprendre sa technique artistique et les particularités de son approche concernant le corps et sa représentation dans l'art numérique.

Comme souligné ci-dessus, Michel Bret lui-même s'est beaucoup questionné sur le corps. Il est auteur d'articles qui portent sur la méthode comportementale de modélisation et d'animation du corps humain, et sur le corps vivant-virtuel, sur la notion de corps en général, qui est selon Michel Bret inséparable de celle de l'espace.

Certes, il est important de considérer comment évolue la représentation du corps dans la création artistique de Michel Bret, en parallèle avec le développement technique. L'artiste s'est toujours interrogé sur le rôle, les conditions, ainsi que sur le devenir de la création « en relation avec les

grands courants de pensées de notre époque » [1], qu'elle soit artistique ou scientifique.

Dans un entretien il confirme :

« J'ai ainsi rencontré l'informatique et les neurosciences autour de l'idée d'une « vie artificielle », paradigme qui peut servir aussi bien à créer de l'art (c'est à dire de l'artificiel) qu'à comprendre ce qui fait notre être (notre corps). » [2]

Comment l'art numérique a élargi les champs de la création artistique

Dans le cadre du projet Art numérique et postérité¹ avec ma collègue Laetitia Perez (doctorante en Images Numériques à l'université Paris 8) nous avons questionné Michel Bret sur le processus de création de certaines de ces œuvres, en collaboration avec Edmond Couchot et Marie-Hélène Tramus, qui vont être conservées à la Bibliothèque Nationale de France. Il est impossible de traiter le sujet du processus de création des œuvres numériques sans revenir à l'origine de la volonté de faire de l'art numérique en générale. Pour l'artiste, c'est une nouvelle époque qui commence, et cela s'explique surtout par le fait qu'aujourd'hui nous pouvons faire de l'art numérique avec les programmes qui existent déjà ; tandis qu'à l'époque il fallait inventer ses propres moyens, créer ses propres outils, il s'agissait même d'élaborer des solutions à partir de concepts scientifiques (comme les réseaux neuronaux) en dépassant les programmes existants. D'ailleurs, c'est toujours le cas aujourd'hui.

De plus les possibilités apportées par la nouvelle technologie étaient limitées pour mettre en oeuvre les intentions artistiques. L'artiste s'est donc confié sur le tout début de cette aventure, qui en quelque sorte éclaire l'évolution de son œuvre et sa recherche sur la création numérique. En effet une œuvre numérique est aussi un questionnement permanent sur la science, sur la philosophie, sur l'art mais surtout sur sa propre théorie en tant qu'artiste chercheur.

1. Débuté en février 2015, le projet Art numérique et postérité : modélisation des œuvres d'art numérique et de leur dispositif de lecture du

Labex Arts-H2H a pour objectif de contribuer à la pérennité de la création numérique. Les partenaires : BnF, Paris 8.

Tout d'abord rappelons qu'en-dehors de son état de mathématicien, Michel Bret pratiquait le collage et la peinture. Sauf qu'une peinture, comme souligne l'artiste lors de notre entretien, ne bouge pas, alors que l'ordinateur lui donnait la possibilité de faire de la peinture qui bouge. Finalement c'était réalisable, voilà pourquoi il s'adapta aux différents systèmes, tout d'abord d'une manière très simple et ordinaire, puis par la suite l'œuvre évolua en parallèle avec la performance croissante des machines, des systèmes et des compilateurs.

« C'est devenu possible, il y avait un dialogue permanent entre ce dont je rêvais et ce qui est possible » confirme l'artiste, puis il ajoute « ma réflexion c'était : « je vais utiliser les ordinateurs pour faire de l'interactivité », sauf qu'à l'époque c'était impossible, c'est venu peu à peu, mais c'était toujours dans mon esprit et maintenant je peux en faire d'une façon transparente, puisque les systèmes suivent ». [3]

Le corps dans les films de Michel Bret : une « peinture qui bouge »

Si le corps toujours présent dans les films de Michel Bret, qu'on peut regarder sur le site de l'artiste² fait souvent allusion à la danse, ce n'est pas par hasard. D'un côté les mouvements sont accompagnés par la musique, et d'un autre côté l'œuvre elle-même se nomme parfois en faisant référence à la musique, comme par exemple *Le temps réel Billie Holiday* (2008). Nous pouvons même dire que la musique inspire le choix des couleurs, qu'elle dirige parfois aussi les mouvements du corps, qui peuvent se disperser en fragments de couleurs. D'ailleurs ces couleurs, nous les retrouvons dans les collages et les tableaux de l'artiste faits entre 1950 et 1978.

Reprenons ici les paroles de Michel Bret concernant la possibilité que la technologie donne à un peintre. Les films, dont certains sont issus des installations de Michel Bret, font aussi allusion à une peinture. Les couleurs, les mouvements du corps qui bouge sans cesse nous donne une impression que le corps a envie de se libérer ou de s'échapper de l'œuvre qu'elle représente, tant ce corps virtuel nous semble être indépendant, contrairement aux tableaux où le corps n'a pas d'autre choix que de rester immobile, même dans son « mouvement ».

2. Le site de Michel Bret <http://www.anyflo.com>

Ces animations (Suzanne (Fig. 1), Rosa la rose (Fig. 2), Cry Baby (Fig. 3), etc.)³ sont réalisées avec les méthodes de conception des personnages virtuels, qui font justement partie du domaine des images de synthèses.

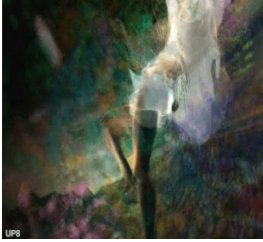


Fig. 1. Suzanne 1998 (4mn 5s)



Fig. 2. Rosa la Rose 2000 (3mn 34s)

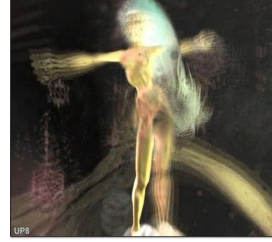


Fig. 3. Cry baby (3mn 56s)

Plus tard nous retrouvons cette conception des personnages virtuels dans les installations interactives dont nous allons parler dans la suite de notre article.

Michel Bret, selon ses propres mots, a conçu ses premiers films sur des machines assez lentes, une raison pour laquelle on pouvait exclure le temps réel et l'interaction. Il a développé « le concept d'« interaction endogène » », c'est à dire au sein d'un système, qui est devenu très facilement une interactivité « exogène », c'est à dire avec le monde réel ». [4]

À l'heure où les machines commencent à rendre possible le temps réel il fait connaissance avec Michael Tolson. Cette rencontre va initier Michel Bret aux réseaux neuronaux vers 1995. Selon lui, il y a en France beaucoup d'artistes qui expérimentent certains concepts de la Vie Artificielle, tels que les automates cellulaires ou les algorithmes génétiques, mais l'artiste confirme d'avoir utilisé les réseaux neuronaux « dans un but de synthèse ». [5]

L'intégration des principes de l'animation comportementale et du connexionnisme à un système de création avait pour but de rompre avec le monde des objets. La volonté de refuser la synthèse classique permet à l'artiste d'être beaucoup plus proche du vivant. Ainsi le rôle du corps va se mettre en valeur grâce à la participation, et l'interaction mettra en place une relation spontanée entre le corps humain et le corps virtuel. Il y a une véritable autonomie et liberté qui se met en place entre les deux êtres — artificiel et vivant.

3. Vidéo de La funambule virtuelle, installation de Michel Bret et de Marie Hélène Tramus http://www.archives-video.univ-paris8.fr/bret_sommaire.php

Quand on regarde ces films, on perd bien sûr la notion de l'interactivité, puisque ce sont des enregistrements. Mais dans les installations interactives nous sommes en dialogue spontané avec l'être virtuel, le corps virtuel, qui nous plonge dans un autre univers, qui nous invite à être en contact avec ce corps dépendant de nous pour exister.

Le corps dans les installations interactives

La *Funambule Virtuelle* (Fig. 4) et *Danse avec Moi* sont des œuvres interactives réalisées en collaboration avec Marie-Hélène Tramus. Elles mettent en scène une acrobate et une danseuse de synthèse autonomes et interactives.

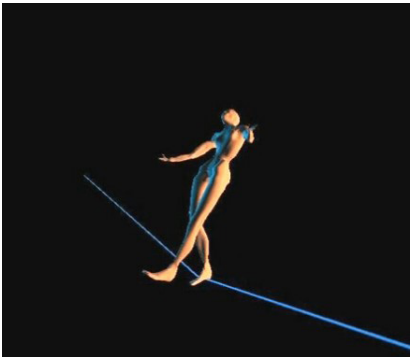


Fig. 4. Funambule Virtuelle

« La funambule virtuelle propose au spectateur de devenir un funambule qui interagit avec l'être virtuel au moyen d'un balancier équipé d'un capteur de mouvement. Ce capteur transmet à l'ordinateur des informations de position et d'orientation interprétées en temps réel comme des forces agissant sur l'acteur dynamique de synthèse contrôlé par des réseaux neuronaux ». ⁴

4. Vidéo de La funambule virtuelle, installation de Michel Bret et de Marie Hélène Tramus
<http://www.archives-video.univ-paris8.fr/video.php?recordID=229>

Cette installation se présente sous la forme d'un écran dans lequel on aperçoit une funambule sur son fil. « Celui-ci est orienté, dans l'image, selon l'axe écran-spectateur. Lorsque le spectateur pose le pied sur le fil figuré au sol, il provoque un effet sur le fil virtuel, déséquilibrant donc la funambule virtuelle. »⁵

D'après Marie-Hélène Tramus ,artiste numérique et professeure émérite de l'art et technologie à l'université Paris 8, par l'utilisation de ces systèmes de réseaux de neurones on découvre dans cette installation une émergence à partir « d'un apprentissage d'une gestuelle, d'autres gestuelles non apprises mais d'une capacité d'improvisation de la Funambule virtuelle ».⁶

La Funambule sollicite la participation de notre corps entier, elle dépend de notre action ; grâce à notre interaction nous allons apercevoir une nouvelle perception, à la fois la nôtre et celle du corps virtuel, une chose qui justifie l'approche de Michel Bret par rapport à la relation œuvre-auteur. Pour l'artiste, « l'un des enjeux essentiel de l'art actuel est de libérer les œuvres de leurs auteurs ». C'est exactement dans cette dimension qu'on perçoit ces œuvres interactives. L'univers dans lequel *La Funambule virtuelle* nous plonge met en avant notre propre relation intime, notre propre expérience avec l'être virtuel, c'est dans cette relation même qu'on se sent entièrement concerné par l'œuvre. Selon Edmond Couchot encore « l'art interactif est conçu — et doit l'être — pour que la subjectivité du spectateur s'exprime le plus librement possible à travers ses choix, ses gestes, son regard, même si cette expression exige d'être encadrée par certaines contraintes. L'œuvre mérite le nom d'œuvre, et le coauteur le nom de coauteur, lorsque l'auteur-amont n'a pas seul le privilège de l'intention.» [6]

L'installation interactive *Danse avec moi*⁷ (Fig. 5) invite le spectateur à interagir en temps réel avec une danseuse virtuelle grâce à un capteur de position et d'orientation qu'il porte à la ceinture. La danseuse virtuelle qui est contrôlée par des réseaux neuronaux va donc commencer à improviser des pas de danse. Dans cette installation l'autonomie de deux danseurs (réel et virtuel)aboutit sur une rencontre presque décontractée. une belle improvisation de chorégraphie ou encore un spectacle de danse se mettent

5. Présentation de La funambule virtuelle, installation de Michel Bret et de Marie Hélène Tramus <http://lecube.com/coproductions/la-funambule-michel-bret-et-marie-h%C3%A9l%C3%A8ne-tramus>

6. Présentation de La Funambule virtuelle par Marie-Hélène Tramus

<https://www.youtube.com/watch?v=3NYBldv339M>

7. Vidéo de l'installation Danse avec moi de Michel Bret et de Marie Hélène Tramus <http://www.archives-video.univ-paris8.fr/video.php?recordID=228>

alors en place pour lesquels « la scène » se transforme en espace qui impose une relation transparente entre le réel et virtuel.

En intégrant à son programme anyflo de nouvelles fonctionnalités, Michel Bret continue à travailler sur la notion de Seconde interactivité, un concept qu'il a développé avec Edmond Couchot et Marie-Hélène Tramus. Selon l'artiste, ce concept fait référence à la « seconde cybernétique » et aux systèmes adaptatifs. « C'est la dernière évolution du concept d'automatisme, à partir de systèmes qui réalisent une vie artificielle, qui s'auto-modifient et se reproduisent. C'est cette course vers l'autonomie qui m'intéresse en tant qu'artiste »⁸, raconte l'artiste dans un entretien.



Fig. 5. Danse avec moi

Cette recherche permanente de l'autonomie qui mêle nos gestes, notre conscience, nos mouvements, notre capacité d'interagir avec le monde virtuel en mettant notre propre corps au centre d'une œuvre d'art numérique fait réfléchir sur cette relation qui est à la fois sentie et actée. Nous commençons à réfléchir à ce qui nous reste de cette expérience, comment on vit ce trajet physique à l'intérieur de notre corps.

Le corps virtuel et le corps réel nouent ensemble une relation qui les affecte tous les deux. Que devient l'œuvre grâce à, ou à cause de cette relation ? Que devient l'œuvre de Michel Bret grâce à une interaction, est-il important de nous reconnaître en ce corps virtuel ?

Le corps dans les installations interactives

8. Point de vue-la seconde interactivité, interview avec Michel Bret
<http://www.demiaux.com/a&t/bret.htm>

La *Funambule Virtuelle* (Fig. 4) et *Danse avec Moi* sont des œuvres interactives réalisées en collaboration avec Marie-Hélène Tramus,. Elles mettent en scène une acrobate et une danseuse de synthèse autonomes et interactives.

Conclusion

Pour conclure, certes , le corps représenté, le corps virtuel, le corps du participant et le corps réel, engendrent un dialogue très personnel et intime. En même temps une liaison spontanée se crée grâce à l'autonomie que les artistes comme Michel Bret ont rendue possible aussi pour les êtres virtuels. Il serait nécessaire de mettre en lumière les conséquences de l'œuvre prenant son autonomie, ainsi que la perte du contrôle de l'artiste sur celle-ci. Ces éléments vont être au centre de notre attention dans la prochaine article.

Cette autonomie est l'un des moyens les plus précieux pour découvrir une nouvelle forme de perception qui pourrait influencer le devenir d'une œuvre numérique où notamment le corps virtuel est indépendant. Cela crée une certaine cohérence entre le réel et le virtuel et les actions, étant limitées de deux côtés, mettent en place des conditions qui sont presque égale pour les deux, c'est à dire pour le corps virtuel et le corps réel.

Moyennant quoi, pendant que notre corps est proche de la virtualité, le corps virtuel s'approche de la réalité.

[1] Entretien avec Michel Bret, artiste et chercheur indépendant, proposé et réalisé par Alexandre Gherban, Art/Imaginaire, Revue n° 38, novembre 2002. <http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2002/38/bret.htm>

[2] *Idem.*

[3] Entretien du 13/10/2017 avec Michel Bret dans le cadre du projet Art numérique et postérité. Archive personnel (enregistrements des entretiens).

[4] Entretien avec Michel Bret, artiste et chercheur indépendant, proposé et réalisé par Alexandre Gherban, Art/Imaginaire, Revue n° 38, novembre 2002. <http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2002/38/bret.htm>

[5] *Idem.*

[6] Edmond Couchot & Norbert Hilaire, Art numérique, L'art numérique, comment la technologie vient au monde de l'art, Champs-Flammarion, Paris, 2003, page 109.

