

AU-DELÀ DE LA VIRTUALISATION

RÉALITÉ VIRTUELLE, INTELLIGENCE COLLECTIVE ET POST-CAPITALISME

ADRIEN GRIGORESCU

MÉMOIRE DE MASTER
ENCADRÉ PAR CHRISTIAN GIRARD ET MARIO CARPO

DÉPARTEMENT DIGITAL KNOWLEDGE
ENSA PARIS MALAQUAIS
DÉCEMBRE 2017

VIRTUAL DREAM CENTER EDITION
MARS 2018



Virtual
Dream
Center



Cover background :
Luka Lavrenci



<https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>

To the extent possible under law, the person who associated CCO with this work has waived all copyright and related or neighboring rights to this work. All cited works are subjected to their own rights.

SOMMAIRE

05 INTRODUCTION

**07 PARTIE 1
LA RÉALITÉ DU VIRTUEL**

- 09 Les technologies de réalité virtuelle
- 17 Réel/virtuel : quelles différences ?
- 25 Un corps, des sens
- 31 Redéfinition de la pratique architecturale

**37 PARTIE 2
UN NOUVEL INTELLECT**

- 39 Perception de l'espace-temps
- 61 Matérialiser l'immatériel
- 67 Le virtuel, élément de compréhension du réel
- 73 Considérations éthiques

**79 PARTIE 3
AU-DELÀ DE LA VIRTUALISATION**

- 81 Un nouveau projet de société
- 91 Au-delà du post-internet art
- 137 Intelligence Collective et Multitude
- 145 Conception collaborative
- 153 Interagir avec l'espace construit
- 169 Mode d'accès aux outils

177 CONCLUSION

187 ANNEXES

213 BIBLIOGRAPHIE

Introduction

Dans un contexte de crise globale - économique, politique, sociale - teintée de surveillance de masse, de désillusion et d'insécurité, les nouvelles technologies nous sont régulièrement présentées comme salutaires et émancipatoires, avant d'être progressivement absorbées par les gouvernements ou corporations à l'origine même de ces crises. Cependant, le développement d'Internet depuis les années 90 a laissé entrevoir de nouvelles formes d'organisation sous forme de réseaux distribués, la démocratisation de la production matérielle, ainsi que l'échange des connaissances et des savoirs. Mais pour permettre aux individus de s'organiser collectivement pour tirer le meilleur de ces technologies, il est nécessaire de bien comprendre leur fonctionnement, leurs enjeux et leurs limites. Pour certaines technologies, il devient alors possible de les réorienter au service d'une vision mettant de côté les logiques aujourd'hui dominantes de profit, d'individualisation et d'exclusion. Ce mémoire s'intéresse à l'une de ces nouvelles technologies, la réalité virtuelle, afin d'en comprendre son fonctionnement, ses implications, et ses possibilités d'utilisation.

L'immersion en réalité virtuelle, fantasmée puis oubliée dans les années 90, a récemment connu un regain d'intérêt avec l'annonce de la commercialisation grand public des visiocasques en 2016. Cependant, l'amalgame est souvent fait entre le virtuel et le faux, l'imaginaire : il est craint que l'utilisation de la réalité virtuelle ou de la réalité augmentée nous déconnecte de la réalité « réelle ». Suite à une présentation succincte des technologies de réalité virtuelle et leur intérêt pour l'architecture - partie 1 - nous nous intéresserons à leur capacité à modifier l'intellect humain et donc notre compréhension du monde - partie 2. Dans un deuxième temps, nous verrons comment la réalité virtuelle s'inscrit dans un mouvement de réorganisation radicale de la société et de la pratique architecturale, et s'il est possible d'orienter son utilisation pour favoriser le développement de modèles alternatifs au capitalisme tel que nous le connaissons aujourd'hui - partie 3.

PARTIE 1

LA RÉALITÉ DU VIRTUEL

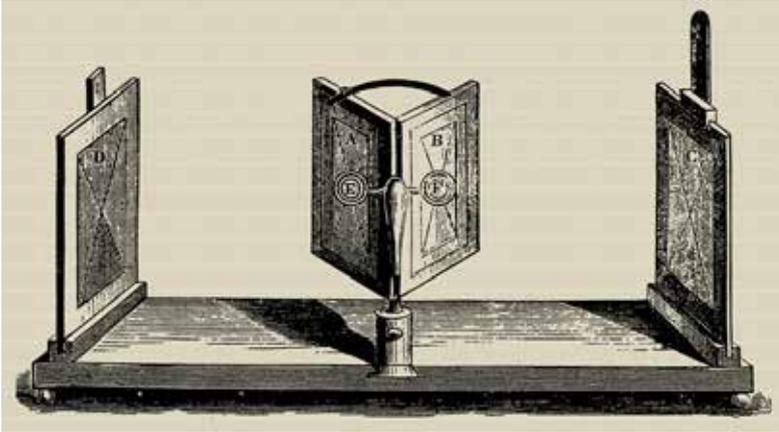
I Les technologies de réalité virtuelle

PREMIERS PAS ET FAUX DÉPART

En 1838, Charles Wheatstone exploite avec le *Stereoscope* la capacité du cerveau humain à associer deux images bidimensionnelles en une représentation tridimensionnelle par un jeu de miroir, donnant ainsi une sensation de profondeur et d'immersion. Fondamentalement, c'est encore le procédé utilisé par les casques d'immersion actuels. La première moitié du XX^{ème} siècle voit s'enrichir l'imaginaire d'une immersion multi-sensorielle. L'auteur de science-fiction Stanley G. Weinbaum imagine ainsi en 1935 dans sa nouvelle *Pygmalion's Spectacles* une paire de lunettes permettant à son utilisateur de s'immerger dans un film par la vue et l'ouïe, le toucher, l'odorat et le goût, mais également d'interagir avec les personnages du film ¹. Quelques années plus tard, Morton Heilig conceptualise en 1955 le *Sensorama*, une cabine offrant une expérience multi-sensorielle associant un film stéréoscopique avec du son stéréo, des odeurs et des mouvements. Avant même les premières simulations numériques, l'implication du corps et de l'ensemble des sens était explorée.

Les premiers prototypes d'immersion apparaissent dans les années 60, peu après le développement des premiers ordinateurs. Le visionnaire Ivan Sutherland, alors professeur à Harvard, imagine dès 1965 l'*Ultimate Display*, un dispositif de simulation si réaliste qu'il en devient impossible de distinguer réalités virtuelles et actuelles. Le concept inclut un visiocasque, une sonorisation 3D, un retour haptique, un ordinateur capable de créer la simulation et la modifier en temps réel, ainsi que la possibilité pour l'utilisateur d'interagir avec ce monde virtuel. Il construit en 1968 avec l'aide de Bob Sproull à l'Université de Harvard puis l'Université de l'Utah un premier prototype de casque de réalité virtuelle : l'*Incredible Helmet*, aussi connu sous le nom de *Sword of Damocles*, dû à son système de suspension imposant au-dessus de la tête de l'utilisateur. L'*Incredible Helmet* utilise des tubes cathodiques monoscopiques – projection de la même image sur les deux yeux – et est capable de superposer des objets filaires monochromes à la vision de l'utilisateur.

¹ Stanley Weinbaum, « Pygmalion's Spectacle », in *Wonder Stories*, 1935. Version électronique réalisée par Malcolm Farmer (Australia, 2006). Consultable sur <http://gutenberg.net.au/ebooks06/0607251h.html>.



Charles Wheatstone, *Stéréoscope*, 1832. Gravure.
Le chronoscaph, 2015. <https://lechronoscaph.com>

PYGMALION'S SPECTACLES

By **STANLEY G. WEINBAUM**

Author of "The Black Flame," "A Martian Odyssey," etc.

© 1935 by Continental Publications, Inc.

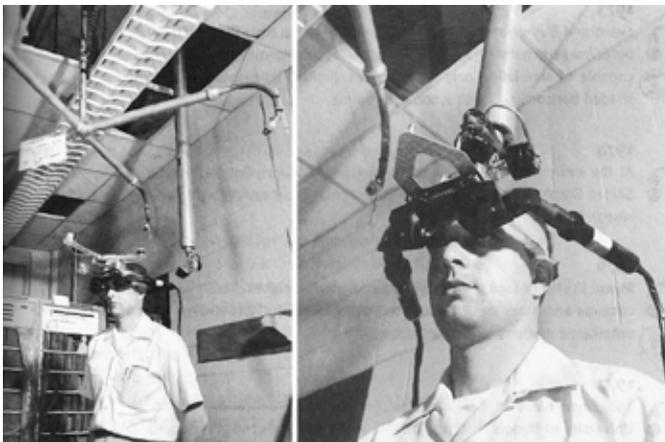


Unbelieving, still gripping the arms of that wicker chair, Dan was staring at a forest

Stanley G. Weinbaum, *Pygmalion's Spectacle*, 1935.
SFFAudio, 10/10/2012. <http://www.sffaudio.com/>



Morton Heilig, Sensorama, 1962.
Invision Studio, 26/05/2016.
<http://invisionstudio.com>
CC BY-SA 4.0



Ivan Sutherland and Bob Sproull, *The Sword of Damocles*, 1968.
Ulyces, Consulté 14/12/2017. <https://www.ulyces.co>
D.R.