Retour
d'anciens docteurs
sur
la réalité virtuelle

Mi-mime, Mi-mixe : hybridation de l'art du mime et de la réalité mixe

Jean-François Jégo
INREV, Université Paris 8

Selon Marcel Marceau, « L'art du mime [...] consiste à rendre visible l'invisible et l'invisible visible » (Marceau, 1992). La réalité virtuelle permet à l'homme de s'immerger et d'interagir avec un univers impalpable, mais visible. Que se passe-t-il lorsque le mime se trouve dans un système de réalité virtuelle qui joue sur les perceptions et l'ambiguïté du réel et du virtuel ? Une interaction qui se construit le temps du spectacle en fonction de la réaction du système et des actions non prédéfinies produit-elle un nouveau type d'improvisation ou de jeu d'acteur ? Que provoque cette hybridation chez le spectateur ? Nous présentons notre projet de recherche IAM-4Mime, une pantomime en six actes qui croise l'art du mime et la réalité mixte (Milgram & Colquhoun, 1999) qui combine les réalités virtuelle et augmentée dans un théâtre d'ombres réelles et virtuelles. Son élaboration a réuni un mime Marceau et des créateurs en scénographie interactive. L'acteur mime, équipé d'un système de capture de mouvements en temps réel, est en mesure d'interagir avec l'environnement virtuel dont la silhouette est rétroprojetée sur un paravent modulable. Cette modularité permet de reconfigurer l'espace de chaque scène. Le spectateur est invité à découvrir l'univers d'un mime à la recherche de son double virtuel dans un décor

surréaliste fait d'illusions. Dans une première partie, nous exposons le processus création de cette pantomime, du scénario à la construction du support de projection. Nous détaillons comment l'intégration des effets visuels et des objets virtuels et réels, et les expérimentations ont fait évoluer le scénario, par choix esthétiques, par contraintes scéniques et même par artéfacts informatiques. Nous questionnons enfin la notion d'environnements réel, augmenté ou virtuel du point de vue de l'acteur qui circule à travers ces univers selon le fil narratif de la pantomime.

mime Marceau, pantomime, réalité mixte, capture de mouvements, expérimentation, numérique, processus de création, dispositif, projet de recherche.

« [L'art du Mime] est insaisissable, il consiste à rendre l'abstrait concret et le concret abstrait. C'est-à-dire, rendre l'invisible visible et le visible invisible »

(Marceau, 1992)

La pantomime interactive

La pantomime, spectacle historique souvent à l'improviste, parfois improvisé, mais toujours riche de sens et d'expressivité, est centrée sur le jeu de son acteur : le Mime. Ce dernier n'utilise pas la parole, il dispose d'autres artifices tels l'expression du corps, les expressions visuelles, les bruitages et l'utilisation de son environnement. Cet art du mime a connu plusieurs évolutions depuis l'antiquité jusqu'aux avant-gardistes tels Étienne Decroux et son disciple Marcel Marceau. Nous souhaitons, par cette création, mettre en relief certains aspects du caractère intrinsèque de la pantomime : la présence scénique. De l'art de divertir, de faire rêver, et de provoquer l'imaginaire, à sa maîtrise corporelle absolue, le Mime peut-il encore ajouter des artifices à sa palette ou encore est-il possible de « l'augmenter » ou de « l'immerger » dans un environnement virtuel ?

Ma rencontre avec le Mime contemporain, Dimitri Rekatchevski, élève de l'école Marcel Marceau permis de discuter d'un croisement potentiel entre pantomime et virtuel. Or, la mise en place d'un dispositif numérique issu de la réalité virtuelle est conséquente et technique. Comment créer une pantomime qui se jouerait d'entités externes visibles et invisibles ? Au niveau de l'interactivité, comment le mime peut-il à la fois utiliser des éléments tangibles et dialoguer avec le virtuel ?

De la réflexion apportée d'un côté par Dimitri Rekatchevski pour la partie pantomime, de l'autre par Adrien Gentils, Florian Girardot et moi-même pour la partie performance, est né un premier scénario d'une pantomime qui mêlerait réel et virtuel. Nous décrivons dans cet article la mise en place du dispositif interactif dédié à la scénographie de cette pantomime utilisant la silhouette et des objets comme accessoires et décor projetés sur un paravent en ombre chinoise. Nous avons ainsi réalisé la pantomime en six scènes « *IAM4Mime* », à travers un dispositif de repérage de l'acteur et l'installation d'un paravent rétro projeté. Les interactions mises en place sont visibles au moyen de silhouettes du mime et d'éléments de décor de son environnement. Nous décrivons ici l'interactivité de l'acteur qui façonne son

décor tangible et dialogue avec les accessoires virtuels projetés. Le mode conversationnel de l'individu avec des entités virtuelles sera analysé et nous tenterons de définir la place de l'acteur au sein de cette « machine interactive » au service du Mime.

1. Story-board : Les scènes

a) Protéger notre patrimoine

L'échange commun de nos expériences de créateurs du numérique nous amené à l'idée d'utiliser un support de projection amovible plutôt qu'un écran classique. L'objectif central est d'avoir un support amovible destiné à recevoir des images projetées. Plutôt que d'avoir un simple écran, nous optons pour la création d'un paravent composé de cinq panneaux modulaires : trois panneaux seront support de projection et deux panneaux seront ouverts, telles des portes permettant de créer un point de passage selon la configuration.

D'un point de vue esthétique, nous avons voulu l'installation minimaliste afin de mettre en valeur les ombres à la manière des jeux d'ombre de (Snibbe, 2003). Afin d'identifier visuellement les différentes scènes pour le spectateur, nous avons choisi des arrières plans colorés unis inspirés des travaux de Myron Krueger dans l'installation VideoPlace (Krueger, 1977).

Afin d'avoir une base et des points de repère, il est très vite décidé de garder le centre du paravent fixe et de vidéoprojecter sur les deux autres côtés. Afin d'avoir un dispositif de repérage de l'acteur, nous utilisons le système de motion capture *Optitrack*. Pour les accessoires virtuels qui serviront au jeu du mime, nous sommes partis sur l'idée d'utiliser une chaise réelle facile à reproduire en virtuel.

b) Les tableaux par scènes

À partir des configurations disponibles, Dimitri propose de composer six tableaux qui correspondent à six scènes où la configuration du paravent est changée. À l'intérieur de chaque scène, plusieurs situations sont possibles : les tableaux. Les premiers essais de performance et techniques nous obligent trouver le bon compromis espace/dispositif, une révision du premier story-board s'avèrera ainsi nécessaire. À partir de scénario original, nous avons adapté les différentes scènes en fonction de la configuration et des effets demandés. Les schémas et descriptions ci-après mettent en parallèle les deux scénarios. Le nouveau story-board montre une disposition

en symétrie inversée par rapport à l'ancien, cela est purement logistique, car nous ne disposons pas un espace illimité pour installer le tout, cela oblige à optimiser la configuration.

Nous exposons ci-après le processus de création, la colonne de gauche le premier scénario élaboré. Au fur et à mesure des tests successifs, certaines idées ont dû être abandonnées, et d'autres ont émergé.

• La scène 1

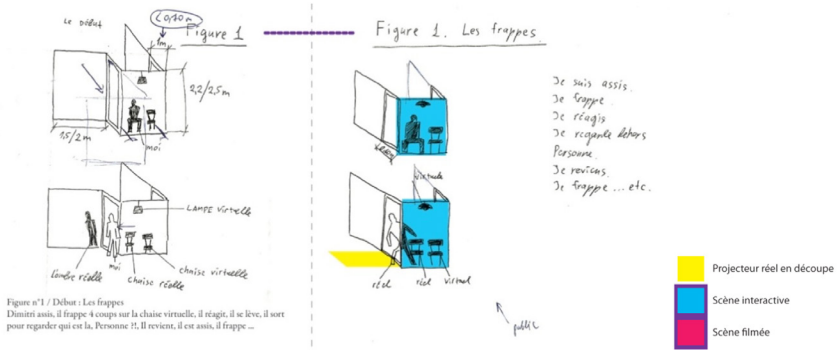


Fig. 1: IAM4Mime, sc. 1, ancien/nouveau story-board

La scène 1, minimaliste, sert d'introduction et de mise en condition. Le paravent est replié en couloir, on ne devine pas encore sa structure, mais on peut déjà remarquer qu'il est cerné par des caméras sur pied, des projecteurs, des câbles...

Dans l'esprit de confrontation, on observe deux chaises : l'une est réelle, mais l'autre ne l'est pas. L'idée est de rendre la silhouette de la chaise virtuelle indiscernable de celle de la chaise réelle. C'est pourquoi Dimitri frappe sur cette dernière afin de la rendre concrète. Cela permet d'instaurer un premier doute : il y aura des similitudes tel un jeu « des sept différences », mais aussi un mimétisme entre objets réels et virtuels. Vraies et fausses chaises, vrais et faux acteurs ?

Par rapport au scénario initial, nous avons opté pour une configuration en couloir qui laisse la surprise de la structure. Par contre, dans cette configuration, les panneaux latéraux obstruent la vision des caméras de motion capture, mais pour cette scène le tracking des mains n'est pas requis.

• La scène 2

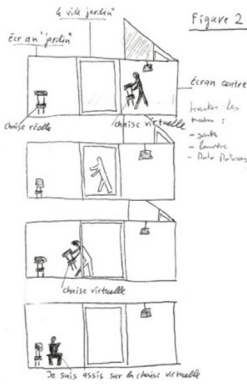
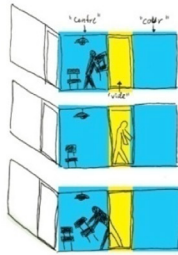


Figure n°2 / la chaise disparaît
Il met en place le décor, il déplace la chaise derrière l'écran jardin, il va pour prendre la chaise virtuelle, elle disparaît, il s'en rend compte, il revient dans l'écran centre, la chaise réapparaît... il réussit à placer la chaise dans l'écran jardin, il est assis sur la chaise virtuelle qui disparaît, il tombe.



Figure 2

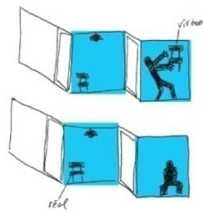
Figure 2. La chaise disparaît.



De construis la Figure-2.
De prends la chaise virtuelle pour la transporter du "centre" à "côté".

Lors de passage dans le "vide" la chaise disparaît
De revient dans le "centre" - la chaise réapparaît.

Figure 3. La chaise volante.



De construis la Figure 3 pour éviter passer dans le "vide".
De transporte la chaise virtuelle dans le "côté".
Imprévisation avec la chaise virtuelle.
De réussit à poser par terre.
J'y m'assois.
La chaise disparaît - se tombe.

Fig. 2: IAM4Mime, sc. 2 et 3, ancien/nouveau story-board.

Dans la scène 2, nous reprenons la position des deux chaises de la scène 1. L'acteur saisit la chaise virtuelle, mais au moment où il traverse la porte, sa silhouette n'existe pas. Ici, le registre est plus de l'ordre de la magie.

• La scène 3

La scène 3 quant à elle est une dérive de la scène 2. En effet, lors d'une répétition, Dimitri n'aligna pas la constellation sur la main qui contrôle la chaise : résultat celle-ci s'orienta de façon totalement incohérente. Bien que dépendante de la position et de l'orientation de la main de Dimitri, elle paraît incontrôlable avec un caractère propre.

• La scène 4

La scène 4 est un mélange successif d'ombres réelles, d'interaction et de projection vidéo. Le thème principal est la rencontre entre l'acteur et son double, avec un mimétisme entre l'ombre réelle et l'ombre virtuelle.

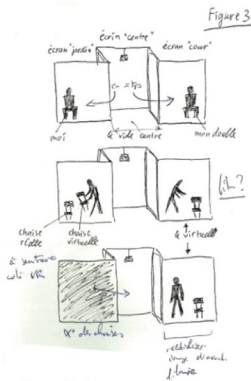
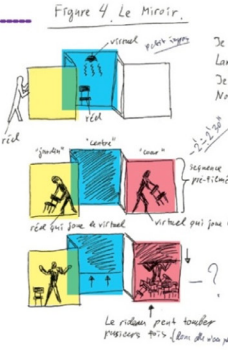


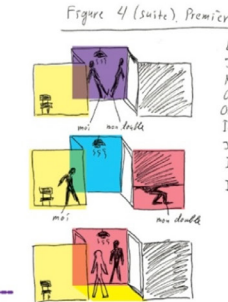
Figure n°3 / Le miroir
Il met en place le décor, son double apparaît lorsqu'il passe de l'écran cœur au jardin par le vide centre. Il pose sa chaise et s'y installe. Il se rend compte de la présence de son double... Le jeu du miroir... Sa chaise commence à se multiplier lorsqu'il la prend (mais pas celle de son double). Il est noyé dans les chaises. L'écran jardin devient complètement noir de chaises... Son double continue à jouer au miroir. Il cherche la sortie dans l'obscurité. On peut supposer qu'il fasse la même chose sauf lorsqu'on le voit pas



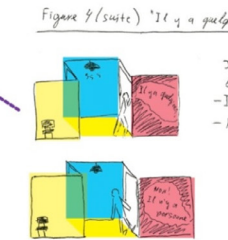
Figure n°3 / L'ombre
Il sort du noir dans le vide centre, son double devient son ombre, il se moque de lui derrière son dos, s'il se retourne il redouble son ombre. Finalement il sort un pander et tire sur son ombre comme Lucky Luke. Son ombre reçoit la balle et disparaît.



Je construis de Figure 4.
L'ange dégoûté.
De vais à réparer — elle s'éteint.
Noir au "centre"
Moi virtuel entre dans le "cœur".
Moi réel — dans le "jardin"
Deux de miroir ; je repète du geste
de mon double que-telme qui se rend
compte de ma présence.
Mon double joue moi.
Et moi, je joue son ombre.
Lorsqu'il prends une chaise si sa
place apparaît une autre jusqu'à
ce que son espace soit rempli de chaises
terrific, mon double, laisse le rideau
de l'obscurité dans son espace ("cœur").
Automatiquement le rideau de "cœur"
remonte.



La lampe clignote (hors au lug de la scène).
Je vais pour la réparer.
Mon double aussi.
On se voit.
On s'en fait dans nos espaces respectifs.
Il rétrécit son rideau pour m'explorer.
De ses "dehors".
Il devient mon ombre.
Il se sature et disparaît.



De l'opacité.
Les lettres virtuelles sortent de mon double.
— Il y a quelqu'un?
— Non, il n'y a personne! — je ressens la réponse.

- Projecteur réel en découpe
- Scène interactive
- Scène filmée

Fig. 3: IAM4Mime, sc. 4, ancien/nouveau story-board.

Dans un premier temps, Dimitri mime le double filmé. Véritable miroir, la silhouette réelle de l'acteur tente de mimer la silhouette virtuelle. Il y a donc une inversion des rôles : l'acteur doit doubler son double virtuel dans un véritable effet de symétrie.

La deuxième partie concerne la rencontre de front des deux protagonistes en partie centrale. Rencontre d'abord difficile, puis tentative de contact sur le même panneau. L'ombre, peu téméraire, part se cacher derrière un store virtuel.

Enfin, dans la dernière partie, Dimitri appelle son double qui lui répond dans une bulle de bande dessinée, le tout dans un esprit a fortiori cartoon. Par rapport au premier scénario, le principe du double est resté, mais un jeu de cache-cache a été instauré au moyen d'un store virtuel. Ce store est d'abord utilisé par le double virtuel, puis réutilisé par la suite par Dimitri dans d'autres scènes.

• La scène 5

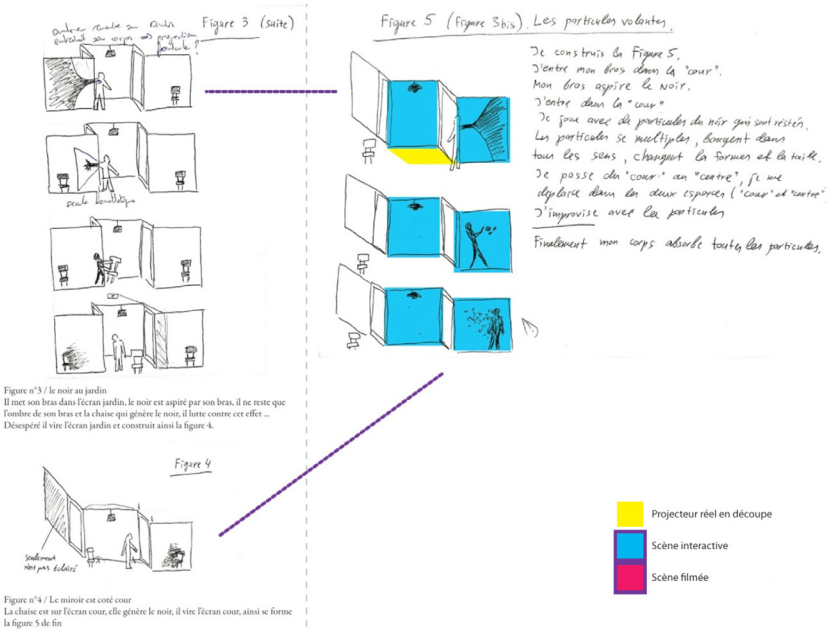


Fig. 4: IAM4Mime, sc. 5, ancien/nouveau story-board.

La scène 5, dite « des particules », découle de l'idée principale où le mime aspire le noir côté jardin. La constellation de sa main droite attire les particules ce qui crée le phénomène d'aspiration.

Le noir se concentre ensuite en balles de jonglages. Cette idée est aussi apparue pendant des phases de débogage. Un jour, le nombre de particules a été limité à trois au lieu de plusieurs centaines, créant non plus un phénomène de masse, mais trois balles bien distinctes attirées par les mains de Dimitri. L'idée graphique fut ainsi gardée.

En parallèle, d'après le premier scénario, la chaise virtuelle devait s'évaporer; or nous ne pouvons projeter le rendu virtuel que sur deux paravents. La

chaise a été supprimée et nous avons décidé de transposer l'effet d'évaporation sur l'acteur. Enfin, les balles disparaissent et l'acteur devient non plus attracteur, mais émetteur de particules. Une fois qu'il sort du paravent, les particules se subliment.

• La scène 6

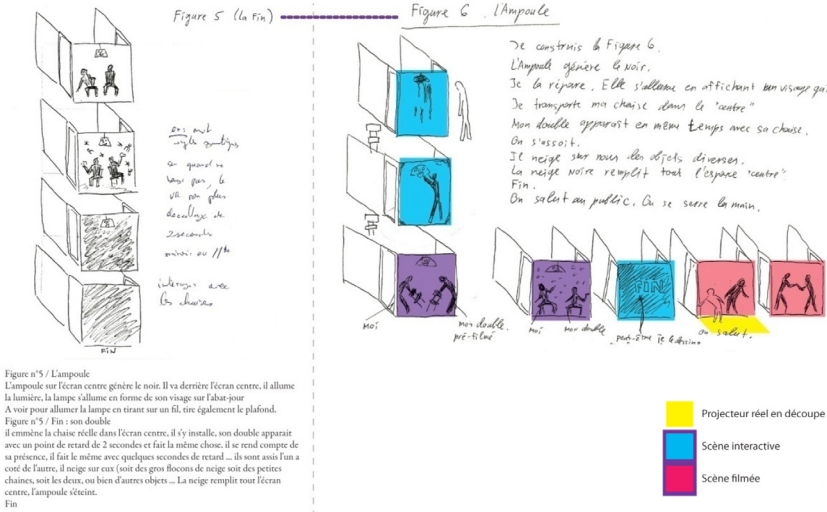


Fig. 5: IAM4Mime, sc. 6, ancien/nouveau story-board.

La scène 6 est la dernière, elle reprend la configuration du début, à savoir le paravent replié en couloir, elle comporte quatre tableaux :

- La réparation de la lampe;
- La neige de microchaises qui associe vidéo et particules;
- Le mot de la fin dessiné en temps réel;
- Et le salut au public en compagnie de l'ombre virtuelle.

La configuration en couloir ne gêne finalement pas la partie dessin, car au moins trois caméras peuvent repérer la constellation de la main au travers des portes latérales et l'ouverture arrière. De plus, l'acteur devra dessiner assis par terre afin de ne pas cacher la projection du dessin.

La pièce se termine par une révérence commune de l'acteur et de son double au public.

2. La mise en place du dispositif

a) La construction

La structure

Les matériaux utilisés sont simples et contrastent évidemment avec le dispositif technique. Pour la construction, nous avons assemblé les cadres à partir des tasseaux de bois, vissés entre eux par des équerres de chaise. Les cadres sont reliés par deux charnières de porte scellées par un élastique afin d'éviter qu'elles ne se décrochent pendant la représentation. Ces charnières étaient en elles-mêmes contraignantes à orienter pour pouvoir plier le paravent vers l'intérieur et l'extérieur.

Initialement, les cinq panneaux devaient être de taille identique, soit 140 cm de large pour 2 m de haut. Or par commodité de place pour le *video-mapping*, nous avons décidé de réduire la taille des portes à 60 cm, donnant une structure dépliée d'environ 540 cm.

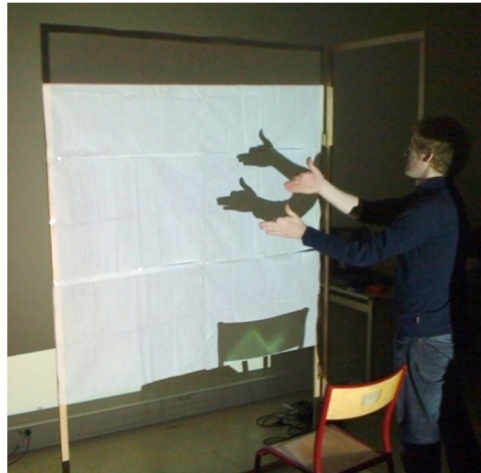


Fig. 6 : IAM4Mime

La surface de projection

Le choix du matériau support de projection s'est fait suite à des tests sur du papier. Le rendu de la silhouette était optimal, car le papier laisse passer suffisamment de lumière, par contre sa fragilité nous a poussés à choisir un autre médium. Nous avons opté finalement pour du tissu en coton blanc, plus solide. Certes, il est plus cher que le papier, mais il permet d'obtenir

une ombre tout aussi correcte. Les cinq mètres de tissu ont été découpés puis agrafés : cette phase s'est déroulée en une demi-journée pour finaliser, à quatre, les trois panneaux blancs.

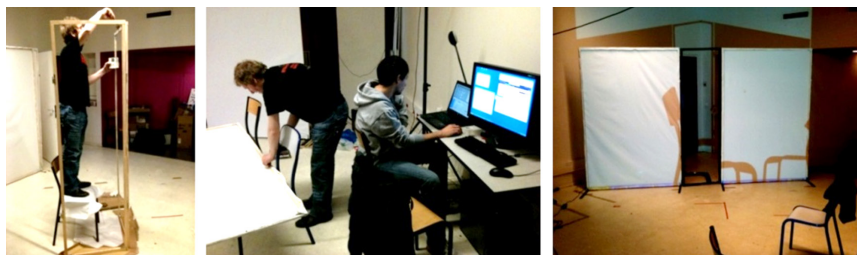


Fig. 7 : IAM4Mime, phases de peinture, pose du tissu et installation.

Au final, l'ensemble se révèle être un mélange de haute technologie et d'artisanat. Cela préfigure au même titre, le contenu de la pantomime et ses artifices virtuels dans un contraste évident de technologies et de savoir-faire qui vont coopérer le temps d'une représentation.

b) La calibration

La calibration matérielle se fait en positionnant tout d'abord le paravent central. Ce dernier définit l'origine du monde réel et virtuel, impératif pour avoir une correspondance d'échelle entre les deux univers. Le panneau central est donc fixé et l'origine est établie au coin inférieur gauche, vue face au public. Aussi, le paravent est mesuré et les positions sont définies en vue de les reporter dans le logiciel 3D.

Initialement, nous comptions repérer l'acteur au moyen de sa silhouette avec un traitement logiciel de l'image. Après nous être penchés sur des technologies comme le projet *Microsoft Kinect* (Shotton et al., 2011), l'utilisation d'un sol sensitif artisanal pour les déplacements sur la scène ou d'une caméra thermique pour le tracking du corps et l'emploi de *BodyPads* en guise de déclencheurs, la solution la plus optimale semble être l'utilisation de marqueurs.

Notre but demeure que l'acteur s'affranchisse au maximum de la technique, or pour développer le projet dans le temps imparti, le plus pratique restait un système de motion capture. Nous avons donc opté pour le système *NaturalPoint Optitrack* composé de six caméras. L'avantage de ce système est le traitement matériel de l'image : les points blancs des constellations sont isolés directement par les caméras qui renvoient des coordonnées numériques de points plus faciles à traiter. Les algorithmes du logiciel *Tracking-*

Tools s'occupent de trianguler chaque point des constellations dans l'espace et de donner un nombre entier identifiant de chaque constellation, un vecteur (triplet de flottants) définissant sa position, un quaternion pour l'orientation (quadruplet de flottants).

La motion capture se fait ici en temps réel et permet le repérage des deux mains de l'acteur. De plus, nous récupérons l'orientation du paravent de gauche également support de projection. La surface allouée par notre dispositif de tracking octroie une précision de 5 mm (offset) sur une surface de 18 m³, cela couvre largement deux paravents projetés.

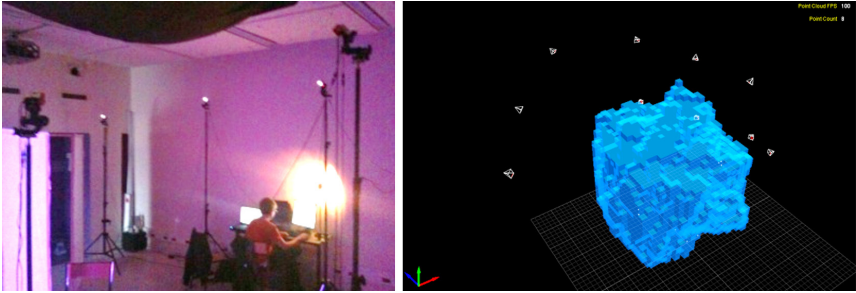


Fig. 8 : IAM4Mime, caméras infrarouges Optitrack sur pied / Représentation du volume de couvertures du tracking. Capture d'écran logiciel Optitrack.

Ainsi, le but est d'obtenir la position et l'orientation des mains de l'acteur dans l'espace scénique. Le repérage des mains de Dimitri se fait au moyen de deux constellations de configurations différentes, soit avec des billes placées différemment, repérées par les caméras infrarouges. Le dispositif est constitué d'un ensemble de six caméras émettant des infrarouges et ne filtrant en réception que les infrarouges émis par les billes à la peinture réfléchissante.

Par souci de repérage sur scène, il a été fixé que le « point 0 » de la scène (origine du monde virtuel) est fixé au coin inférieur gauche du paravent central, lui-même fixé sur la scène pour éviter les décalages de tracking. L'origine du monde est définie par un « ground plane », constellation triangle constituée de trois billes. Or celui-ci a un offset de 53 mm, c.-à-d. la constellation est 53 mm au-dessus du sol réel. Il est donc impératif de réajuster la hauteur dans les fichiers de configuration du tracking.

Le placement des caméras en demi-cercle permet d'avoir une couverture optimale et évite au maximum d'encombrer l'espace scénique. La calibration des mains se fait en définissant une orientation de départ aux constel-

lations. L'idée est de positionner l'axe Z vers le projecteur lors de la calibration d'origine. La transmission des valeurs de position et d'orientation se fait par une communication VRPN. L'intérêt du VRPN est de permettre une communication par protocole réseau TCP/IP, des informations de tracking, soit :

- L'identifiant du marqueur (nombre entier)
- Sa position (vecteur),
- Et son orientation (quaternion)

Le tracking peut donc être traité indépendamment sur un second ordinateur. Pour notre projet, notre ordinateur multi cœur nous permet d'opérer des traitements de tracking et rendus temps réel sur des threads différents.

c) La vidéo projection

Le projecteur utilisé a une résolution native de 1440x900 pixels supérieure à du HD ready afin d'obtenir une qualité d'image optimale sans consommer de ressources superflues pour le rendu en temps réel. Une résolution inférieure afficherait des pixels plus gros sur les panneaux du paravent. Afin de calibrer la scène virtuelle aux dimensions de l'espace scénique réel, j'ai mesuré les distances en mètres entre projecteur et paravent, récupéré la hauteur, sa focale et la diagonale maximale d'affichage. Ces dernières sont ensuite entrées dans le logiciel pour avoir une correspondance totale entre virtuel et réel. Le projecteur dans l'environnement virtuel est donc une correspondance mathématique des caractéristiques du projecteur réel, soit une distance de la zone de projection de 5 m pour une diagonale d'affichage de 4 m et une focale de 50 mm.

Pour se caler au maximum sur la réalité, j'ai dû contraindre l'orientation du plan de projection sur un plan fixé dont les dimensions sont celles du paravent déplié (diagonale de 4 m). Cela consiste à définir un référentiel de plan de projection ou « VR projection referential ». Concrètement sous le logiciel *3DVIA Virtools* il s'agit de définir un « 3D Sprite » comme surface de projection. Ce sprite orientable est superposé au paravent réel par commodité de cohérence entre monde virtuel et mode réel. Par ailleurs, le *sprite* contient une texture de masque. En effet lors des tests, la lumière du vidéo-projecteur passait au travers des portes et éblouissait le public. La solution fut de créer des panneaux noirs virtuels qui brideront la quantité de lumière émise par le projecteur.

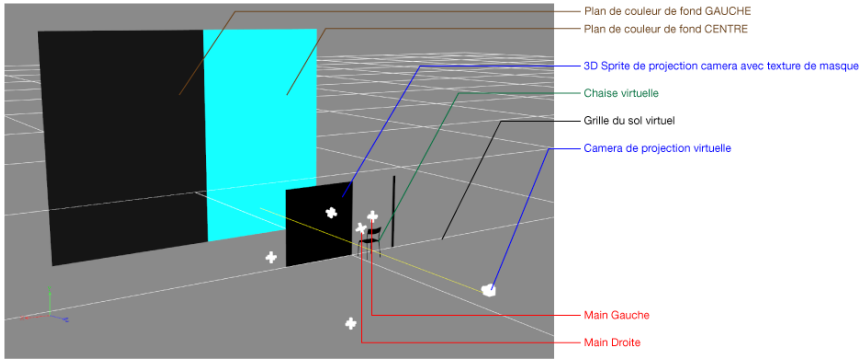


Fig. 9 : IAM4Mime, schéma de décomposition de la scène 1 virtuelle.