L'industrie aéronautique a toujours été intimement liée au développement des technologies d'immersion, et c'est elle qui possédait jusque dans les années 2000 les meilleurs dispositifs afin d'entraîner les pilotes sur des simulateurs de vols hautement sophistiqués. Le *Link Trainer* est une série de simulateurs de vols produits dans les années 30 par l'entreprise *Link Aviation Devices, Inc.* Son fondateur Edwin Link développe le premier simulateur de vol mécanique afin d'apprendre à piloter, avant de rapidement vendre des modèles aux *Army Air Corps*, intéressés pour des raisons évidentes de sécurité et de coût. Au même moment où Ivan Sutherland développe *The Sword of Damocles* dans un laboratoire universitaire, Tom Furness, un autre pionnier notable, réfléchit à l'application concrète des technologies de Réalité virtuelle au sein de l'*Air Force* américaine, affirmant par là sa différence avec Sutherland, comme il l'exprime dans une interview avec Kent Bye ². En réponse à la complexité croissante des technologies de pilotage des avions de chasse, il commence dans les années 60 à développer un système de visée avec la tête, l'affichage d'informations ou encore la possibilité de rendre des systèmes de pilotages complexes plus intelligibles et faciles à manipuler. La taille limitée du cockpit l'oriente vers la Réalité Augmentée, et débouche en 1971 à la création du *VCASS (Visually Coupled Airborne Systems Simulator)*, puis du *Super Cockpit* en 1986.

Suite à ces premières expérimentations, les recherches continuent d'avancer dans les milieux militaires et académiques, non sans difficultés dues aux puissances de calcul limitées des ordinateurs et au prix élevé de la fabrication des technologies d'immersion. Le terme « Réalité virtuelle » est inventé en 1989 par Jaron Lanier, souhaitant se démarquer du terme communément utilisé à l'époque, « virtual worlds », afin d'insister sur l'interaction sociale possible en réalité virtuelle ³. La démocratisation de l'ordinateur et d'Internet dans les années 90 introduit les mondes virtuels et l'immersion en réalité virtuelle à de nombreuses disciplines et s'ensuit une première vague de théorisation et d'expérimentation – John Frazer, Marcos Novak ou encore Lars Spuybroek en architecture. Cependant, le coût extrêmement élevé des technologies d'immersion marque un faux-départ commercial et elles tombent vite dans l'oubli.

UN NOUVEL ÉLAN

L'avènement du smartphone dans les années 2000 permet de fortement réduire les coûts de fabrication d'écrans LCD et micro-puces et d'améliorer leur qualité. Il faut attendre 2012 pour voir apparaître la première technologie opérationnelle accessible au grand public avec le lancement d'une campagne de financement participatif de l'entreprise *Oculus* et son casque d'immersion *Rift*, créé par Palmer Lucky alors âgé de 18 ans, ayant réussi à lever 2.4 millions de dollars. Rachetée par *Facebook* pour 2 milliards de dollars en 2014, *Oculus* a relancé la dynamique expérimentale et commerciale des années 90. On trouve aujourd'hui

2 Bye, Kent. "#245: 50 years of VR with Tom Furness: The Super Cockpit, Virtual Retinal Display, HIT Lab, & Virtual World Society. *Voices of VR*, 17 Novembre 2015. <http://voicesofvr.com/245-50-years-of-vr-with-tom-furness-the-super-cockpit-virtual-retinal-display-hit-lab-virtual-world-society/>

3 Jim Blascovich et Jeremy Bailenson, *Infinite Reality: The Hidden Blueprint of Our Virtual Lives* (New York: William Morrow, 2012).



Link Aviation Devices Inc., Link Trainer - Photograph at Freeman Field, Seymour, Indiana, 1929.
Photographie personnelle de JM Schneid, 1943. Wikimedia, 2008. <https://en.wikipedia.org>



Tom Furness, VCASS: Visually Coupled Airborne Systems Simulator, 1971.
Records of the Office of the Secretary of Defense, 1921-2008 - Combined Military Services Digital Photographic Files, 1982-2007.
Photographie de 1995.
<https://catalog.archives.gov>

toute une diversité de technologies à des prix variés : de *Google Cardboard* ou *Samsung Gear VR* utilisant l'écran du smartphone aux plus performants *Oculus Rift* ou *HTC Vive*.

Les technologies actuelles fonctionnent selon trois concepts importants, détaillés par Jim Blascovich et Jeremy Bailenson, deux chercheurs financés par la *National Science Foundation* et le *National Institutes of Health* s'intéressant de près aux impacts psychologiques et sociaux de la réalité virtuelle ⁴ : *tracking* – mesure des mouvements de l'utilisateur, *rendering* – calcul de ce que l'utilisateur est sensé voir selon le *tracking*, et *display* – rafraîchissement de l'affichage. Le philosophe Alain Milon de l'Université Paris Ouest, plus orienté sur l'étude du concept de corps en philosophie, généralise le fonctionnement d'une technologie d'immersion en réalité virtuelle ⁵ :

« Le corps est au centre d'un Dispositif (D) qui offre une Modélisation (M), un Opérateur (O) qui dialogue avec la machine, un système d'Interaction (I), différentes Interfaces de Saisies (IS) et un monde environnant: la Réalité (R) »

On trouve ici cette idée de boucle d'influence entre l'Opérateur et la Modélisation, agissant l'un sur l'autre via un système d'interactions permettant au modèle et à l'opérateur de construire un système de relations cognitives et sensorielles – contrairement à la visualisation d'un film par exemple. C'est d'ailleurs pour Philippe Fuchs, professeur à l'école des *Mines ParisTech* et auteur du *Traité de la Réalité Virtuelle* ⁶, la finalité de la réalité virtuelle : « permettre à une personne une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, et qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel ».

La réalité virtuelle est ainsi centrée sur l'expérience. Chaque immersion, chaque action dans l'espace virtuel est une expérience. Deux notions sont fondamentales pour distinguer la réalité virtuelle des autres expériences avec le virtuel au sens large : l'*Immersion* et l'*Interaction*. Ces dernières participent à créer le sentiment de *Présence*. La *Présence* est l'idée que l'utilisateur se « sente » dans l'espace virtuel. C'est la « perception de stimuli tel que l'utilisateur l'aurait dans l'environnement réel correspondant » ⁷ ou encore une sorte de conscience virtuelle, la « sensation d'exister dans un monde virtuel existant mais en tant qu'entité séparée » ⁸. C'est l'objectif ultime de toute immersion en réalité virtuelle et le premier critère qui rendra l'expérience « authentique ». Cette *Présence* n'est pas nécessairement atteinte par un réalisme graphique, l'important étant le réalisme des stimuli et par conséquent les émotions induites.⁹ Il est en revanche important que cette sensation de *Présence* ne soit pas perturbée (bruit dans le monde réel, trébuchement sur un câble d'alimentation, inconfort des équipements) afin que l'utilisateur ne soit pas rappelé au monde

4 Blascovich et Bailenson. *Op. cit.*

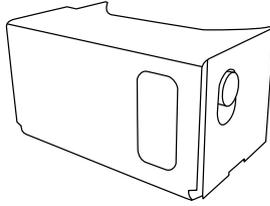
5 Alain Milon, *La réalité virtuelle : avec ou sans le corps ?* (Paris : Autrement, 2005). Page 110.

6 Philippe Fuchs et al., *Le traité de la réalité virtuelle* (Paris : Ecole des Mines de Paris, 2001). Page 3.

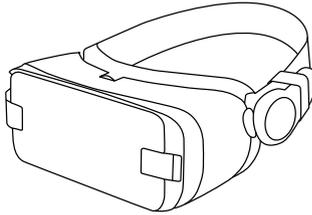
7 Evelyne Klinger, Rose-Marie Marie, et Philippe Fuchs, « Réalité Virtuelle et Sciences Cognitives : Applications en Psychiatrie et Neuropsychologie », In *Cognito* Volume 3(2) (2006) : pp 1-31.

8 C Heeter, « Being there: the subjective experience of presence », *Presence* 1 (1992) : pp 262-271.

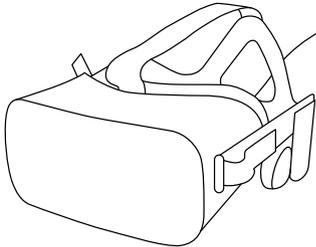
9 Klinger, Marie, et Fuchs, « Réalité Virtuelle et Sciences Cognitives : Applications en Psychiatrie et Neuropsychologie ». *Op. cit.*



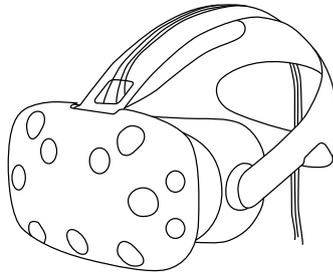
GOOGLE CARDBOARD



SAMSUNG GEAR VR



OCULUS RIFT



HTC VIVE

physique, ce qui est actuellement très difficile à mettre en place étant donné la complexité des technologies d'immersion.