Il fallait donc positionner et afficher/masquer ces obturateurs pour chaque scène et configuration du paravent. La solution fut donc la création de trois textures de masques appliquées selon la scène au *sprite* de projection. Chacune des textures correspond à l'une des trois configurations possibles du paravent.

Afin de faciliter les positionnements du paravent et zone d'interactions avec les objets, des repères ont été faits au niveau du sol (cf. Fig. précédente) : cela s'avère être une aide visuelle lors du dépliage du paravent et de la saisie des objets par l'acteur.

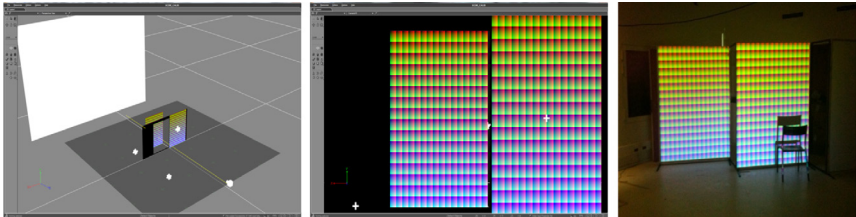


Fig. 10 : IAM4Mime, Technique de Mapping. Vue perspective scène « calibration » 3DVIA Virtools / Vue en caméra avec sprite de projection / rendu réel mappé sur paravent.

d) L'univers sonore

Rythmer la pantomime : La pantomime est rythmée par des passages sonores et musicaux, cela permet d'éviter une linéarité de la pièce. Certains passages enregistrés ont été bruités à la bouche, d'autres font appel à des gammes de pianos et enfin nous disposons de deux morceaux de musique. Il y a aussi une part laissée au direct : l'acteur dispose d'un micro porté HF, qui lui permet de bruite certaines de ses actions, et d'illustrer à l'occasion une improvisation.

Les points de repère : Les séquences bruitées et musicales servent de repères de synchronisation. C'est par exemple le cas de la scène 4 dite « du miroir » où Dimitri doit jouer en symétrie par rapport à la séquence filmée. Les sons jouent donc un rôle primordial lorsque les repères visuels n'existent pas, d'autant plus qu'il arrive que Dimitri tourne la tête à la vidéo. La musique joua un rôle essentiel lors des répétitions permettant à l'acteur de jouer à l'aveugle.

Le renfort de l'action : Certains sons renforcent l'action, c'est le cas de la séquence filmée, mais aussi des séquences interactives :

- Les particules interagissant avec Dimitri émettent un son différent, cela leur confère une dimension supplémentaire et permet de les différencier malgré le rendu visuel identique.

- Lorsque la chaise tombe, selon sa hauteur de chute, un son différent sera émis. Le script élaboré avec Florian Girardot gère la hauteur de chute et pioche un son dans un panel de sons de même gamme. Ensuite une fonction aléatoire sélectionne dans le groupe de même gamme un bruitage différent.

3. Réflexions sur la pièce : Le virtuel et le mimétisme du réel

a) Dialogue avec les objets

Un substrat tangible

Avant toute chose, rappelons les éléments physiques qui constituent la scène : un décor réel (le paravent), un objet réel (la chaise) et un acteur (silhouette réelle).

Le paravent sert de base physique, ou substrat, à notre configuration virtuelle. Avoir un support de projection amovible permet d'avoir une interactivité du décor et les reconfigurations successives créent une séparation dynamique des différents tableaux grâce à une intervention manuelle. Son dépliage dans l'espace déclenche ainsi le changement de scène, le lancement des vidéos. L'action directe de l'acteur sur le décor réel provoque un

déclenchement virtuel puis le *mapping*. Il a aussi un accessoire tangible : la chaise. Cette dernière n'a aucune action sur le virtuel. Sa présence sert à instaurer le doute dans sa confrontation avec la chaise virtuelle. Enfin, l'acteur a une projection virtuelle de lui-même, tel un avatar : sa propre silhouette. Il n'interagit pas avec sa silhouette que l'on considère dans l'espace réel et en deux dimensions, par contre elle lui est indispensable comme référent visuel pour effectuer les actions.



Fig. 11 : IAM4Mime, changement la configuration du paravent réel.

Les interactions virtuelles

o Attraper les objets et les manipuler

L'idée initiale que nous avons tâché de garder tout au long du projet est de proposer des interactions les plus « naturelles » possible avec les éléments scéniques. Or il est évident que ces interactions seront plus de l'ordre du pseudo-naturel. J'entends par pseudo-naturel le fait que l'on ne peut appréhender un objet virtuel de la manière la plus simple ou évidente qui soit. Ainsi, globalement, pour saisir un objet il suffit de s'en approcher.

a. Toucher la lampe, elle se balance.

– En approchant les deux mains du haut du paravent, on saisit le store, alors il s'attache et coulisse le long de l'axe Y (vertical).

– Même principe pour la chaise, il suffit de positionner ses mains à moins de 60 cm l'une de l'autre au niveau

- de la projection de la chaise virtuelle pour l'attraper.
- b. L'attraction de sphères et de particules donnant l'illusion du contrôle de matière noire, mais cette action se fait dans un temps limité.
- c. La possibilité de dessiner « le mot de la fin ».



Fig. 12 : IAM4Mime, Dimitri manipule la chaise virtuelle.

o Lâcher les objets

Là où tout s'est compliqué, c'est lors du « lâché » de l'objet. Or, nous souhaitons nous affranchir au maximum de la technique. Pour se faire, j'ai analysé la saisie d'une chaise par le côté :

1. S'y approcher
2. Saisir l'un des quatre pieds avec les deux mains en simultanée
3. Soulever la chaise
4. Poser la chaise
5. Lâcher prise et écarter les deux mains

Ainsi, l'action à effectuer est une tâche de pointage. Nous pouvons nous baser essentiellement sur la distance entre les mains et leur proximité avec la chaise.

On considère alors qu'il faut approcher les deux mains au maximum d'un des pieds de la chaise. Si la distance entre les deux mains est inférieure à 60 cm, la main droite est parenté à la chaise : elle s'y attache par aimanta-

tion et prend donc position et orientation de la main droite. Si la distance entre les deux mains est supérieure à 60 cm, l'objet se détache de la main maîtresse par désaimantation.

Ainsi, l'interaction donne bien lieu à un dialogue entre l'activité réelle, la saisie de l'objet virtuel, et le retour sur le réel. Par contre, nous n'utilisons pas de mode de représentation en relief pour l'acteur, l'opération de contrôle se fait par le mode de représentation 2D sur le paravent. L'acteur instaure ainsi un phénomène d'action et de réaction avec éléments virtuels, tel un dialogue, avec contrôle sur la surface de projection. Or, manipulation et représentation des objets sont paradoxales : l'acteur a le pouvoir d'interagir en trois dimensions avec les entités virtuelles alors que celles-ci sont représentées en deux dimensions sur le paravent.

b) À la croisée de la Réalité Virtuelle ?

Définition de la Réalité Virtuelle

Malgré mes plusieurs années d'expériences de créations d'environnement virtuel, il m'a été pourtant difficile de prime abord de caractériser cette installation du point de vue de l'utilisateur, en l'occurrence l'acteur mime, et de la situer dans le panel de classements du virtuel.

Je me suis donc basé sur l'une des définitions fonctionnelles de la réalité virtuelle admise par la communauté scientifique :

La finalité de la réalité virtuelle est de permettre à une personne (ou à plusieurs) une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel. (Fuchs, 1996)

Par définition, ce projet, parce qu'il utilise des technologies issues de la « RV », croisé avec des éléments tangibles, n'est peut-être pas de la réalité virtuelle dans le sens strict du terme. De plus, nous n'utilisons pas de stéréoscopie ce qui limite l'immersion, et nos interactions sont guidées. Selon différentes approches, j'ai tout de même tenté de classer IAM4Mime dans une taxonomie.

Taxonomie de la simulation

Prenons tout d'abord l'approche de « Continuum ER/EV » de Milgram (Milgram & Colquhoun, 1999), il n'est pas évident d'y positionner di-

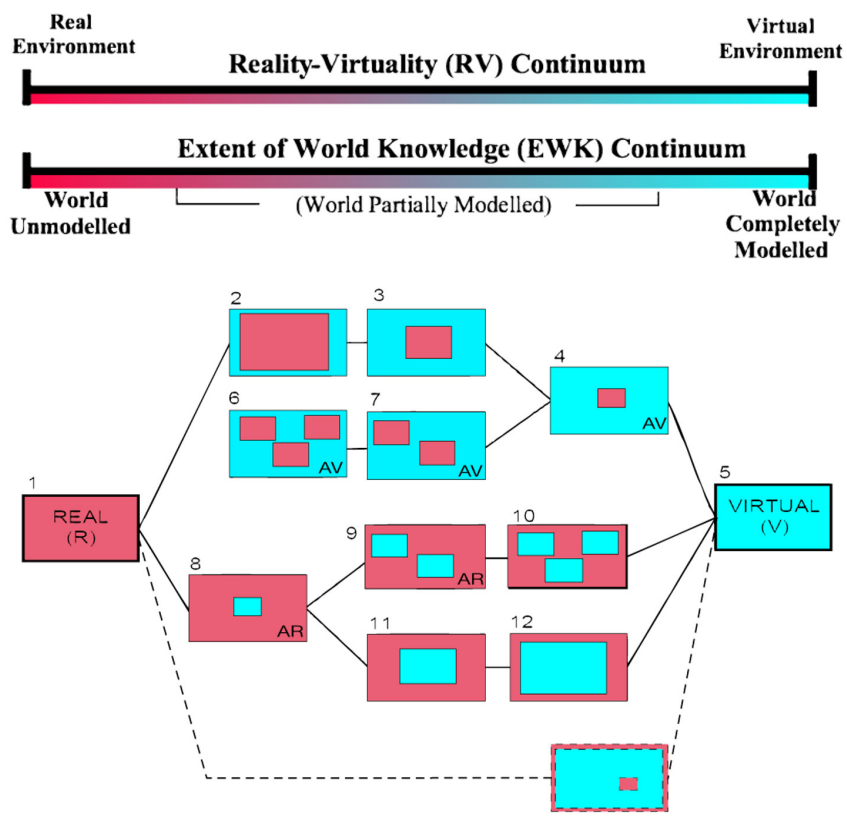


Fig. 13: Reality-Virtuality (RV) Continuum, in parallel with Extent of World Knowledge (EWK) Continuum (Milgram & Colquhoun, 1999) | Adaptation du schéma Mixed Reality combination space.

rectement le projet IAM4Mime. Certes, nous partons d'une base réelle : le paravent amovible, nous suivons ainsi sur la branche du bas #8 (cf. Fig. précédente), soit dans la direction de la réalité augmentée. Cependant, le jeu de l'acteur, de sa silhouette, et l'ajout d'une chaise réelle dans le décor poussent à intégrer des entités réelles dans du virtuel, j'ai donc créé une branche parallèle (en pointillés). Il s'avère que l'on s'approche de la réalité virtuelle au sens strict du terme en étant en parallèle de la branche #4 plutôt définie comme de la virtualité augmentée.

Le projet étant une hybridation entre réel-virtuel et virtuel-augmenté, nous avons bien une base réelle, mais une prédominance virtuelle elle-même bridée au niveau visuel et assistée dans la manipulation d'objet (deux axes de déplacement, deux axes d'orientation).

À noter que cette approche est orientée environnement, nous en oublions l'usabilité de l'environnement c'est à dire de considérer les interactions. Cela nous amène à la classification des interactions. Je me suis basé sur celle de (Rekimoto, 1995) pour y placer le projet. Les quatre illustrations ci-après illustrent le parallèle entre les interactions avec un ordinateur et des interactions in vivo :

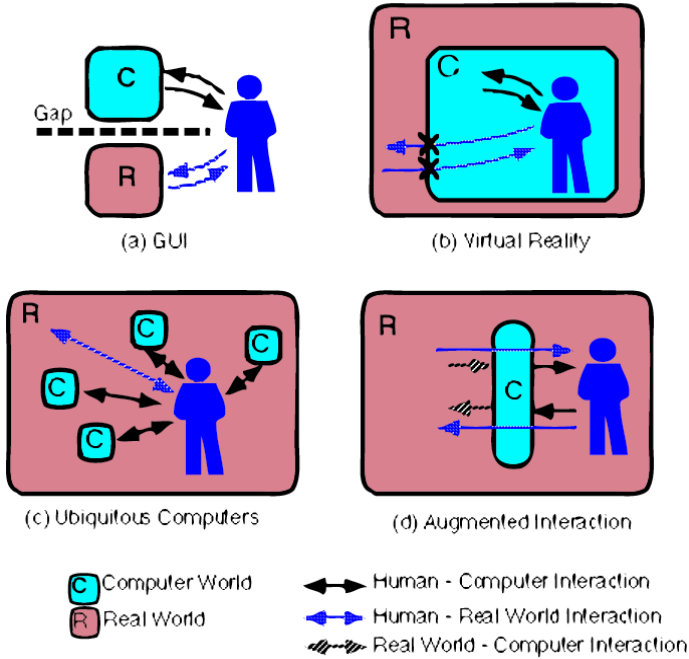


Fig. 14: HCI Style Classification (Rekimoto, 1995)

- Pour un GUI, il y a effectivement un fossé entre les interactions côté utilisateur-ordinateur et celles côté utilisateur-monde réel. Comblé ce fossé consisterait à fusionner un bureau réel avec celui du monde virtuel « dans l'ordinateur ».
- En réalité virtuelle, c'est le contraire, l'individu est totalement immergé dans l'environnement virtuel de l'ordinateur et les actions sur les entités virtuelles concordent avec celles effectuées en réel. Nous notons que Rekimoto et al. considèrent ici que l'environnement réel est toujours présent autour de la sphère VR, mais le plus souvent « transparent » pour l'utilisateur.
- En informatique ubiquitaire (par exemple la consultation simultanée d'une même boîte email à la fois sur

téléphone et ordinateur), l'utilisateur agit dans le réel sur de multiples éléments virtuels.

d. Enfin en réalité augmentée, les interactions augmentées assistent les interactions de l'utilisateur avec le monde réel, avec des informations générées par ordinateur en surimpression.

Il semblerait que, pour notre projet, l'individu soit au cœur du système, car il interagit de l'intérieur avec les objets : nous nous situons donc dans de la réalité virtuelle. Cependant, les approches précédentes se révèlent plutôt techno-centrées et nous en oublions toujours l'utilisation pour et par l'homme. En nous basant du point de vue de l'acteur qui manipule des objets virtuels dans un environnement virtuel, nous optons pour une approche plutôt anthro-pocentrée.

Dans ce cas, partons des perceptions, donc des sens : au point de vue physiologique, ils servent de « capteur » d'entrée de stimuli qui transiteront par les nerfs jusqu'aux centres nerveux (encéphale et moelle épinière). Dans notre cas, l'homme est entouré par un environnement virtuel, il a pour but d'effectuer une action à partir d'un élément virtuel sur un mode de projection virtuel (la silhouette). Au même titre que nous utilisons nos membres dans une simulation de VR pour manipuler des entités, dans IAM4Mime nous utilisons la projection en silhouette de nos membres. Or, ces interactions se font par une sélection simplifiée, voire assistée, car elle bride des degrés de liberté pour faciliter la manipulation. Nous nous situerions sur une base de réalité virtuelle (VR), mais non immersive au sens strict.

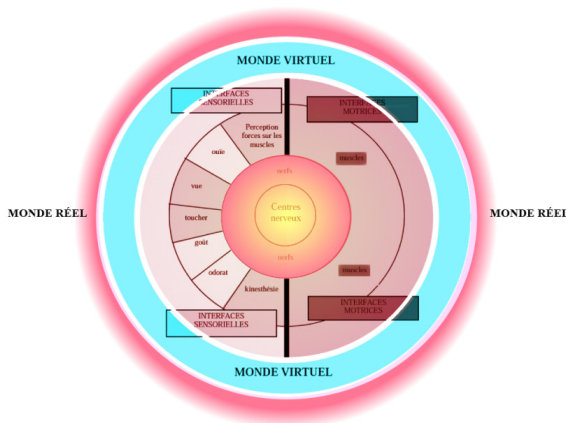


Fig. 15 : Schéma anthropocentrique de la perception du monde virtuel par l'homme (Fuchs, Berthoz, & Vercher, 2006)

Interprétation

Premièrement, comparons notre dispositif avec un système prodiguant une immersion englobante, le CAVE (Cruz-Neira et al., 1993). Dans IAM-4Mime, l'acteur occupe aussi l'espace virtuel debout et agit sur les éléments virtuels, mais à la manière d'un système CAVE simplifié et surtout inversé. En effet, nous nous positionnons ici sur scène avec un principe inverse au CAVE : l'utilisateur est placé *dans* le faisceau de lumière, à l'intersection du faisceau et de la surface de projection, mais un degré de perception est enlevé.

Nous partons du réel avec un paravent fixé au sol qui définit l'origine des deux mondes. Nous avons la même scène calée en virtuel à l'échelle que l'on reprojette sur un support réel, en *mapping*. Or, cette surface nous sert de référent visuel pour jouer les actions. Au final, avec une approche anthro-pocentrée des actions de l'acteur dans son environnement de scène, il y a des incursions successives entre le monde réel initial, la scène, la manipulation d'objets virtuels et la manipulation d'objets réels dans l'environnement virtuel, comme la vraie chaise (sc. 1) ou le support d'écriture (sc. 6).

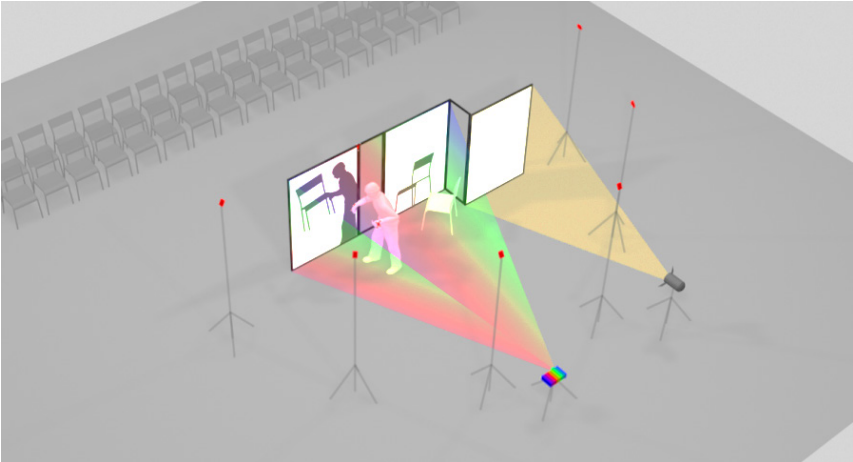


Fig. 16 : IAM4Mime, schéma 3D de prévisualisation de l'installation.

De plus, nous constatons trois sphères d'interaction,

- un univers Réel avec décor réel interactif,
- un univers Virtuel avec décor virtuel interactif,
- un univers Onirique créé par le jeu de l'acteur au fil de la narration.

Ce dernier nous semble servir à la fois de lien entre les univers, mais aussi à créer le lien avec le spectateur avec le spectateur, l'amenant progressivement vers cet environnement réel-virtuel hybride.

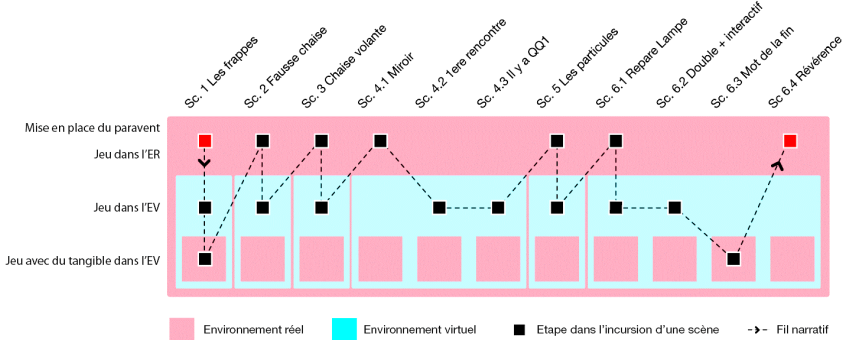


Fig. 17 : IAM4Mime, étapes successives dans les environnements réels et virtuels pendant la pièce.

Nous remarquons par cette analyse des parallèles intéressants :

- Dans l'Art du Mime, on part de quelque chose de simple pour arriver à quelque chose de simple, mais par des étapes complexes. Parallèle intéressant, au niveau de notre dispositif virtuel, c'est rigoureusement la même chose.
- Autre parallèle, n'oublions pas qu'en réalité virtuelle, les entités sont modélisées, c'est-à-dire qu'elles sont créées en appliquant des modèles mathématiques issus de la réalité : la réalité virtuelle est intrinsèquement un mimétisme du réel.
- Il apparait enfin que la narration de la pièce permet des allers-retours successifs entre les environnements réel et virtuel tel un dialogue suivant le fil narratif.

Conclusion

Le croisement des disciplines réunissant Théâtre, Arts Visuels et Réalité Virtuelle a permis de créer la pantomime expérimentale « IAM4Mime ». Partant de zéro, chacun des créateurs pluridisciplinaires, à partir de leur expérience, contribua à la création d'une pièce en six scènes qui associe art du mime et interactions avec des entités virtuelles. Les contraintes de scène comme la mise en place du décor, celle du dispositif sans oublier les aspects matériel et logistique amenèrent à réfléchir à des moyens d'interaction. Mais, l'association de nos univers respectifs et l'improvisation auront nourri l'inspiration.

Dans ce projet, nous avons traité des interactions dans une approche centrée sur l'acteur puisque ce dernier est au cœur du dispositif et de l'univers virtuel. Mais il aurait pu être intéressant, même si cela a déjà été fait, d'impliquer le public à la dimension interactive de l'œuvre. Se questionner sur l'immersion et la présence du spectateur, deux notions récurrentes dans l'utilisation des environnements virtuels, oblige à penser l'interaction du point de vue du spectateur. Dans la mesure où le public n'est pas un individu, mais constitué de plusieurs spectateurs, il n'est pas trivial de lui permettre interagir directement et singulièrement dans le spectacle. Cela soulève donc d'autres problématiques à explorer. Pour reprendre la citation de Marcel Marceau, l'art du mime permet de « rendre le visible invisible et l'invisible visible ». De ce fait, le virtuel offre le potentiel de créer du visible à partir d'immatériel et d'interagir avec. Certes, lors de la mise en place de cette pantomime, il a fallu centrer nos idées sur le jeu de l'acteur sans oublier qu'historiquement, le mime s'affranchit des accessoires tangibles du réel et crée un caractère au personnage, une présence à travers sa maîtrise corporelle. Ici, l'intérêt du virtuel n'est pas de concurrencer le corps, mais au contraire, de mettre en valeur le jeu de l'acteur, de l'accentuer et de l'augmenter à travers le jeu et le dialogue numérique et hybride.

Élément notable, la confrontation mime — réalité virtuelle crée des paradoxes. Cela vient de leur essence même : le mime simule une situation tandis que la réalité virtuelle reproduit artificiellement un contexte. De plus, parmi les ombres réelles, virtuelles et différées (filmées) qui rythment la pantomime, il y a des interactions avec des objets en trois dimensions qui sont représentés seulement en deux dimensions. Enfin, l'acteur se retrouve dans la situation de mimer son double, le tout dans un dispositif virtuel qui mime le réel. Le mime en présence dans cet univers mixte fait émerger une véritable ambiguïté dans le dialogue entre éléments réels et virtuels, qui crée, nous l'espérons, l'illusion auprès du spectateur.

- Cruz-Neira, C., Leigh, J., Papka, M., Barnes, C., Cohen, S. M., Das, S., ... Siegel, L. (1993). Scientists in wonderland: A report on visualization applications in the CAVE virtual reality environment. *In Proceedings of 1993 IEEE Research Properties in Virtual Reality Symposium* (p. 59–66). IEEE.
- Fuchs, P. (1996). *Les interfaces de la réalité virtuelle*. éditeur AJIIMD.
- Fuchs, P., Berthoz, A., & Vercher, J.-L. (2006). Introduction à la réalité virtuelle. In *Le traité de la Réalité Virtuelle Volume 1* (p. 380). Paris, France : Les presses des Mines.
- Krueger, M. W. (1977). Responsive environments. In *Proceedings of the June 13-16, 1977, national computer conference* (p. 423–433). ACM.
- Marceau, M. (1992). Marcel Marceau ou le poids de l'âme [VHS, Anabase : la Sept, Alain, Dhenaut].
- Milgram, P., & Colquhoun, H. (1999). A taxonomy of real and virtual world display integration. *Mixed reality: Merging real and virtual worlds*, 1, 1–26.
- Rekimoto, J. (1995). The World through the Computer : Computer Augmented Interaction with Real World Environments, 29-36.
- Shotton, J., Fitzgibbon, A., Cook, M., Sharp, T., Finocchio, M., Moore, R., ... Blake, A. (2011). Real-time human pose recognition in parts from single depth images.
- Snibbe, S. (2003). Body, screen and shadow. *San Francisco Media Arts Council (SMAC) Journal*.

Art et réalité virtuelle : Une histoire d'immersion et de participation

Judith Guez

Fondatrice – Directrice Pôle Art&VR - Laval Virtual
PhD. Artiste – Chercheure associée Paris 8 - INREV Lab

« Le numérique change en profondeur les pratiques artistiques déjà instituées et en crée de nouvelles.¹»

Comment d'un art environnemental nous arrivons à un art d'immersion dans des mondes virtuels ou mixtes ; et comment d'un art incitant la participation du spectateur nous arrivons avec le numérique à un art interactif qui explore de nouvelles formes artistiques. Pour traiter ces questions, je me suis inspirée notamment des écrits de Frank Popper, d'Edmond Couchot et de Marie-Hélène Tramus. J'évoquerais en conclusion de cet article comment je m'imprègne de ces questions afin d'explorer, dans une continuité historique et artistique, mes recherches-créations, et la conception d'une exposition Art&VR Gallery.

Résumé

1. E. Couchot, *La technologie dans l'art : De la photographie à la réalité virtuelle*. Jacqueline Chambon, 1998, . p. 211.

A. D'un art environnemental à un art immersif

A.1. L'art environnemental

Isoler, transporter ailleurs, englober le spectateur, l'art environnemental « concerne l'agencement d'un espace intérieur, où l'objet d'art peut entrer en relation avec le milieu ambiant. »²

« Avec les environnements, c'est le corps du spectateur et non plus seulement son regard qui s'inscrit dans l'œuvre. »³

Une des manifestations de l'art environnemental se retrouve dans **les installations artistiques**. Pouvant être le lieu de convergence de plusieurs disciplines artistiques, elles relient des éléments existants de l'espace aux propres matériaux de l'artiste.

« L'installation associe toujours indéfectiblement le lieu d'exposition – la galerie d'art, le musée – à son propre espace figural. Elle opère une intrication intime entre ces deux espaces. L'œil du regardeur navigue au milieu et prend conscience des relations qui lient les éléments de cette "supergestalt" que constitue l'installation au fur et à mesure qu'il y pénètre. »⁴



Joseph Kosuth, *One and three chairs*, 1965



Yayoi Kusama, *Dots Obsession*, 1998

Poussé à une plus grande échelle, le Land Art prend comme socle l'environnement dans lequel nous vivons : les villes, les champs, les déserts, tout devient une toile pour l'imagination de l'artiste.

2. F. Popper, *Art, Action et Participation : L'artiste et la créativité aujourd'hui*. Klincksieck, 1985, p. 41.

3. *Ibid.*, p. 86.

4. *Ibid.*

« Dans le désert je peux trouver le type d'espace vierge, paisible, mystique que les artistes ont toujours essayé d'introduire dans leurs œuvres. »⁵



Michael Heizer, *Isolated Mass/Circumflex (#2)*, 1968-1972



Dennis Oppenheim, *Bus Home*, 2002



Dan Graham, *Triangular Pavilion with Circular Cut-Out Variation C*, 1989-2001

L'espace peut ainsi se retrouver complètement déconstruit, comme les jeux de miroirs de Dan Graham ou de Luc Peire.

A.2. L'immersion dans un monde

virtuel ou mixte

Dans ces exemples d'environnements artistiques statiques, le spectateur se laisse guider par sa perception/action en lien direct avec sa manière habituelle de vivre, cet art devenant plus accessible en s'insinuant dans le lieu de vie même du spectateur.



Luc Peire, *Environment III*, 1973

Le spectateur plonge dans l'environnement de l'artiste qui peut également revêtir une certaine dynamique : par exemple avec les Pénétrables de Jesús Rafael Soto, le spectateur « *a alors l'impression très forte de plonger dans un espace tridimensionnel dynamique inhabituel qu'il perçoit non seulement par les yeux, mais par le corps et la peau.* »⁶

A.2.1. Immersion et plongée dans le monde virtuel

Seulement, cet environnement est régi par les lois physiques de notre monde. L'arrivée de construction de mondes virtuels « *habitables* »⁷ va offrir le moyen de s'extraire complètement de ces contraintes, permettant ainsi d'emporter le spectateur dans d'autres imaginaires et rêves possibles.

5. Cit. Michael Heizer, *ibid.*, p. 19.

6. E. Couchot, *La technologie dans l'art : De la photographie à la réalité virtuelle*, op. cit., p. 87.

7. Mot repris du colloque : *Des images habitables, Arts de la scène et 3D organisé entre autre par Clarisse Bardiot*, 27/28 novembre 2013. [En ligne : consulté le 20-04-2015, URL : <http://www.imageshabitables.com/>].