Les technologies d'immersion actuelles les plus populaires sont les visiocasques stéréoscopiques, technologie en cours de commercialisation massive (type *Oculus Rift*, *HTC Vive* ou *Samsung Gear VR*). Avec ces technologies, l'utilisateur est immergé dans l'espace virtuel via un écran stéréoscopique l'isolant du monde physique. Dans le cas de la réalité augmentée ou réalité mixte, les mondes virtuels et réel se superposent à la vue de l'utilisateur (type *Google Glass*, *Microsoft HoloLens* ou *Magic Leap*). Tous les interlocuteurs rencontrés dans le cadre de ce mémoire – cf entretiens en annexe – critiquent les casques d'immersion : bien qu'ils commencent à être suffisamment développés pour pouvoir expérimenter avec, ils restent très contraignants, coûteux et solitaires. Ainsi, certaines sociétés comme *Foundation* préfèrent se porter sur des solutions plus flexibles, comme des applications smartphones ou des interfaces web. Nous ne ferons pas ici la distinction entre les termes réalité virtuelle et réalité augmentée/mixte, sauf précision contraire, et bien que les dispositifs de réalité mixte n'en soient encore qu'à un stade expérimental non commercialisé, il est supposé qu'à moyen terme, les utilisateurs naviguent de manière fluide entre ces différents niveaux de réalité, comme le font aujourd'hui les utilisateurs de smartphone.

II

Réel/virtuel : quelles différences ?

UNE RÉALITÉ « RÉELLE » ?

Certains courants de pensée comme le constructivisme et ses différentes théorisations considèrent la « réalité » comme une construction de l'esprit ¹⁰. Ce que nous percevons – sons, couleurs, matières – sont des interprétations de stimuli externes, que chaque personne interprète différemment. Il n'y donc pas de « réalité » statique, facilement définissable et commune. Même pour un individu, sa réalité est en constante évolution selon les expériences qu'il intègre. La manipulation de cette réalité par des stimuli visuels a été expérimenté par George M. Stratton. Elève d'un des principaux fondateurs de la psychologie moderne, Wilhelm Wundt, George M. Stratton se concentre particulièrement sur la psychologie expérimentale. En 1896, lors d'une étude sur la perception par la vision, il fabrique une paire de lunettes inversant verticalement la vision. Sa capacité à s'adapter à sa nouvelle perception en seulement quelques jours, et surtout le besoin d'un nouveau temps d'adaptation lors du retrait des lunettes questionnent l'existence d'une réalité « réelle », figée.

Ainsi, le concept de réalité virtuelle n'est pas né avec les technologies d'immersion modernes. Le chercheur Jonathan Schooler de l'*University of California, Santa Barbara*, estime ainsi que 40 à 60% de notre temps est passé en état de rêverie (*daydream*), volontairement ou non ¹¹. De manière similaire, on peut considérer que les religions considèrent le monde actuel comme un monde virtuel temporaire et que le monde « réel » est celui de la vie après la mort. Les contes, les dessins, la sculpture ou la photographie sont des médias qui favorisent l'esprit humain à explorer un monde de possible, fait d'interprétations non résolues : un monde virtuel. *Le point de vue du Gras*, considérée comme la première photographie officielle par Joseph Nicéphore Niépce en 1827, malgré la performance technique remarquable, laisse place à l'interprétation : est-ce la vue depuis la chambre de Joseph Niépce ou un homme accoudé à une table ? Les recherches historiques ont permis de préciser le contexte de la prise de vue, mais la possibilité d'une double interprétation montre que même lorsqu'un média essaie de capturer et figer la « réalité », l'interprétation humaine ne permet pas

¹⁰ Blascovich et Bailenson, *Infinite Reality*. Op. cit.

¹¹ Ibid.



George M. Stratton, Stéréoscope, 1896.
Reproduction de l'expérience de G. Stratton.
Date et auteur inconnus.
Wikipedia, <https://en.wikipedia.org>
D.R.

de la comprendre telle qu'elle est vraiment. De la même manière, la popularité des images 2D animées, dont l'origine est souvent attribuée à *L'arrivée d'un train à La Ciotat* de 1895 montre la capacité de l'individu à se projeter dans un espace-temps virtuel, alors même que l'idée d'une simulation numérique était inconcevable.

DU VIRTUEL À LA VIRTUALISATION

L'origine du mot *virtuel* vient du latin *virtualis*, lui-même issu de *virtus*, force, puissance. La définition suivante est proposée par Pierre Lévy, philosophe sociologue spécialisé dans l'étude des impacts du virtuel sur la société, dans *Qu'est-ce que le virtuel ?*¹² :

« Est virtuel ce qui existe en puissance et non en acte. Le virtuel tend à s'actualiser, sans être passé cependant à la concrétisation effective ou formelle »

Le virtuel ne s'oppose ainsi pas au réel, « ce qui est là, immuable ; indifférent à notre présence, proprement consistant et cohérent »¹³, mais répond à l'actuel. C'est un complexe problématique, un nœud de tendances ou de forces qui accompagnent une situation, un événement, un objet ou n'importe quelle entité et qui appelle un processus de résolution. Cette résolution constitue *l'actualisation*. L'analogie peut être faite avec un problème de mathématiques : le problème est virtuel, mais la solution est le résultat de l'actualisation de ce problème. L'actualisation est force de création et d'invention : elle transforme les idées et alimente le virtuel en retour. La *virtualisation* est le processus inverse, le passage de l'actuel au virtuel¹⁴:

« Au lieu de se définir principalement par son actualité, l'entité trouve désormais sa consistance essentielle dans un champ problématique »

La virtualisation soulève donc des problématiques nécessitant un questionnement profond sur l'essence-même de la solution actuelle. Pour Deleuze, images virtuelles et objets actuels sont inséparables. L'objet actuel a plusieurs « couches » plus ou moins profondes qui se confondent aux images virtuelles¹⁵ :

« L'actuel est le complément ou le produit, l'objet de l'actualisation, mais celle-ci n'a pour sujet que le virtuel. L'actualisation appartient au virtuel. L'actualisation du virtuel est la singularité, tandis que l'actuel lui-même est l'individualité constituée ».

¹² Lévy, *Qu'est-ce que le virtuel ? Op. cit.* Page 5

¹³ Philippe Quéau, *Le virtuel : vertus et vertiges* (Seysssel, France : Champ Vallon, 1993). Page 42.

¹⁴ Lévy, *Qu'est-ce que le virtuel ? Op. cit.*

¹⁵ Gilles Deleuze et al., *Dialogues* (New York : Columbia University Press, 1987). Page 182.



Joseph Nicéphore Niépce, *Point de vue du Gras*, 1826-1827.
Photographie.
Rebecca A. Moss,
Coordinator of Visual
Resources and Digital
Content Library, via email.
College of Liberal Arts
Office of Information
Technology, University
of Minnesota. *Wikipedia*,
2005. <https://commons.wikimedia.org>



Louis Lumière, *L'arrivée d'un train en gare de La Ciotat*, 1895. Film.
Museum of Modern Art, New York City, consulté 12/12/2017.
<https://www.moma.org>
© MoMa

Le virtuel et l'actuel ne sont donc pas en opposition. Pour illustrer son propos, Deleuze reprend Bergson : un souvenir n'est pas une image actuelle qui se forme après la perception, mais bien une image virtuelle qui coexiste avec la perception actuelle de l'objet. En fait, réel, possible, actuel et virtuel sont quatre modes d'être différents, mais quasiment toujours à l'œuvre ensemble dans chaque phénomène concret que l'on peut analyser¹⁶. Ils sont complémentaires et indissociables¹⁷ :

« Le virtuel ne se substitue pas au réel comme il n'est pas moins, plus ou aussi réel que le réel. Il est un attribut du réel, tout simplement, une expression parmi d'autres de la réalité »

Dans son article *Against the Technological Interpretation of Virtuality*¹⁸, la philosophe Giovanna Borradori confirme cette idée de détachement technologique du virtuel. Elle y exprime le souhait de développer un concept non-réducteur du virtuel, qui prend en compte les événements générés technologiquement pour les comprendre phénoménologiquement comme un aspect de notre expérience du monde, ce qu'elle appelle perspectivisme. Elle s'oppose ainsi à l'idée réductionniste, représentationnaliste, selon laquelle n'est virtuel que ce qui est généré par l'informatique et les réseaux, et selon laquelle les objets virtuels ne sont pas accessibles par perception sensorielle. Ces deux mouvements de pensée – perspectivisme et représentationnalisme – ont une conception fondamentalement différente de l'espace : alors que le représentationnalisme dépend d'une vision rationaliste – l'espace est un contenant d'entités et de formes – le perspectivisme se fonde sur le concept de spatialité virtuelle (*virtual spatiality*) inspiré par Heidegger, Bergson et Nietzsche – l'espace est un champ de forces immanent, dans lequel les entités et les formes ne sont pas simplement contenues mais produites par le différentiel constituant leur interrelation. Ainsi, la virtualité technologique ne serait qu'un mode spécifique parmi un plus large spectre phénoménologique. Alors que le représentationnalisme oppose deux modalités, le réel et le possible, le perspectivisme associe sans les opposer actuel et virtuel. Le possible contient tout ce qui pourrait devenir réel sur des conditions de base trouvées dans le réel, tandis que le virtuel est co-extensif du réel, et inclut la portion non-actualisée du réel¹⁹ :