Il devient alors possible de créer, à l'intérieur de l'environnement dans son acceptation la plus large, un espace qui tienne sa réalité de lui-même

Edmond Couchot, comme nous l'avons vu dans sa citation ci-dessus concernant les Pénétrables de Soto, emploie le mot « plongée ». Il identifie même « *la plongée dans l'image – l'exploration de sa profondeur tridimensionnelle.* »⁸

Louise Poissant, dans *Interfaces et Sensorialité*⁹, reprend littéralement l'analogie de cette plongée en mer, dans laquelle, équipés de notre scaphandre nous faisons petit à petit corps avec cet environnement moins habituel. Voici toute la citation, qui illustre, parfaitement cette sensation d'immersion dans des mondes virtuels :

« **Lorsque l'on regarde des poissons nager dans un aquarium**, on reste un observateur externe, attentif, émerveillé, interrogatif, mais néanmoins isolé des poissons et de l'eau par la vitre. **Lorsque l'on nage à la surface d'un lac**, on baigne dans la même eau des poissons et il peut arriver que l'on en frôle un ou que l'on mette le pied sur un coquillage, ce qui va provoquer en général la désagréable sensation d'être un intrus dans le milieu occupé par des corps étrangers, pour ne pas dire hostiles. Le fait de ne pas bien voir où l'on est, tout en ayant le corps partiellement engagé dans la scène, convertit d'ailleurs toute rencontre en menace. **Or la sensation est tout autre si l'on se trouve en situation de plongée. On devient alors l'un des éléments de la mer.** Les poissons, les coquillages ne semblent plus menaçants. Au contraire, ils inspirent des mouvements et des attitudes que le plongeur a tendance à reproduire. »

« L'exemple de la plongée est particulièrement éclairant puisque dans ce contexte, il est impossible d'oublier que l'on porte un équipement. C'est même la condition pour jouer au poisson. » « Pour voir, on dépend alors d'un dispositif qui accroît les ressources, mais qui fragilise du même coup. » « L'on découvre alors immédiatement que toute action transforme l'observé. »¹⁰

8. E. Couchot, *La technologie dans l'art : De la photographie à la réalité virtuelle*, op. cit., p. 192.

9. L. Poissant, *Interfaces et sensorialité*, op. cit.

10. *Ibid.*, p. 6.

A.2.2. Une plongée entre le réel et le virtuel

L'environnement réel est conditionné aux lois inhérentes de notre réalité ; l'environnement virtuel permet des plongées dans des mondes inconnus, qu'en est-il des environnements mixtes qui combinent des éléments aussi bien réels que virtuels ?

Comme le souligne Louise Poissant, n'oublions pas que cette immersion a besoin d'un dispositif particulier, qui s'appuie sur le réel. Rien que le fait de respirer, d'avoir les pieds encore par terre quand on met un casque de réalité virtuelle par exemple, montre bien en quoi ce « sentiment de réel » est bien toujours là. Cependant, le sentiment de présence peut être très fort dans ces mondes virtuels, nous transportant pour un temps dans cet « autre possible ».¹¹

L'artiste qui explore les possibilités de mixité encore plus marquées entre le réel et le virtuel, va de ce fait, créer un contexte cohérent de rencontre entre ces deux espaces-mondes, tel un collage¹² de plusieurs matériaux dont émerge un tout harmonieux. La frontière entre le réel/virtuel peut ainsi devenir floue et permettre tout un jeu de perception :

« Produire, coproduire, échanger, partager des images, des sons, des mots, des gestes, des sensations, des idées n'est réalisable que si l'on se tient au croisement du réel et du virtuel. Chiasme totalement utopique et uchronique où s'hybrident intimement le sujet, l'objet et l'image, l'auteur, le spectateur et l'œuvre, le calcul et le corps, l'algorithme et l'émotion. »

« Mais il faudra se souvenir que l'art pendant des siècles s'est nourri de cette terrible et fascinante ambiguïté : soit qu'il nous fasse jouir de prendre l'image pour le réel, soit qu'il nous trompe délicieusement en donnant à ses œuvres les plus abstraites la puissance du réel. Ce désir d'ambiguïté ressurgit, amplifié, avec le jeu du réel et du virtuel. Il entretient la transe, il met le sens en suspens. Le refouler serait aussi nous égarer. »¹³

11. Cf. Etude sur le sentiment de présence dans : J. Guez, « Illusions entre le réel et le virtuel (IRV) comme nouvelles formes artistiques : présence et émerveillement », dir. Marie-Hélène Tramus, Thèse 2015

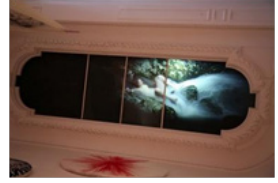
12. Cf. les collages cubistes par exemple.

13. E. Couchot, *La technologie dans l'art : De la photographie à la réalité virtuelle*, op. cit., p. 269.

Pensons aux vidéos de Thomas Israël qui épousent différents supports dans un souci de cohérence plausible et esthétique pour ainsi « donner différentes matières à la vidéo ».

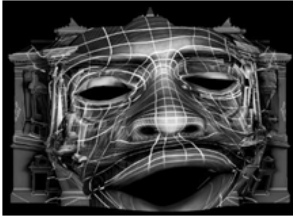


Thomas Israël,
Le ventre du monde, 2009



Thomas Israël,
A Ma d'Azil, 2009

Ou encore avec ces trompe-l'œil numériques que sont les projections illusionnistes (ou Mapping vidéo) :



1024 architecture, *Perspective Lyrique, an interactive architectural Mapping*, Lyon 2010



Bot & Dolly, *Box*, 2013

L'utilisation également de vitre sans tain et de *Pepper's ghost* par **Pierrick Sorin**¹⁴ et **David Hoffos**¹⁵ crée cette matière étrange entre réel et virtuel.



Pierrick Sorin, *le cousin*, 2008



David Hoffos, *Scenes From the House Dream*, 2003

Le spectateur est ainsi plus ou moins immergé dans l'environnement mixte réel/virtuel, parfois simple observateur extérieur (cf. théâtre optique de P. Sorin), il peut être complètement au centre de l'œuvre (cf. dans la grotte de T. Israël pour *Ventre du monde*, 2009).

14. Cf. Exposition visitée de Pierrick Sorin, 104, Paris, 2011. [Extraits vidéos en ligne, consulté le 16-09-2015. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=mfumJtlgT8o>].

15. Cf. Exposition visitée de David Hoffos, Musée des beaux-arts du Canada, 2010.

B. Art participatif > Art interactif¹⁶

B.1. L'art participatif

Face à un tableau, un « *dialogue œuvre d'art/observateur* »¹⁷ se crée, dans un moment unique et personnel. Ainsi, même dans l'apparente passivité de celui-ci, « *c'est le regardeur qui fait le tableau* »¹⁸, par son œil qui lui permet de créer une « carte personnelle » de perception et de compréhension de la toile. L'artiste permet de donner dans ses créations, une direction à ce dialogue, cherchant par exemple à rendre « cet instant » plus « prenant » : en impliquant le spectateur de manières plus actives dans cette rencontre.

« Je veux que, dans mon œuvre, le spectateur connaisse l'émoi que l'artiste éprouvait traditionnellement devant le choix entre plusieurs solutions possibles et pendant la création et la transformation continues de l'œuvre même. »¹⁹ (Déclaration de Michael McKinnon à propos de ses *Liquidiscs*).

Notons que de nombreux artistes se concentrent sur cette propriété active de notre œil, afin de le solliciter, et ainsi créer des instants en rupture et continuité avec nos habitudes. Par exemple, les impressionnistes ont commencé à questionner notre manière de percevoir par la synthèse des couleurs. C'est à partir des années 1950-60 que l'Op art et l'art cinétique explorent ce potentiel plus en profondeur. L'exposition en 2005 (Strasbourg), « *L'Œil moteur : art optique et cinétique, 1950-1975* » en a retracé un parcours signifiant²⁰. Cette notion d'« œil moteur » est d'ailleurs assez illustrative. Elle a été définie par Jesús-Rafael Soto et « *aborde la question de la vitesse de la perception, de la dynamogénie et de l'entraînement cinétique du regard* »²¹.

En 1955, la galerie Denise Renée avec son exposition « Le mouvement », titre non moins évocateur, trace une lignée d'artistes dont le credo pourrait être : « *C'est la perception, avant tout, qui est du mouvement.* »²²

16. Cf. J. Guez, « De l'interaction à la présence — un art qui se vit », op. cit. [En ligne, consulté le 16-05-2015. URL : <http://www.revue-proteus.com/abstracts/06-3.html>]

17. Z. Kapoula, L.-J. Lestocart, « Perception de l'espace et du mouvement dans *Study of a Dog* (Étude de chien) de Francis Bacon. » *Intellectica*, 2006, vol. 2, no. 44.

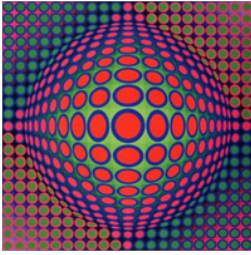
18. M. Duchamp, *Duchamp du signe : écrits*. Flammarion, 1992.

19. F. Popper, *Art, Action et Participation : L'artiste et la créativité aujourd'hui*, op. cit., p. 241.

20. Ainsi que l'exposition « *Dynamo* », Grand Palais, Paris, 2013. Qui présente entre autre une partie du « *Labyrinthe* » du GRAV de 1963.

21. E. Guigon, et al., *L'Œil moteur : art optique et cinétique, 1950-1975*. Musées de Strasbourg, 2005.

22. Cf. *Ibid.*



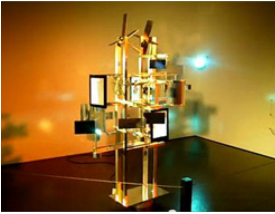
Vasarely, *Vega 200*, 1968



C. Cruz-Diez, *Couleur Additive 301*, 1983



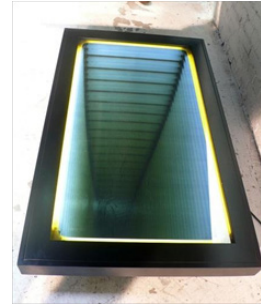
F. Morellet, *L'avalanche*, 1996



N. Schöffer, *Chronos*, 1960



J. Le Parc, *Continuel lumière mobile*, 1960-2007



Megert, *Coffee Table*, 1977

« “Imaginatoires”. Image, magie », double anagramme inventé par Jacques Prévert pour désigner les Œuvres de Vasarely²³ ; images à double sens, découverte, émerveillement de notre propre perception, seraient de bons qualificatifs pour de tels œuvres.

En 1960, plusieurs de ces artistes optico-cinétiques se réunissent dans le groupe de recherche en art visuel : le G.R.A.V²⁴. Ils vont, entre autres, s'intéresser « à l'instabilité des mécanismes perceptifs. »²⁵

B.1.1. Participation physique créatrice

Ces artistes dans le désir de cette « *participation intelligente* » (comme le nomme Frank Popper), vont naturellement se tourner vers les autres sens et sur une participation encore plus intense du spectateur : arriver à physiquement l'impliquer.

« Certains artistes cherchent à associer encore davantage le spectateur à l'œuvre grâce à des possibilités de rétroaction.

23. Cf. E. Guigon, et al., *L'Œil moteur : art optique et cinétique*, 1950-1975, op. cit.

24. Cf. Exposition visitée : « *Mouvement, lumière, participation*. Le GRAY, 1960-1968 », musée des

beaux-arts de Rennes, 2013.

25. E. Couchot, *La technologie dans l'art : De la photographie à la réalité virtuelle*, op. cit., p. 90.

Les œuvres sont sensibles à différentes sollicitations, manipulations, opérations, réelles et non plus mentales. L'art cinématique offre de nombreux exemples d'œuvres rétroactives, incitant fortement les spectateurs à la participation. »²⁶

Rappelons-nous ces quelques phrases du G.R.A.V., déjà citées en introduction de ce manuscrit et qui m'inspirent beaucoup :

« Nous voulons intéresser le spectateur, le sortir des inhibitions, le décontracter.
 Nous voulons le faire participer.
 Nous voulons le placer dans une situation qu'il déclenche et qu'il transforme.
 Nous voulons qu'il s'oriente vers une interaction avec d'autres spectateurs.
 Nous voulons développer chez le spectateur une forte capacité de perception et d'action. »²⁷



J-R Soto, *Pénétrable BBL bleu*, 1973



Y. Agam, *Double métamorphose, III*, 1968-1969



A. Colmenarez,
*Tactiles
 Psychomagnetiques*,
 1970

C. Cruz-Diez,
Chromosaturation,
 1965



Le public va prendre part à l'œuvre ainsi désacralisée : il est libre de l'explorer. Il peut choisir sa rencontre avec elle : s'y tenir distant sans participer, ou se laisser porter par « l'action créatrice » qu'elle propose ; par

26. *Ibid.*, p. 87.

27. *Assez de mystifications*, Manifeste du G.R.A.V. contenu sur un tract distribué lors de la 3^e biennale de Paris en octobre 1963

l'espace de liberté que l'artiste a laissé. Le G.R.A.V. était attaché à cette idée de « comportement autonome » sans médiation, qui construit toute l'émergence de la rencontre avec l'œuvre.

B.1.2. Art ludique et populaire

C'est ainsi que l'art prend d'autres formes, se voulant plus proche du public.

Le « sens “ludique”, [est le] premier stade concevable dans l'engagement du spectateur. » « C'est, en effet, l'exemple typique d'une action accomplie sans avoir en vue une fin. »²⁸

Souvent cet aspect ludique a pu, et peut être dénigré, vis-à-vis d'une conception sacralisante de l'art. Il a cependant toute son importance et n'est pas dépourvu du plaisir esthétique qu'il peut provoquer. Plus accessible, il permet une rencontre plus facile. Descendu de son piédestal, il incite à une relation plus proche de la vie quotidienne. « Le concept artistique de jeu répond à un besoin esthétique fondamentale de l'homme. »

Les membres du G.R.A.V. en 1966 dans Une journée dans la rue, investissent de nombreux lieux de la ville : une voiture impossible, une douche de fils, des pavés mouvants, sont d'autant de prétextes pour « réveiller le spectateur » de son habituelle vie citadine ; pour « *modifier le comportement et la conscience individuelle.* »

« Il y a ainsi, à l'origine de l'idée de participation, une ambition politique assez générale visant à faire sortir l'art des musées, à le faire aller dans la rue afin de s'adresser directement au plus grand nombre. [...] L'œuvre ouverte permettait ainsi au sujet-participant de se voir investi d'une “responsabilité” dont la division traditionnelle des rôles l'avait jusque-là déchargé. La frontière entre l'auteur et le spectateur d'une œuvre tendant alors si ce n'est à disparaître — tout au moins à devenir floue.³¹ »

Le rôle de l'artiste, de l'œuvre et du spectateur se trouvent ainsi modifiés et, pour reprendre les conclusions de Frank Popper, une « *esthétique nouvelle* » apparaît.

28. F. Popper, *Art, Action et Participation : L'artiste et la créativité aujourd'hui*, op. cit., p. 196.
29. *Ibid.*, p. 201.

30. *Ibid.*, p. 200.

31. J. Glicenstein, “La place du sujet dans l'oeuvre interactive.” *Artifices* 4. 1996. [En ligne, consulté le 16-05-2015. URL : http://www.ciren.org/artifice/artifices_4/glicen.html]

« L'évolution convergente de la participation du spectateur et de l'environnement [...] doit s'analyser en tenant compte du bouleversement des relations entre l'artiste, l'œuvre d'art et le spectateur. »³²

F. Popper prône donc cet « art pour tous », populaire, et accessible :

« L'art conceptuel n'est pas parvenu à satisfaire toutes les aspirations mentales de l'homme, ni le réalisme socialiste par exemple, à satisfaire ses exigences proprement esthétiques. Par une expression nouvelle qui renferme les besoins et les aspirations humaines de créativité et d'environnement, l'art peut à nouveau concerner chacun de nous. »³³

B.1.3. Déclenchement

Vers cet engagement du spectateur participant, notons les œuvres qui demandent pour se réaliser un *déclenchement*.