“While possibility is larger than reality because it contains whatever could become real on the basis of the conditions found in the real; virtuality is co-extensive with the real, for virtuality is already real, inclusive of the yet unexpressed or non-actualised portion of the real”

En suivant la thèse énoncée par Deleuze, Giovanna Borradori relie le virtuel

16 Lévy, *Qu'est-ce que le virtuel ? Op. cit.*

17 Milon, *La réalité virtuelle. Op. cit.*

18 Giovanna Borradori, « Against the Technological Interpretation of Virtuality », *Hypersurface Architecture // AD* Volume 69, Issue 9 (1999): pp 26-31.31

19 Borradori. *Op. cit.* Page 28.

au concept de mémoire selon Bergson : alors que la perception et le souvenir sont deux concepts organisant l'expérience, ils ne sont pas deux expériences distinctes en soi. Lorsque nous nous rappelons un souvenir, nous nous détachons du présent afin de l'actualiser et de le transformer en perception.

VIRTUALISATION ET INTELLIGENCE

La virtualisation et les mediums de représentation ont toujours joué un rôle important dans le développement de notre civilisation et de notre Intelligence (collective et individuelle). Par exemple, selon Pierre Lévy ²⁰, le développement des langages est une virtualisation du temps réel, et l'outil technique est une virtualisation de l'action. L'homme a ainsi toujours été à la recherche du virtuel car il permet de se détacher de la fragilité et de la douleur du réel. Ces virtualisations participent à l'émergence d'une Intelligence Collective, ne serait-ce que par le simple fait de pouvoir communiquer grâce au langage ou de pouvoir incorporer une 'mémoire d'action' dans l'utilisation des outils - on ne réinvente pas deux fois le même outil. De plus, les moyens de représentation permettent à l'homme de s'exprimer dans un contexte cognitif donné, et de fait ces moyens de représentation favorisent des modes de connaissance distincts - par exemple les nanosciences ne sont pas concevables sans l'existence des ordinateurs car l'échelle nanoscopique ne pourrait même pas être observée. Lévy considère alors l'informatique comme la plus virtualisante des techniques actuelles, car elle est aussi la plus grammaticalisante (tout information est réduite à une suite de 0 et de 1).

L'épistémologue Giuseppe Longo, dans son article *Le modèle comme regard organisateur du réel* ²¹, précise cette idée : toute science, donc tout modèle, s'exprime dans un certain formalisme - langue naturelle, symboles mathématiques, ou langage machine. Les notations discrètes rendent visibles dans le discret un continu d'ondes. Le langage fracture le monde dans le discret de la description et toutes nos formes de connaissances sont marquées par la décomposition du raisonnement par sa simple expression. La discrétisation alphabétique nous force à faire des choix précis, elle rejette le flou et l'incertain : elle réduit le phénomène en une structure informationnelle finie. Ainsi, alors que le langage naturel se caractérise par une double articulation - celle qui joint les phonèmes et les mots et celle qui joint les mots pour produire des phrases, le langage computationnel, par la réduction à seulement deux symboles, se caractérise par une articulation à n termes - codes électroniques, langages machines, langages de programmation, jusqu'à toute forme de langage visuel et sonore. En ayant des caractères le moins signifiants possibles et identiques sur tous les supports de mémoire, les séquences sont traductibles par n'importe quel ordinateur ²².

Par ailleurs, ce langage computationnel est amené à prendre de plus en plus d'importance : avec la possibilité de collecter, stocker et traiter des quantités de données toujours plus grandes et à moindre coût, les technologies de compression de données - comme par exemple, l'alphabet, l'abstraction

²⁰ Lévy, *Qu'est-ce que le virtuel?* Op. cit.

²¹ Giuseppe Longo et Nabil Zakhama, « Le modèle comme regard organisateur du réel » (Exposé invité aux actes du colloque *Naturaliser le modèle*, Chambord, 2013).

²² Lévy, *Qu'est-ce que le virtuel?* Op. cit.

mathématiques des sciences modernes voire même l'historiographie et la narration – risquent de disparaître au profit des Big Data ²³. Pourquoi essayer de compresser l'information pour la transmettre ou la stocker alors qu'il est possible de tout archiver et retrouver à coût presque nul ? Le développement de l'utilisation des data dans les années à venir s'accompagnera ainsi d'une virtualisation de concepts et phénomènes de plus en plus complexes.

23 Carpo, Mario, « Big Data and the End of History », *Perspecta : the Yale architectural journal* Volume 48, Amnesia (2015): pp 46-59.

III

Un corps, des sens

L'HAPTIQUE AU SERVICE DE LA PRÉSENCE

La différence notable entre les technologies de réalité virtuelle et les technologies de représentation les plus récentes comme l'écran LCD est l'implication du corps en tant qu'élément « actif et moteur », offrant « le moyen le plus naturel, le moins codé linguistiquement de s'incorporer les images »²⁴.

L'immersion en réalité virtuelle se limite aujourd'hui à l'utilisation de visiocasques et de dispositifs haptiques primaires – contrôleurs avec suivi de mouvement. Cependant, l'ajout de sensations haptiques suscite un vif intérêt de la part des développeurs. L'architecte Constantinos Miltiadis a ainsi développé en 2014 dans le cadre de *Project Anywhere* différents dispositifs permettant de renforcer l'interaction entre deux personnes en espace virtuel comme le *software Omnitracker*, détectant jusqu'à 83 degrés de liberté en temps réel par un réseau de capteurs infrarouges et le gant *Intelliglove*. Chaque mouvement dans l'espace physique, y compris les plus subtils mouvements de tête ou de doigt, sont ainsi reproduits par l'avatar en temps réel dans l'espace virtuel, offrant la possibilité d'interactions sociales complexes.

Citons également le dispositif haptique *Hardlight VR*, financé à près de 150 000\$ sur la plateforme de financement *Kickstarter* en Février 2017, qui utilise 16 retours vibro-tactiles afin de renforcer l'immersion en environnement virtuel. Même si la zone d'effet se limite aux torsos et aux bras, la précision des vibrations et la finesse des algorithmes permet de simuler des sensations complexes comme le ressenti des gouttes de pluie ou le passage d'un projectile frôlant le corps. Une multitude d'autres systèmes sont en cours de prototypes, comme la *TeslaSuit* développée par *Tesla Studios*, qui souhaite intégrer en plus du retour haptique en 46 points un contrôle climatique – sensation de chaud/froid en 10 points – le ressenti de la gravité, et un système de *motion capture* afin de capter les mouvements de l'intégralité du corps, ou encore *Ultrahaptics* simulant le toucher via la diffusion d'ultrasons. Néanmoins, il n'est pas nécessaire de s'équiper de dispositifs complexes pour renforcer de manière significative l'immersion en espace virtuel. La disposition d'objets factices dans l'espace physique à l'endroit où ils se trouveraient par rapport à l'utilisateur dans l'espace virtuel – *passive haptics* – est une technique utilisée dès les années 90, avec par

²⁴ Quéau, *Le virtuel*. Op. cit. Page 16.



Constantinos Miltiadis, *Project Anywhere*, 2014.
studioany, 2014. <http://studioany.com>
© studioany



NullSpace VR, HardLight Suit, 2017.

Hardlight VR, consulté 15/12/2017.

<http://www.hardlightvr.com>

© NullSpace VR



TeslaSuit, 2017.

TeslaSuit, consulté 15/12/2017.

<https://teslasuit.io>

© TeslaSuit



Mat Collishaw, *Thresholds*, 2017.
Installation, Somerset House, London.
<https://matcollishaw.com>, consulté 14/12/2017.
© Mat Collishaw



L. Liu, J. Peng et J. Huang, *Simulacrum*, 2017.
Interactive Architecture Lab, Bartlett School of Architecture, 2017.
<http://www.interactivearchitecture.org>
© Interactive Architecture Lab



Cyborg Nest, *NorthSense*, 2017.
https://cyborgnest.net_consulté
14/12/2017
© Cyborg Nest

exemple la disposition d'une planche en bois à quelques centimètres du sol pour simuler un précipice²⁵. Aujourd'hui, des salles entières sont aménagées, comme pour l'expérience *Thresholds* de Mat Collishaw. Le renforcement de l'immersion par *passive haptics* a d'ailleurs été exploité par Liqun Liu, Junxi Peng et Jisheng Huang de l'*Interactive Architecture Lab* pour générer des espaces virtuels à partir d'un scan 3D de la pièce physique dans laquelle l'utilisateur se trouve²⁶.

VERS UNE IMMERSION INSTANTANÉE ET INTÉGRALE

Nous ferons ici l'hypothèse qu'à moyen terme, il sera techniquement possible de s'immerger de manière intégrale dans le virtuel, le rendant indissociable de la réalité physique. La technologie à laquelle nous ferons allusion ici suppose un niveau de fidélité sensorielle – visuelle, tactile, olfactive – comparable à la fiabilité audio du téléphone d'aujourd'hui. L'avatar virtuel et le corps humain seront supposés indissociables. Cette immersion pourra se faire soit via l'utilisation de puces électroniques agissant directement sur le réseau neuronal en faisant imaginer une expérience à l'utilisateur – i.e. en créant un souvenir instantané – soit en stimulant l'intégralité de ses récepteurs sensoriels en temps réel. De tels dispositifs peuvent susciter l'inquiétude de par leur directe intégration biologique au corps humain, mais le transhumain existe déjà – et surtout se commercialise. Par exemple, le collectif d'artistes cyborgs *CyborgNest*, dont les membres ont déjà été 'augmentés' en percevant les couleurs par des sons ou l'activité sismique terrestre par des vibrations, lancent en 2017 *NorthSense*. Ce dispositif permet de ressentir, via des vibrations très subtiles, le champ magnétique terrestre de manière continue, ajoutant un nouveau mode de perception de l'environnement aux sens constituant une expérience. Cette immersion sera certainement réalisable de manière instantanée, modifiant ainsi profondément la relation entre l'homme et son environnement – immédiatement, il pourra accéder à un autre espace-temps.

25 Brent Edward Insko, « *Passive Haptics Significantly Enhances Virtual Environments* (Dissertation) » (University of North Carolina, Department of Computer Science, 2001), Consultable sur: <http://citeeearx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.294.8545&rep=rep1&type=pdf>.

26 Liqun Liu, Junxi Peng, et Jisheng Huang, « *Simulacrum* », Interactive Architecture Lab, 21 Septembre 2017, <http://www.interactivearchitecture.org/lab-projects/simulacrum>.

IV

Redéfinition de la pratique architecturale

La convergence du développement d'une architecture participative, de la démocratisation des techniques de fabrication (imprimantes 3D domestiques), de la mise en commun des ressources intellectuelles (licences *open-source* et *Creative Commons*), de l'application des principes d'auto-organisation à la morphogénèse (avec le concept d'émergence et les algorithmes évolutionnaires), ainsi que de l'automatisation croissante de la conception par l'Intelligence Artificielle laisse de moins en moins la possibilité à l'architecte de concevoir des espaces physiques, car court-circuité dans tous ses domaines de compétences traditionnels. La discipline risque alors de se ramifier – l'architecte pouvant par exemple se spécialiser en algorithmique ou en concepteur de plateformes d'interconnexion (type *Fablab* ou *WikiHouse*). Un des plus grands risques est en fait la capitalisation de ces technologies par les entreprises les commercialisant, comme *Google* ou *Autodesk*, que nous développerons en partie 3. C'est pour cela qu'il faut dès maintenant s'y intéresser afin de pouvoir les critiquer, les détourner, les réinterpréter intelligemment dans notre profession. C'est d'ailleurs par une acceptation avisée et critique que l'architecte peut être capable d'extraire le meilleur d'une technologie, comme nous l'a montré l'histoire de l'intégration des outils numériques dans la conception ²⁷ :

“An enthusiastically anti-technological endorsement of new technologies is an improbable intellectual construction. Yet this dual, almost schizophrenic nature of digital theory was an essential component of digitally intelligent design from its very beginnings”

N'y aurait-il pas un rôle à jouer dans la conception d'espaces virtuels, comme ceux permettant de visualiser des données complexes, qui nécessitent une véritable sensibilité et expertise de l'espace, engendrant alors une nouvelle ramification de la profession ? Serait-il plus intéressant d'intégrer les possibilités apportées par la réalité virtuelle au processus de conception traditionnel ? Mais peut-on encore parler de conception « traditionnelle » ? La réalité virtuelle ne remet-elle pas en question notre manière de concevoir, en augmentant l'humain ou en réorganisant indirectement la société ? L'architecte Constantinos Miltiadis

²⁷ Mario Carpo, « Introduction: Twenty Years of Digital Design », in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012*, éd. par Mario Carpo (Chichester, UK: Wiley, 2013), pp 8-14. Page 11.

dont la pratique et l'enseignement se rapprochent du *game design* – cf entretien en annexe – définit l'architecture comme étant la discipline consacrée à l'étude de l'espace. La spatialité existante dans les environnements virtuels peut donc être considérée comme une extension de la discipline. Cependant, il ne cherche pas particulièrement à appliquer cette exploration du virtuel dans le processus de conception ou de construction, car elle questionne déjà l'architecture : par exemple comment créer un espace immatériel qui a quand même des qualités architecturales ?

Dès les années 90, les pionniers comme Marcos Novak ont pressenti l'importance du virtuel pour les architectes, et comment le développement des technologies nous amène à radicalement réévaluer nos définitions d'espaces, au-delà de l'espace physique ²⁸ :

“Augmented reality follows from augmented space. If architecture is the art whose medium is space, and if our understanding of space is itself changing, must not architecture change? Must we not change?”

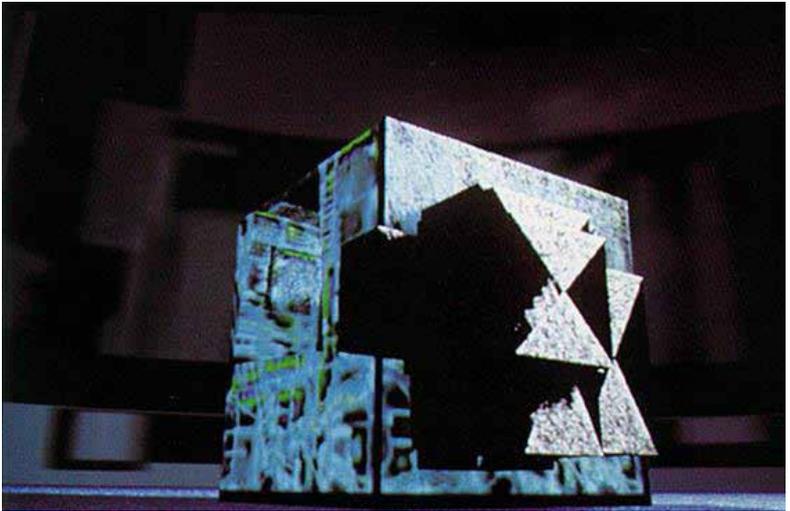
Alors que les avancées en mathématiques ont remis en question la nature même de l'espace et du temps depuis près de deux siècles, avec la géométrie non-euclidienne depuis Gauss jusqu'à la théorie de l'espace-temps multidimensionnel, les architectes ne s'intéressent encore que trop peu à la richesse et l'étrangeté de ces nouveaux concepts, qui ne limitent plus l'architecture à la manipulation d'objets figés dans l'espace cartésien mais développent tout un champ d'exploration des modes de perception. L'architecte, artiste, compositeur et théoricien Marcos Novak a ainsi développé dès 1991 le concept de *Liquid Architecture*, une architecture dématérialisée, constamment en reconfiguration et en interaction avec le visiteur.

Il est donc du devoir de l'architecte concepteur d'espace d'élargir son champ de compétences pour enfin trouver une expression pertinente du monde post-euclidien. Les technologies de réalité virtuelle sont les plus à-mêmes d'explorer de tels espaces, comme nous le verrons en partie 2. Mais au-delà de cette redéfinition du concept d'espace, et alors que le virtuel et la culture émergente distribuée et interconnectée s'immiscent toujours plus dans nos sociétés, ces dernières se retrouvent en attente d'une architecture appropriée à ce changement de paradigme, comme nous le verrons en partie 3.

Pour les plus sceptiques, c'est-à-dire même dans l'hypothèse où la réalité virtuelle n'est considérée que comme simple moyen de représentation, c'est de toute manière dans la multiplicité des moyens d'interaction avec le modèle que s'enrichit la conception architecturale, comme nous le rappelle Malcolm McCullough dans *20 Years of Scripted Space* ²⁹ : “The more kinds of representation that software let us manipulate, the more opportunity we have to take design to a higher level”. C'est ainsi que le développement des interfaces

²⁸ Marcos Novak, « Trans-architecture », Fen-om Theory, 1994, <http://www.fen-om.com/theory/theory12.pdf>. Page 1

²⁹ Malcolm McCullough, « 20 Years of Scripted Space », in *Programming Cultures: Art and Architecture in the Age of Software*, éd. par Mike Silver, AD Profile 182, AD 76, 2006, pp 12-15. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 183-187).