En 1920, Marcel Duchamp avec *Rotary Glass Plates*, invite le spectateur à tourner la manivelle d'une machine pour qu'ensuite, si celui — ci se place suffisamment loin, puisse voir les effets moirés que le mouvement tournant provoque. L'œuvre prend ainsi un autre aspect par l'événement déclencheur que crée le spectateur, ce que Jean-Louis Boissier caractérise de degré zéro de l'interactivité :



Marcel Duchamp, *Rotary Glass Plates*, 1920

« L'interactivité presse-bouton, appellation souvent péjorative, mais que je considère pour ma part positivement, comme le degré zéro de l'interactivité, celui du pur déclenchement, de la bifurcation la plus simple, celle qui fait passer d'un état d'attente à un état de transformation, du suspens à l'événement, de la boucle à la transition. [...] Je pointe seulement ici le geste relationnel essentiel pour l'art qu'est celui d'un déclenchement par le spectateur. »³⁴

32. F. Popper, *Art, Action et Participation : L'artiste et la créativité aujourd'hui*, op. cit., p. 13.

33. *Ibid.*, p. 14.

34. J.-L. Boissier, *La relation comme forme : L'interactivité en art*, op. cit.

B.2. L'art interactif

L'œuvre d'art se veut donc de plus en plus réactive avec le public et son environnement, aidée notamment par l'arrivée du numérique, on parle alors d'art interactif³⁵: le spectateur se retrouve face à des œuvres numériques qui réagissent en temps réel par le biais d'interfaces.

« À la différence de la participation ou de l'esthétique relationnelle, l'interactivité ne met pas en avant une "socialisation" liée à la pluralité des spectateurs, mais fait beaucoup plus appel à l'implication d'un ensemble de subjectivités uniques. De plus, il ne s'agit pas avec l'interactivité numérique, comme avec la participation, de construire un tout, ni même simplement de participer à une œuvre en mouvement, mais plutôt de réaliser l'œuvre, de la faire exister, lors de son activation, du temps propre de son actualisation. »³⁶

Plus que de provoquer une action, plusieurs œuvres sollicitent le spectateur par différents moyens, afin de capter son attention. Remémorons-nous l'*Helpless Robot* (1969) de **Norman White** qui appelle par une voix enregistrée à la rencontre pour venir le toucher et l'aider à tourner.

B.2.1. Art et Réalité virtuelle et Mixte

Nous avons vu les notions d'environnement et de participation qui avec le numérique s'identifient en *immersion et interaction*. Nous retrouvons ici nos deux fameux piliers, liés au domaine de la réalité virtuelle et mixte³⁷ : par des œuvres immersives et interactives, des artistes vont ainsi explorer cette frontière entre le réel et le virtuel.

En 1970, Myron Krueger, avec Vidéoplace parle de réalité artificielle pour décrire ce monde numérique avec lequel le public réagit. Il ouvre ainsi la voie de l'utilisation des systèmes de réalité virtuelle en art. Mel Slater définit bien les caractéristiques de ce nouveau médium³⁸ :

35. « Je préfère donner deux indications seulement : premièrement, les arts interactifs impliquent une relation particulière à l'œuvre ; deuxièmement, si l'on en est venu à parler d'arts interactifs, c'est à partir de la notion d'interactivité qui est elle-même attachée au fonctionnement et à l'usage des ordinateurs. » : J.-L. Boissier, Les arts interactifs s'exposent-ils ? , ICHIM 05 - Digital Culture & Héritage / Patrimoine & Culture Numérique, 2005, p.3.

36. J. Glicenstein, "La place du sujet dans l'œuvre interactive", op. cit.

37. Cf. définition de la réalité virtuelle J. Guez, « Illusions entre le réel et le virtuel (IRV) comme nouvelles formes artistiques : présence et émerveillement », dir. Marie-Hélène Tramus, Thèse 2015

38. Cf. S. Beer, J. Guez, "Ideas about VR&AR as a new genre in fine arts." VRIC'13 *Proceeding of the Virtual Reality International Conference: Laval Virtual*, ACM, NY, USA. 2013, no. 16.

« C'est un médium qui a le potentiel d'aller bien au-delà de tout ce qui a été expérimenté auparavant en termes de dépassement des limites de la réalité physique, en transformant notre perception de l'espace, et en altérant de manière non intrusive les sens de notre propre corps. »³⁹



M. Krueger, Vidéoplace, 1970



De nouveaux espaces sont créés, amenant à solliciter de façon multi-sensorielle le public. Dans l'œuvre de **Jeffrey Shaw**, *Legible City* (1989), nous sommes invités à monter sur un vélo et pédaler face à un univers virtuel sur lequel on agit de façon « naturelle » : en voyant l'objet vélo, l'action se joue dans notre cerveau. L'interface utilisée par Jeffrey Shaw crée donc une bonne continuité avec le monde virtuel et garde une cohérence : en pédalant, on avance dans le monde virtuel, ce qui nous fait croire qu'on y est. Elle nous rend donc présents dans ce monde inventé par l'artiste dans lequel notre corps est impliqué.



J. Shaw, Legible City, 1989

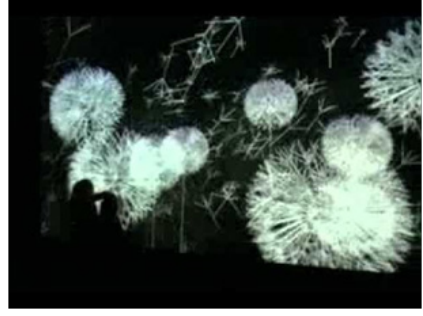
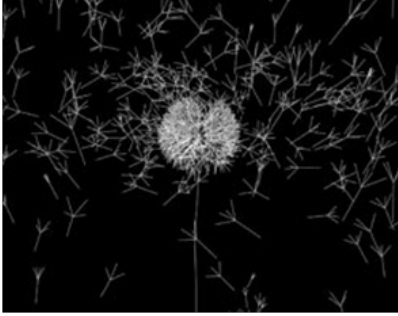


De même avec *les Pissenlits* (1990) de **Michel Bret et Edmond Couchot** : le monde virtuel représente des pissenlits et c'est en soufflant sur l'interface, un simple micro, que les akènes s'envolent à la manière des vrais pissenlits.

39. *"It is a medium that has the potential to go far beyond anything that has been experienced before in terms of transcending the bounds of physical reality, through transforming your sense*

of place, and through non-invasive alterations of the sense of our own body." M. Slater, "Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments.", op. cit.

Là encore, le fait de connaître le pissenlit et la façon dont les akènes s'envolent nous amène à entrer en relation avec le monde virtuel, et à interagir de manière plus naturelle.



M. Bret et E. Couchot. *Les Pissenlits*, 1990

Petit à petit l'évolution des techniques va permettre d'imaginer de nombreux dispositifs avec des mondes virtuels de plus en plus évolués, et ainsi proposer des expériences nouvelles pour le spectateur.

« Les installations interactives deviennent des lieux de rencontres dont l'espace polyesthésique promet des sensations insolites et des échanges intersubjectifs. Les spectateurs y vivent une expérience esthétique, à la fois, par le corps et par l'esprit. »⁴⁰



C. Sommerer et L. Mignonneau, *Interactive plant Growing*, 1993



C. Davies, *Osmose*, 1995

40. C.-Y. Chen, "Un monde pleinement énéacté."
Dans : *Action/Énaction, l'émergence de l'œuvre d'art*, X. L'Harmattan, 2014.



M. Benayoun, World Skin, 1997

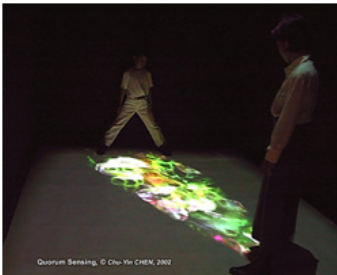


C. Scherrer, The Haunted Book, 2008

B.2.2. Un art qui se vit

Certains artistes, en prenant comme exemple le vivant, ont créé de nouvelles relations œuvres/spectateurs. Des œuvres qui par le développement informatique peuvent devenir de plus en plus réactives et complexes dans leur développement. Nous voyons alors apparaître des entités virtuelles capables de se générer⁴¹, où l'artiste « plantant les graines », laisse ensuite sa création évoluer et le surprendre, perdant ainsi le contrôle sur le résultat final. Le spectateur quant à lui, dans l'interaction, apporte au système des éléments l'alimentant et même parfois sans lesquels celui-ci ne peut exister pleinement.

L'installation *Quorum Sensing* (2002) de **Chu-Yin Chen** présente un écosystème de créatures artificielles qui s'affichent selon le placement du public, à ses pieds (tapis sensitif). Les créatures évoluent dans le système selon les conditions de leur environnement, donnant la sensation à celui-ci de découvrir et de faire vivre à ses pieds ces entités virtuelles au moment où il le désire.



C.-Y. Chen, Quorum Sensing, 2002

Cette autonomie fait émerger de nouveaux rapports d'interaction. Michel Bret, va dans ce sens définir deux interactivités dont nous rappelons les caractéristiques :

41. Cf. A. Lioret, P. Berger, *L'art génératif, jouer à Dieu...un droit? Un devoir*. L'Harmattan, 2012.

« La “**première interactivité**”, ou interactivité de commande, qui est celle de la simple boucle rétroactive de la cybernétique et qui est à la base de la plupart des systèmes interactifs.

Puis la “**seconde interactivité**” (par analogie avec la seconde cybernétique) qui apparaît dès lors que le système qui la produit est capable de se modifier lui-même au cours d’un apprentissage par lequel il interagit avec son environnement afin de s’y adapter. Il s’agit bien là d’un comportement que l’on pourrait qualifier d’“intelligent” et qui traduit le concept d’autopoïèse introduit par Francisco Varela. »⁴²

C’est ainsi qu’il crée avec **Marie-Hélène Tramus** et en collaboration avec **Alain Berthoz**, un avatar qui à sa propre « intelligence » : *la funambule virtuelle* (2000) avec laquelle se crée un dialogue à double sens. Le système ne se contente plus de répondre aux stimuli du spectateur, mais il va prendre en compte son environnement et y répondre en temps réel selon sa perception et son apprentissage. L’œuvre se présente ainsi : une personne est placée avec un capteur de position en face d’un être virtuel qui tient en équilibre sur un fil. Ce dernier, grâce à son intelligence artificielle basée sur des algorithmes de réseaux neuronaux lui permettant de mémoriser un apprentissage préalable à partir de quelques exemples de rééquilibrage, est capable de retrouver son équilibre, face au spectateur qui le déséquilibre, en trouvant d’autres solutions que seulement celles apprises. Le spectateur sera alors amené à s’adapter dans le temps aux réactions de cet être virtuel, qui lui-même s’adaptera aux siennes. Et c’est dans ce rapport dialogique et éactif, dans cette boucle perception/action qu’une relation va se construire entre l’œuvre et son utilisateur : espace d’émergence de nouvelles formes artistiques.



Illustration 88. M. Bret et M-H Tramus, *La funambule virtuelle*, 2000-2006

42. M. Bret, “L’Art à l’époque de sa numérisation.” Unité de Recherche «Esthétique,

Art, Synergie environnemental et Recherche. 2005.

Avec cette « interactivité intelligente », ils ont tenté de concevoir « *des acteurs virtuels qui ne se comportent pas comme des robots mécaniques, mais comme des êtres dotés de perceptions et d'autonomie d'action, objectif essentiel si l'on veut que le dialogue gestuel avec l'être virtuel soit riche, complexe, inattendu, et donne l'impression d'une relation vivante.* »⁴³

Marie-Hélène Tramus précise :

« Si d'un certain côté, l'artiste perd une partie de la maîtrise sur son œuvre, d'un autre côté, il gagne la possibilité de sortir de lui-même en laissant l'être virtuel le surprendre par sa capacité d'interaction autonome et évolutive et surprendre également ainsi le spectateur lui-même. Afin d'aller dans la direction d'une interactivité que nous suggérons d'appeler "la seconde interactivité", mettant en jeu des relations à la fois plus complexes et plus "floues" et se rapprochant de comportements humains intuitifs, nous avons choisi de nous appuyer sur des modèles issus des sciences cognitives et des sciences du vivant, notamment du connexionnisme et de la génétique et de la physiologie de la perception et de l'action. »⁴⁴

Des œuvres qui sollicitent le spectateur, qui l'interpellent, et qui lui laissent une part plus ou moins grande dans leurs relations : partant de celles qui ont besoin de lui activement pour s'accomplir pleinement, à celles qui déjà autonomes, l'attendent dans une interaction riche et éactive. Le spect-acteur garde alors la liberté de s'y confronter ou pas, de suivre les règles ou d'inventer, de trouver ses propres chemins de compréhension dans ce dialogue plaisant, surprenant, ou dérangent. Un art qui se vit, ou *Living Art*⁴⁵, qui provoque différents comportements, et qui laisse également la liberté et l'autonomie partagées d'interagir.

C. La présence comme forme artistique de la relation œuvre-spectateur

43. M. Bret, M.-H. Tramus, A. Berthoz, "Interacting with an intelligent dancing figure : artistic experiments at the crossroad between Art and Cognitive Science." *Leonardo for the Art Sciences and Technology*. 2005, no. 38.

44. M.-H. Tramus, *Recherches, expérimentations et créations dans les arts numériques : interactivité, acteurs virtuels*. HDR. Université Paris 8, p. 17.

45. Cf. F. Aziosmanoff, *Living Art : L'art numérique*. CNRS, 2010.

Dans ces œuvres immersives et interactives, le spectateur va se prendre au jeu ou non. Il a ainsi une part plus ou moins grande d'action sur l'œuvre.

« Les “spectateurs” devront décider eux-mêmes quel sera leur engagement esthétique, et s'ils répugnent à s'intégrer, ils resteront au stade de la participation sans s'élever à celui de la “création”. »⁴⁶

Des artistes vont alors, essayer de capter l'attention du spectateur et d'entretenir le contact. Ils vont concevoir des œuvres en fonction du point de vue de la réception du spectateur : comment le capter et entretenir le contact ? Quelle influence cette rencontre aura sur lui ?

Pour Julio Le Parc, il s'agissait de :

« mener un combat contre le présent état de fait et mettre en lumière toutes ses contradictions. Il faut créer des situations nouvelles qui permettent de révéler aux spectateurs la possibilité de changement qu'ils détiennent, de combattre toute tendance à la stabilité, à la permanence, et à la durabilité, de lutter contre tout ce qui peut accentuer l'état de dépendance, d'apathie et de passivité qui est associé aux coutumes, aux normes établies et aux mythes. »⁴⁷

Edmond Couchot parle de « *transe sensorielle* », pouvant être provoquée par certaines œuvres :

« L'art produit, sans quoi il n'est pas art, un effet singulier de jubilation sensorielle, de transe perceptive, propre aux formes sensibles qu'il met en œuvre — qu'elles soient réalistes, abstraites, géométriques ou conceptuelles, car cette transe peut naître aussi bien d'une forme matérielle que d'une forme immatérielle – et sans laquelle celles-ci ne sauraient ni capter, ni retenir le regard, l'écoute, l'attention. Tous les arts jouent subtilement avec la transe, l'exaltent ou la tempèrent ; elle est intense dans la musique et la danse, plus légère dans les arts visuels. »

« Mais la transe est transitoire. Instable, elle ne peut perdurer. Sans cesse, le sens resurgit : l'art reprend ses multi-

46. F. Popper, *Art, Action et Participation : L'artiste et la créativité aujourd'hui*, op. cit., p. 222.

47. *Ibid.*, p. 241.

ples fonctions symboliques. *Les œuvres les plus fortes sont celles qui savent entretenir la transe sans renoncer au sens et porter l'un et l'autre à leur plus haut point de tension.* »⁴⁸

C'est finalement de cette rencontre entre le spectateur et l'œuvre (trace de l'artiste), que peut émerger un certain plaisir esthétique.