Marcos Novak, *Liquid Architecture Series - Plate 24*, 1991.
Randall Packer - Zakros InterArts, consulté 14/12/17.
<http://www.zakros.com>
© Marcos Novak

utilisateurs graphiques et des outils de manipulation en temps réel dans les années 90 ont pu faciliter l'exploration de la conception par la manipulation, plutôt que par des procédures prédéfinies, et ont rendu possible l'émergence d'une nouvelle esthétique. Ce que confirme Jean-Baptiste Geley - cf entretien en annexe : la réalité virtuelle lui sert de médium pour « présenter son architecture, faire comprendre de nouvelles dimensions et découvrir de nouveaux champs de possibilité [...] L'exploration virtuelle devient une vraie exploration conceptuelle ». En effet d'après lui, chaque logiciel manipulé par l'architecte influence son écriture - le passage de *Sketchup* à *Rhinoceros* change les intuitions et les manières d'approcher la modélisation. Le passage à la réalité virtuelle offre encore de nouvelles manières de composer l'espace, c'est une forme culturelle et sociale de notre temps dont l'architecte doit s'emparer.

PARTIE 2

UN NOUVEL INTELLECT

I Perception de l'espace-temps

« A de grands intervalles dans l'histoire, se transforme en même temps que leur mode d'existence le mode de perception des sociétés humaines. La façon dont le mode de perception s'élabore (le médium dans lequel elle s'accomplit) n'est pas seulement déterminée par la nature humaine, mais par les circonstances historiques.»

- Walter Benjamin, *L'oeuvre d'art à l'époque de sa reproduction mécanisée*, 1936 ³⁰.

LA FIN DE LA VISION RATIONALISANTE

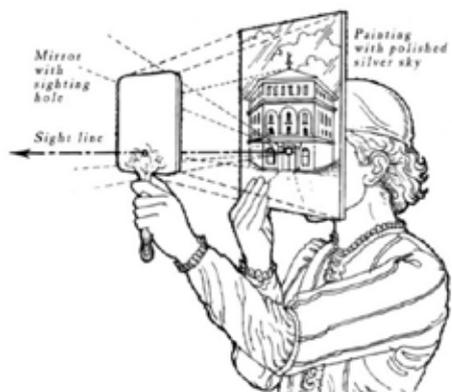
Brunelleschi a fondamentalement changé la perception du monde par son invention de la perspective conique au XVème siècle. L'utilisation d'un miroir l'aida à découvrir l'existence des points de fuite, dont il se servit pour peindre la baptistère Saint-Jean de Florence. Les observateurs étaient ensuite invités à regarder la peinture à travers un trou, et à placer un miroir entre la toile et le bâtiment physique. En plus de l'importance cruciale de la perspective dans tous les systèmes de représentation qui ont suivi, ce dispositif est remarquable par sa capacité à superposer différents niveaux de perceptions (celle du monde réel et celle de la représentation conceptuelle) dans le champ de vision de l'observateur.

Par la suite, c'est alors la vision qui s'est inscrit comme le sens prédominant en architecture. Mais depuis 25 ans, nous assistons à une remise en cause de ce paradigme ³¹ :

“The electronic paradigm directs a powerful challenge to architecture because it defines reality in terms of media and simulation; it values appearance over existence, what can be seen over what is. Not the seen as we

30 Walter Benjamin, « L'oeuvre d'art à l'époque de sa reproduction mécanisée », traduit de l'allemand par Pierre Klossowski avec l'auteur, in *Zeitschrift für Sozialforschung, Herausgegeben im Auftrag des Instituts für Sozialforschung von Max Horkheimer*, Jahrgang V/1936, Librairie Félix Alcan Paris, 1937, pp. 40-68. Page 43.

31 Peter Eisenman, « Visions Unfolding: Architecture in the Age of Electronic Media », in *Domus 734*, 1992, pp 17-24. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 16-22).





Filippo Brunelleschi, *Baptistère Saint-Jean, Florence, 1425.*
Leonardo's Apprentice, consulté 12/12/17.
<https://leonardosapprentice.com>

formerly knew it, but rather a seeing that can no longer interpret. Media introduce fundamental ambiguities into how and what we see. [...] Architecture assumes sight to be pre-eminent and also in some way natural to its own processes, not a thing to be questioned. It is precisely this traditional concept of sight that the electronic paradigm questions”

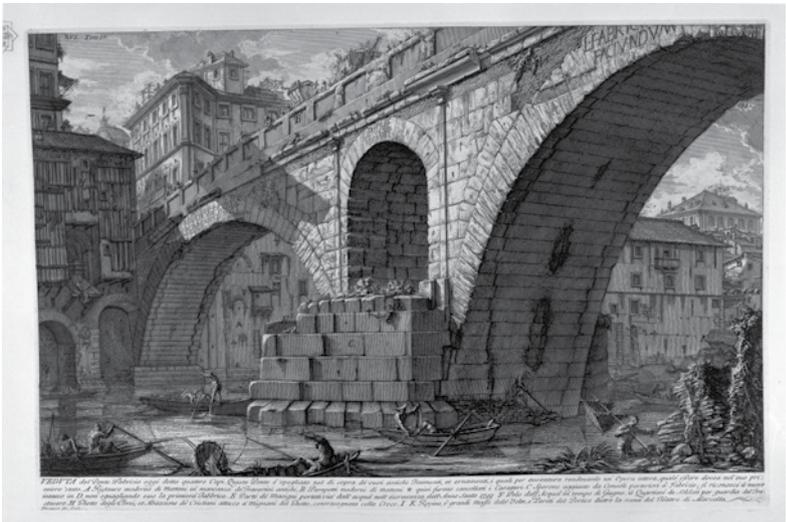
La « vision » évoquée ici par Eisenman est considérée comme une caractéristique particulière de la vue, la reliant à la pensée. En architecture, cela correspond à la vision monoculaire perspective – c'est-à-dire la possibilité de représenter l'espace, y compris dans sa profondeur, sur une surface plane. L'architecture s'est peu à peu conformée à cette vision monoculaire rationalisante : l'espace est constitué d'éléments identifiables dans un agencement perspectiviste rationnel. Certains artistes, comme Giovanni Battista Piranesi au XVIII^{ème} siècle ou Maurits Cornelis Escher dans les années 50, ont exploré les limites de la perception de l'espace par la perspective. Il peut ainsi être prouvé, par l'utilisation de la géométrie descriptive et en comparant les dessins de Piranesi avec les constructions réelles représentées³², que les travaux de Piranesi sont effectués à partir de points de vue multiples et donc déjouent la représentation perspective de Brunelleschi en utilisant plusieurs points de fuite. Cela correspond à une mise à distance de la vision monoculaire au sens d'Eisenman : il n'y plus moyen de corrélérer par simple interprétation visuelle ce qui est observé et ce qui existe réellement. MC Escher, quant à lui, trompe l'observateur en détournant toutes les logiques et règles de la perspective, empêchant toute interprétation physique de l'espace représenté.

Dans ses différents projets, Peter Eisenman expérimente alors la possibilité de se détacher de cette rationalisation de l'espace, en laissant le sujet se détacher de la perception visuelle : l'individu n'est plus sensé comprendre ou interpréter l'espace construit en l'observant, mais seulement en percevoir un certain ordre le dépassant. D'après lui, l'évolution de la relation entre l'espace tridimensionnel et la vision s'opère par un changement de représentation : l'espace ne doit plus pouvoir être dessiné en perspective pour ne plus se soumettre à la rationalisation perspective. Sa proposition de projet pour le *Alteka Office Building* à Tokyo en 1991 explore ce détachement entre raison et vision. Alors que l'espace représenté semble posséder une certaine logique, il ne peut pas être appréhendé par les outils de représentation classiques de l'architecture, à savoir la représentation monoculaire perspective³³ :

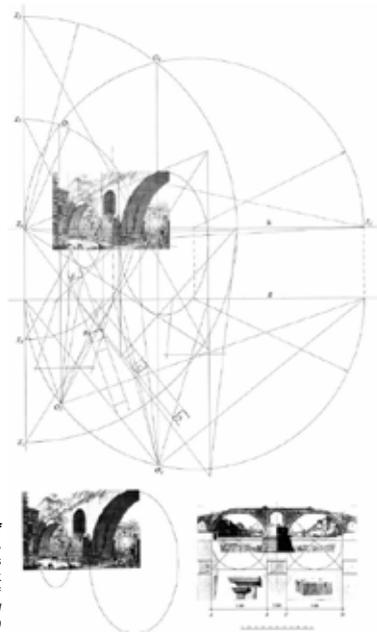
“A change in the relationship of perspectival projection to 3d space changes the relationship between project drawing and real space. In this sense, these drawings would have little relationship to the space that is being projected. For example, it is no longer possible to draw a line that stands for some scale relationship to another line in the space of the project, thus the drawn lines no

32 Joanna Barbara Rapp, « A geometrical analysis of multiple viewpoint perspective in the work of Giovanni Battista Piranesi: an application of geometric restitution of perspective », *The Journal of Architecture* 13:6 (2008): pp 701-736.

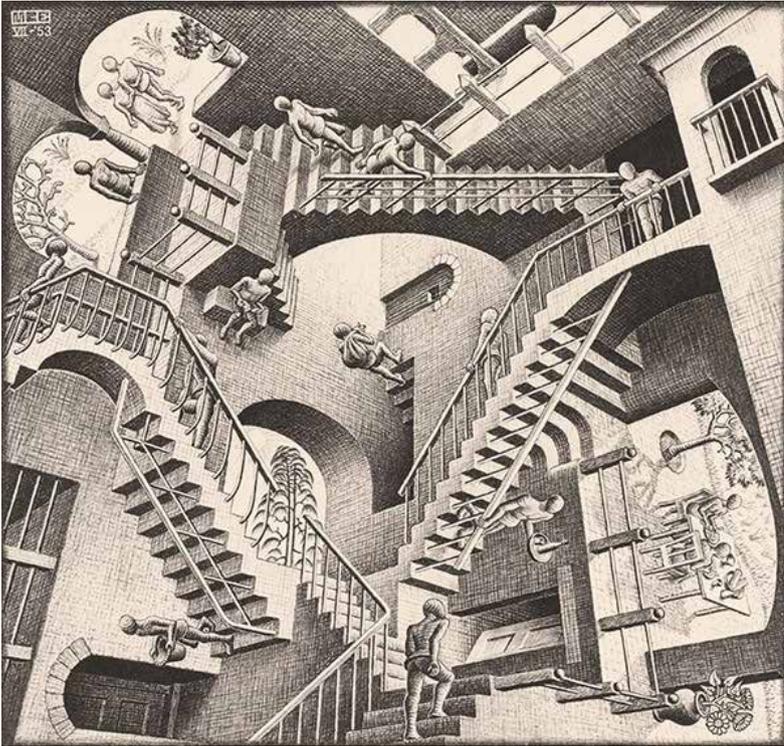
33 Eisenman, « Visions Unfolding: Architecture in the Age of Electronic Media ». *Op.cit.*



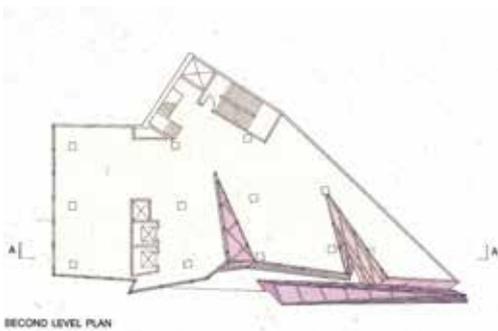
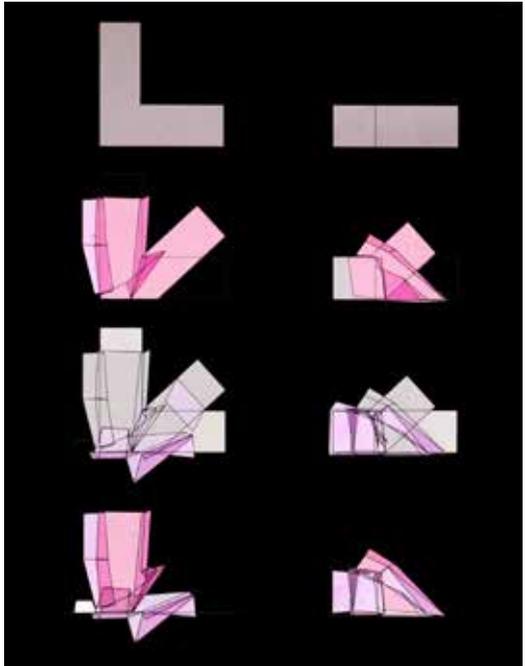
Giovanni Battista Piranesi, *Ponte Fabricio*, 1756. Gravure
 In Giovanni Battista Piranesi, *Le antichità Roman*, Tomo IV, tav. XVI, 1784 // *Opere di Giovanni Battista Piranesi, Francesco Piranesi e d'altri*. Firmin Didot Freres, Paris, 1835-1839. Tomo 4.
 Wikimedia, 2009. <https://commons.wikimedia.org>



Joanna Barbara Rapp, *Perspective restituion of Piranesi's etching Ponte Fabrizio*, 2008.
 In Joanna Barbara Rapp, «A geometrical analysis of multiple viewpoint perspective in the work of Giovanni Battista Piranesi: an application of geometric restitution of perspective», in *The Journal of Architecture*, 13:6, 2008. p 719



M.C. Escher, *Relativity*, 1953. Lithographie.
M.C. Escher Foundation, Baarn.
The Official M.C. Escher Website, 2013.
<http://www.mcescher.com>
© The M.C. Escher Company



Peter Eisenman, Alteka Tower, 1991.
 Eisenman Architects, consulté 15/12/2017.
<http://www.eisenmanarchitects.com>
 © Eisenman Architects

longer have anything to do with reason, the connection of the mind to the eye.”

Alors que la représentation perspective a ancré la vision – et sa rationalisation – en architecture, les phénomènes et concepts exploités par la réalité virtuelle seront-ils à l’origine d’un nouveau type d’ordre architectural ?

PERCEPTION-REPRESENTATION-CONCEPTION

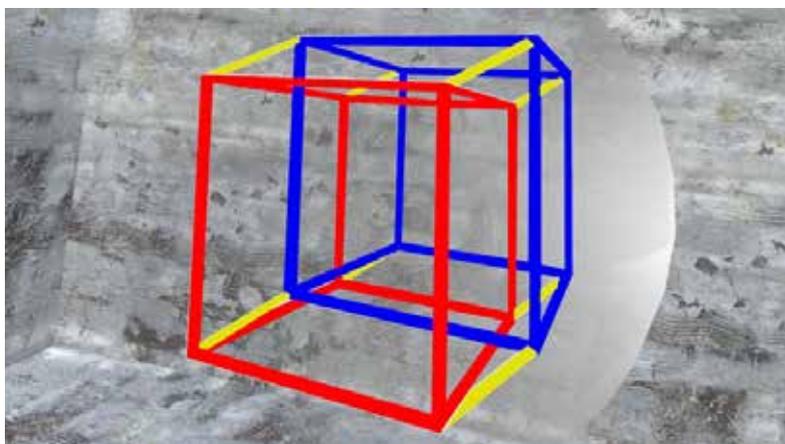
En fait, au-delà de notre compréhension et interprétation de l’espace, c’est notre perception-même qui en est modifiée. Jane Burry, en s’appuyant sur les théories du biologiste et psychologue Jean Piaget³⁴, estime ainsi que l’espace perceptif n’est pas seulement constitué de sensations brutes mais qu’il est aussi progressivement transformé par des représentations. Ainsi, notre perception spatiale est fondamentalement modifiée dès que nous avons assimilé et superposé la représentation cartésienne à l’espace que nous percevons. Les mondes virtuels étant complètement modélisés, ils permettent justement l’exploration de nouveaux types d’espaces - par exemple non-euclidiens - et n’ont aucune obligation d’obéir aux lois habituelles. Ils permettent alors l’exploration de nouveaux types de relations sujet-objet³⁵ :

« Notre représentation naturelle de l’espace sert de pontement à toutes nos intuitions extérieures. On ne peut jamais se représenter qu’il n’y ait pas d’espace. L’espace est la condition subjective de notre sensibilité. Il est la condition préalable de la relation du sujet aux choses. En revanche, dans les mondes virtuels, l’espace est lui-même un phénomène, une image, que l’on doit modéliser au même titre que les objets et les images qu’il « contient ». Cela a notamment pour conséquence la possibilité d’une recomposition et d’une transformation permanente des relations spatiales entre ces objets et l’espace dans lequel ils sont « plongés » »

En nous fournissant une nouvelle représentation de l’espace, la réalité virtuelle en modifie notre perception, qui en retour alimente nos capacités de conception. De la même manière que l’ordinateur a simplifié l’exploration des géométries 3D par sa représentation 2D dynamique avec des logiciels comme Rhinoceros, la réalité virtuelle permettrait l’exploration et la compréhension approfondie des espaces 4D ou non-euclidiens par sa représentation 3D dynamique interactive invoquant l’ensemble des sens, ce que confirme Constantinos Miltiadis – cf entretien en annexe. A titre d’exemple, citons l’application *Hypercube* – disponible librement sur la plateforme *GitHub* – qui permet la manipulation d’un tesseract, analogue à 4 dimensions d’un cube tridimensionnel, sur le *HTC Vive*. La difficulté de conceptualisation d’objets de dimensions supérieures à 3, ainsi que la difficulté de représenter de tels objets par les médias traditionnels (la diffusion

³⁴ Jane Burry, « Philosophy of Mathematics for Computational Design. Spatial Intuition Versus Logic », in *Computational Design Thinking*, éd. par Achim Menges et Sean Ahlquist (London: Wiley, 2011), pp 168-178.