« L'aspect le plus important de ce processus est "l'évènement qui surgit des rapports entre le spectateur et l'œuvre". »⁴⁹

La relation⁵⁰ apparaît donc comme une nouvelle forme esthétique que des artistes vont développer. Ils vont essayer par différents moyens de provoquer chez le spectateur une présence⁵¹ particulière par leurs œuvres.

D. Conclusion :

D.1. Lien artiste <> œuvre <> spectateurs

Une évolution constante des technologies amène petit à petit à une redéfinition des paradigmes qui nous entourent. Elles envahissent notre société, et sont au cœur des recherches actuelles. Cette « matière » en constante évolution nous envahit presque comme une seconde peau. Elle devient accessible et quasi transparente⁵², nous apportant de nombreuses applications qui changent notre façon de vivre. L'art ne peut que participer à cette effervescence. Ainsi, comme le précise Edmond Couchot : « *La question n'est pas de savoir si un art numérique est possible, mais comment le numérique a changé et change l'art.* »⁵³

48. E. Couchot, *La technologie dans l'art : De la photographie à la réalité virtuelle*, op. cit., p. 258.

49. F. Popper, *Art, Action et Participation : L'artiste et la créativité aujourd'hui*, op. cit., p. 205.

50. Cf. N. Bourriaud, *L'esthétique relationnelle*, op. cit. Et J.-L. Boissier, *La relation comme forme : L'interactivité en art*, op. cit.

51. Nous nous rapprochons de notre concept de présence déjà évoqué lors de notre description de la réalité virtuelle : cette présence qui naît d'une illusion de réalité (personnelle et environnementale) provoquée par un média ou non. Ici, nous considérons la présence pouvant être provoqué par des œuvres artistiques (tableaux, installations, etc.).

52. « *La transparence, ou "l'immediacy" selon Bolter et Grusin (2000), caractérise un média qui s'efface, qui veut faire oublier son existence aux personnes qui l'emploient, afin que celles-ci s'exemptent de compétences techniques et afin de simuler une forme de réalisme perceptif* ». Imad Saleh et Hakim Hachour, *Le numérique comme catalyseur épistémologique*, *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, [En ligne, consulté le 11-01-2014. URL : <http://rfsic.revues.org/168>].

53. Edmond Couchot, *Numérique Art*, *Encyclopædia Universalis* [en ligne, consulté le 13-11-2012. URL : <http://www.universalis-edu.com/encyclopedie/art-numerique/>].

Il n'est alors pas étonnant que des artistes en soif de dépassement des limites questionnent, critiquent, manipulent, utilisent ces nouveaux médias pour véhiculer leur art. L'artiste Vuk Cosic décrit : « *Chaque nouveau média n'est que la matérialisation des rêves de la génération précédente* »⁵⁴, permettant ainsi l'émergence de nouvelles matières de création dans de nouveaux espaces, en accord avec notre temps. Ainsi, comme nous venons de l'exposer, le numérique, dans l'évolution de l'art environnemental et participatif, apporte de nouvelles visions. Frank Popper dans ce contexte, montre comment le rôle de l'artiste se retrouve modifié et comment une esthétique nouvelle apparaît. Le fameux lien entre l'artiste, l'œuvre et le spectateur se retrouve bouleversé et remis en question.

« Le rôle nouveau de l'artiste se trouve ainsi déterminé par le transfert de responsabilité qui s'opère à l'heure actuelle vers le public, vers les "actants", et qui débouche sur de nouvelles formes de créativité [...] qui débordent parfois du cadre artistique traditionnel. »⁵⁵

C'est un art plus populaire et accessible, qui instaure de nouvelles pratiques pour s'actualiser. Il incite à sortir du cadre des arts plastiques, par son utilisation de divers matériaux.

« Nous avons noté que les expressions poly-sensorielles et poly-artistiques contribuent à une plus grande intégration du public au processus créateur, et que la science et la technologie peuvent constituer de puissants stimulants créatifs. »⁵⁶

Les frontières s'amincissent, et de nombreuses créations se déploient entre différents domaines. Mais déjà au niveau d'une installation artistique de réalité virtuelle, de nombreux domaines s'imbriquent, entre autres avec :

- les sciences et technologies pour concevoir et développer l'installation ;
- la scénographie réel/virtuel pour mettre en espace et en relation ;
- la psychologie pour concevoir en lien avec la réception de l'œuvre.

54. Citation recueilli par la revue Leonardo en ligne : Annick Bureau, *Qu'est-ce que l'art des nouveaux médias?*, Leonardo/Olats &, avril 2004. [En ligne, consulté le 13-11-2012. URL : http://www.olats.org/livresetudes/basiques/2_

[basiques.php](#)].

55. F. Popper, Art, Action et Participation : *L'artiste et la créativité aujourd'hui*, op. cit., p. 194.

56. Ibid., p. 338.

Ainsi, il est fréquent de ne plus avoir « un seul » créateur, mais plutôt une équipe. Plusieurs modèles d'équipes sont visibles aujourd'hui en art numérique, par exemple :

- l'artiste commande à des techniciens, dans l'ombre, le développement de son concept ;
- l'artiste commande à des techniciens le développement, tout en les citant dans le rôle précis qu'ils ont tenu (un peu comme un générique de film) ;
- l'artiste est lui-même développeur, il crée lui-même ses œuvres ;
- l'artiste, en co-création, insuffle l'idée première, mais travaille de manière horizontale avec les membres d'une équipe qui ont leur part et leur liberté créatrice ;
- l'artiste, en co-création, réalise une œuvre collective, qui part d'un concept collectif, et émerge de cette auto-organisation de groupe.

Pour ma part, je me situe entre les trois derniers profils : d'une formation scientifique, technologique et artistique, je désire connaître au mieux mon médium numérique, afin d'en tirer de nouvelles formes artistiques (d'où mon affiliation au laboratoire INREV qui prône l'apprentissage aussi bien technologique qu'artistique).

Je réalise constamment de nombreuses expérimentations dans ce sens. Cependant, lors de créations plus conséquentes, liées à une exposition d'une installation de réalité virtuelle ou à des scénographies théâtrales, le travail en équipe permet d'enrichir et de faire émerger de cette dynamique collective, encore plus d'inattendu et de plaisir esthétique. De plus, face aux contraintes de temps souvent exigées pour la réalisation de ces travaux, être en équipe permet une bonne répartition des tâches.

Je fais ainsi partie d'un groupe de chercheurs, artistes, ingénieurs, où nous sommes d'ailleurs un peu tout cela à fois. Nous réalisons de nombreuses installations dont les thématiques principales tournent autour de l'art et la réalité virtuelle et mixte, chacun avec sa spécialité propre (interaction gestuelle, graphisme temps réel, développement de réalité virtuelle, présence et illusion...), mais avec cette énergie et passion commune de création et de recherche.⁵⁸

57. Équipe Image Numérique et Réalité Virtuelle du laboratoire Arts des Images et Art Contemporain, Université Paris

58. Cf Virtual Reality Art Collective (VRAC)

D.2. Créer une Art&VR Gallery

Après ma thèse, dirigée par Marie-Hélène Tramus, et soutenue en 2015, j'ai cherché le moyen d'explorer d'une autre manière l'art et la réalité virtuelle et mixte. Je voulais créer un lieu qui permettent de fédérer artistes, chercheurs, scientifiques, industriels autour de ces notions d'immersion, d'interaction et de présence. Travaillant avec une méthodologie liée à la complexité (Cf. Edgard Morin) et la recherche – création, au croisement de mon profil artiste – ingénieur, je voulais créer des liens et des passerelles, pour faciliter l'émergence d'un savoir qui peut se construire par l'échange de profils et domaines différents.

J'ai ainsi proposé et crée en 2018 une Art&VR Gallery au sein du salon international Laval Virtual. Laval Virtual depuis maintenant 20 ans est un salon de référence dans le domaine de la réalité virtuelle et mixte. Il réunit industriel, chercheur, étudiant, et de temps en temps des artistes.

En avril 2018, en parallèle du salon, 35 œuvres ont été exposées dans une Art&VR Gallery de 300m², et un parcours artistique dans la ville de 6 expositions.

J'ai choisi la thématique « Matière réelle / Matière virtuelle »⁵⁹, afin de proposer une vision de cette continuité historique qui est présentée dans cet article : en référence aux artistes du GRAV des années 60, comment réfléchir l'immersion et la participation du spectateur avec le medium de la réalité virtuelle et mixte ; et comment décortiquer ce médium, en interrogeant le réel et le virtuel comme des matières qui peuvent s'hybrider.

Plusieurs œuvres, d'artiste reconnus⁶⁰, et émergents⁶¹ ont des exposés ; des œuvres, allant du mapping, à la réalité virtuelle, en passant par la robotique d'un papillon, à l'immersion dans une forme énorme et organique.

Je ne vais pas pouvoir ici faire une analyse complète de cette exposition. Pour résumé, elle a pu montrer comment ce continuum entre matière réelle et matière virtuelle est riche pour l'exploration artistique : elle a permis à plusieurs artistes, de domaines différents d'exposer ensemble, et échanger

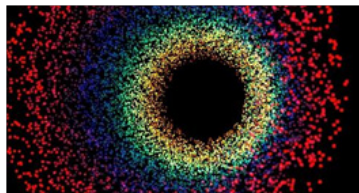
59. Dir. J.Guez, « Matière Réelle / Matière Virtuelle », Catalogue d'exposition Recto VRso – Art&VR Gallery – Laval Virtual, 2018

60. (dont Julio et Juan Le Parc, Catherine Ikam, Jean Paul Favand, Pia MYrvoLD, Saint Machine, Maurice Bennayoun, Gwendaline Bachini, Chu-

Yin Chen, Michel Bret, Edmond Couchot)
61. (dont Julien Lomet, Elhem Younes, équi.

Immemoria, collectif continuum, Vincent Meyrueis, Claire Sistach, Swann Martínez, Chia-Chi Chang, Raphaël Isdant, Camille Havas, Isadora Teles, Alexandre Gomez, Collectif VRAC)

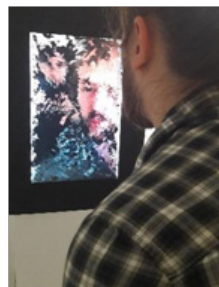
sur leur pratique. Cette exposition fut également très bien reçue des spectateurs, qu'ils soient artistes, professionnels du salon Laval Virtual, ou public de Laval, permettant de montrer comment ces formes artistiques renouvellent de nouveau rapport à l'œuvre, toujours plus riche et esthétique.



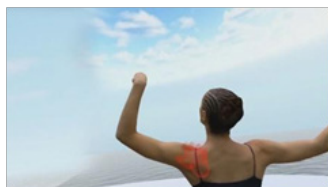
AtelierLeParc_7AlchimiesenVR



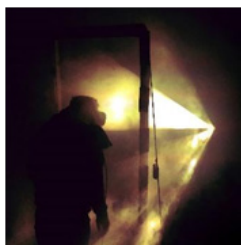
CIkam- _Jeanne de profil



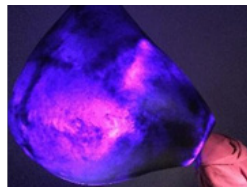
SAINTMACHINE_Hybrid
Sensorium



GBachini-A#3 MOTU



Orangerie@VRACollective_
La PORTE



MuseeArtNaif@
ITellesdeCastro_the Sung
Portrait

- « Assez de mystifications », Manifeste du G.R.A.V. contenu sur un tract distribué lors de la 3e biennale de Paris en octobre 1963
- F. Aziosmanoff, *Living Art : L'art numérique*. CNRS, 2010.
- S. Beer, J. Guez, "Ideas about VR&AR as a new genre in fine arts." VRIC'13 Proceeding of the Virtual Reality International Conference: Laval Virtual, ACM, NY, USA. 2013, no. 16.
- M. Bret, "L'Art à l'époque de sa numérisation." Unité de Recherche «Esthétique, Art, Synergie environnemental et Recherche. 2005.
- M. Bret, M.-H. Tramus, A. Berthoz, "Interacting with an intelligent dancing figure : artistic experiments at the crossroad between Art and Cognitive Science." *Leonardo for the Art Sciences and Technology*. 2005, no. 38.
- J.-L. Boissier, *La relation comme forme : L'interactivité en art*, les Presses du réel, 20019.
- N. Bourriaud, *L'esthétique relationnelle*, L'Harmattan, 2014.
- C.-Y. Chen, "Un monde pleinement énéacté." Dans : *Action/Énéaction , l'émergence de l'œuvre d'art*, X. Flammarion, 1992.
- E. Couchot, « La technologie dans l'art : De la photographie à la réalité virtuelle ». Jacqueline Chambon, 1998.
- J. Glicenstein, "La place du sujet dans l'oeuvre interactive." *Artifices* 4. 1996. [En ligne, consulté le 16-05-2015. URL : http://www.ciren.org/artifice/artifices_4/glicen.html]
- J. Guez, « Illusions entre le réel et le virtuel (IRV) comme nouvelles formes artistiques : présence et émerveillement », dir. Marie-Hélène Tramus, Thèse 2015
- J. Guez, "De l'interaction à la présence — un art qui se vit", op. cit.[En ligne, consulté le 16-05-2015. URL : <http://www.revue-proteus.com/abstracts/06-3.html>]
- J.Guez, « Matière Réelle / Matière Virtuelle », Dir. Catalogue d'exposition Recto VRso – Art&VR Gallery – Laval Virtual, 2018
- E. Guigon, et al., *L'Œil moteur : art optique et cinétique, 1950-1975*. Musées de Strasbourg, 2005.
- A. Lioret, P. Berger, *L'art génératif, jouer à Dieu...un droit? Un devoir*. L'Harmattan, 2012.
- F. Popper, « Art, Action et Participation : L'artiste et la créativité aujourd'hui ». Klincksieck, 1985.
- L. Poissant, « Interfaces et sensorialité », Presse de l'université du Québec, 1995.

M. Slater, "Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments.",

M.-H. Tramus, Recherches, expérimentations et créations dans les arts numériques : interactivité, acteurs virtuels. HDR. Université Paris 8, p. 17.

Coordination
Laetitia Perez

Mise en page
Guofan XIONG

version PDF est distribué sur :
www.inrev.univ-paris8.fr

Les titres et textes sont composés avec le caractère Sabon, dessiné par Jan Tschichold en 1967. Les titres courants et les titres des chapitres sont composé par Helvetica, dessiné par Max Miedinger en 1957.

Les articles de cette revue questionnent l'art à travers les nouvelles technologies numériques. Ces nouveaux modes d'expressions complexes, où s'entrelacent pensée scientifique et sensibilité artistique, font émerger une écriture particulière du monde. Ils amènent à reconsidérer les formes d'expression artistique induites par le numérique.

La motivation qui pousse les artistes-chercheurs à définir ou à dévoiler leur processus créatif est au centre de la réflexion des différents auteurs. Comment se construit et se reçoit une œuvre née de la rencontre entre un besoin d'expression artistique et l'appropriation de technologies numériques en perpétuelle évolution ?

Ancré au sein de l'actualité artistique dans le domaine des images numériques et de la réalité virtuelle/augmentée, ce 6^{ème} numéro de la Revue ATI-INREV explore et analyse trois grandes thématiques : l'art génératif et la vie artificielle, le temps et la mémoire en art numérique, ainsi que l'art et la perception. Ces thèmes font échos aux problématiques de recherches du laboratoire AI-AC-INREV et de la formation ATI.