³⁵ Quéau, *Le virtuel*. Op cit. Page 65



Wenbo Lan et Ken Perlin, *Hypercube*, 2016.
Albert Hwang's Blog, consulté 15/12/2017. <http://www.albert-hwang.com>
© Wenbo Lan, Ken Perlin

sur écran aplatit l'objet en deux dimensions), se retrouvent alors amoindries par la possibilité de visualiser et d'interagir en temps réel dans un environnement virtuel. La réalité virtuelle permet alors une meilleure compréhension d'un phénomène complexe, et invite l'architecte à en exploiter ses caractéristiques. Citons également l'œuvre remarquable *DCT Syphoning The 64th Interval* de Rosa Menkman – espace du Digital Museum of Digital Art 2.0 (DiMoDa 2.0) – dont l'utilisation de textures procédurales « bruitées » fait perdre tout repère spatial à son visiteur. Quelles conséquences auront l'exploration de tels espaces sur la production architecturale ? Comment l'architecte peut-il créer une spatialité si les éléments qu'il manipule ne sont même plus identifiables ?

UNE NOUVEL ORDRE ARCHITECTURAL ?

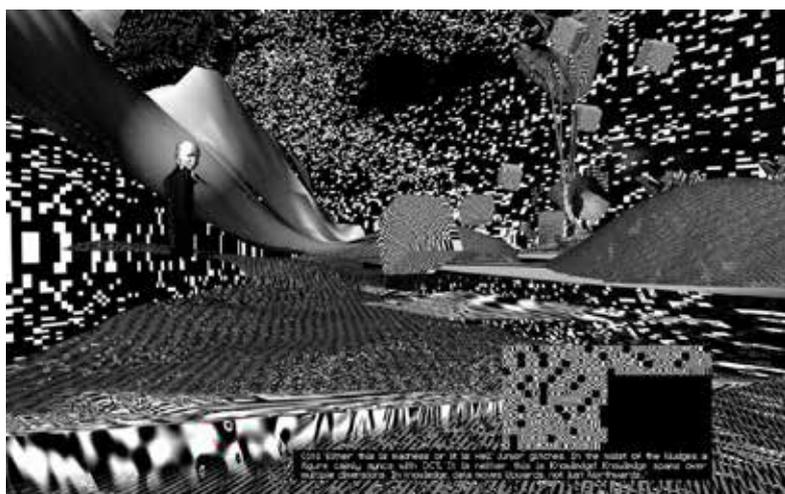
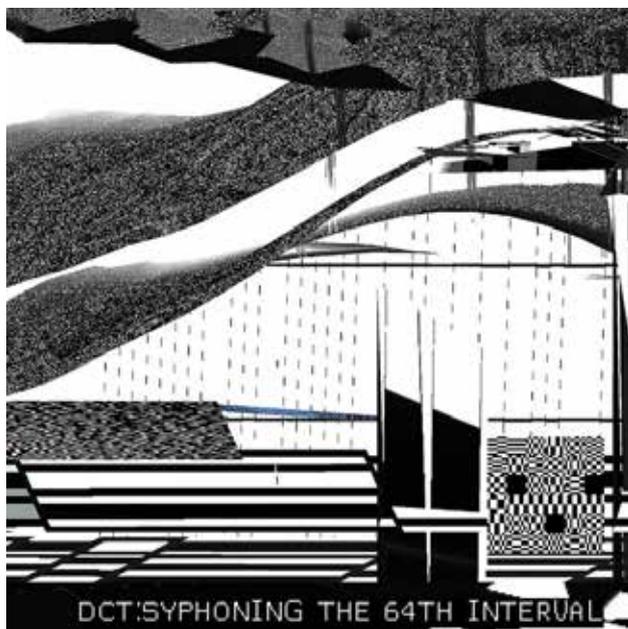
Notre perception de l'espace a déjà été modifiée par les technologies récentes: même dans le train, nous avons accès à *Skype* ou à *Google Street View*, nous permettant de communiquer avec un proche lointain ou de visualiser une rue distante. Nous ne ressentons plus seulement notre environnement physique immédiat, mais tout un potentiel d'espaces accessibles - bien que pour l'instant, seul notre environnement physique immédiat convoque l'ensemble de nos sens.

Le théoricien des *New Media* Lev Manovich, dans son article *The Poetics of Augmented Space*, s'intéresse au devenir potentiel des espaces physiques « augmentés » par l'information. D'après lui, les couches spatiales physiques et informationnelles – *dataspace* – se confondent dans cet espace augmenté – *augmented space* – avec un aller-retour possible entre les différentes couches : les caméras de surveillance transforment l'espace physique en information et les *smartphones* introduisent l'information dans l'espace physique. A la différence de l'ornement, qui fait également dialoguer le monde de l'information et l'espace physique, l'espace augmenté distribue cette information sur des dispositifs personnels. Il souhaite alors considérer cette augmentation comme une pratique culturelle et esthétique, et non comme une simple avancée technologique³⁶:

“Thus we can say that various augmentation and monitoring technologies add new dimensions to a 3D physical space, making it multidimensional. As a result, the physical space now contains many more dimensions than before, and while from the phenomenological perspective of the human subject, the 'old' geometric dimensions may still have the priority, from the perspective of technology and its social, political, and economic uses, they are no longer more important than any other dimension.”

La superposition des différents espaces ne se traduit pas forcément par un dispositif technologique sophistiqué, c'est un problème d'ordre conceptuel. Prenons pour exemple la série des « *audio walks* » de Janet Cardiff,

36 Lev Manovich, « The Poetics of Augmented Space », *Visual Communication* Volume 5, n° Issue 2 (2006): pp 219-240. Page 223.



Rosa Menkman, *DCT Syphoning the 64th Interval*, 2017.
Digital Museum of Digital Art, V2.0, consulté 14/12/2017. <https://dimoda.art>
© Rosa Menkman

enregistrements sonores composés d'instructions pour l'auditeur qui est invité à suivre une trajectoire spatiale, de fragments narratifs et autres effets sonores. Pour Lev Manovich, c'est un excellent exemple démonstratif du nouveau paradigme d'*augmented space* : la puissance de l'œuvre réside dans l'interaction entre l'espace physique – celui de la vision et du présent – et le *dataspace* – celui de l'audio et du temps de la narration.

Une implication directe sur l'espace bâti est alors la perte de cette logique visible/invisible – comme envisagé par Eisenman – et le remplissage intégral de l'espace physique par l'information, qui peut alors prendre différentes valeurs en chaque point de l'espace – par exemple la bande passante d'un signal cellulaire. Actuellement, le *dataspace* n'est visible que dans une partie déterminée de l'espace physique, l'écran, n'étant finalement pas grand-chose de plus que des peintures perspectives animées³⁷ :

«My third example of already existing augmented space - electronic displays mounted in shops, streets, lobbies, train stations, and apartments - follows a different logic. Rather than overlaying all of the physical space, here dataspace occupies a well-defined part of the physical space. This is the tradition of Alberti's window, and, consequently, of post-Renaissance painting, the cinema screen, the TV screen, and the computer monitor.»

D'un point de vue post-moderniste, en particulier d'après Venturi, l'architecture est une surface d'information, présentant ornements, iconographies et narrations visuelles. L'électronique permet à cette surface de devenir un espace de contestation et de dialogue par son appropriation par le public. Cependant, selon l'architecture moderniste, voire même classique avec les cathédrales, les messages sont également communiqués directement par l'espace, par exemple dans son organisation – symbole religieux du plan en croix – ou sa matérialité – symbole de progrès et d'avancée technique par l'utilisation du béton armé. Comment associer ces deux points de vue dans l'espace augmenté ?

Pour Lev Manovich, un bon exemple est le *Freshwater Pavilion* de Lars Spuybroek. Symbole de l'âge de l'information, il n'est ni symétrique et ornemental, ni rationalisé, ni déconstruit. Construit par Lars Spuybroek pour le parc de Neeltje Jans aux Pays-Bas entre 1994 et 1997, de pair avec le *Salt Water Pavilion* de Kas Oosterhuis, le *Fresh Water Pavilion* est une matérialisation du concept de *Liquid Architecture* développé par Marcos Novak³⁸. Au travers d'installations interactives et immersives sur le thème de l'eau, de formes courbes complexes et élongées, et de technologies numériques multimédia, de nombreux sens sont alors stimulés chez le visiteur, y compris la proprioception – perception de son propre corps. Il y a fusion entre la matière et l'information, entre le sujet et l'objet, entre le pavillon et son environnement. Réel/virtuel et matériel/immatériel sont intégrés dans un corps architectural unique défiant toute logique classique.

37 Manovich. *Op.cit.* Page 229.

38 Lars Spuybroek, « Motor Geometry », in *Hypersurface Architecture*, éd. par Stephen Perrella, AD Profile 133, AD 68, 1998, pp 49-55. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 109-116).

La conception de l'espace augmenté est un problème d'ordre architectural : elle présente l'opportunité aux architectes de relier le monde matériel au monde immatériel, mais il faut pour cela développer un nouveau système de pensée – structurel, politique et poétique³⁹ :

«Going beyond the 'surface as electronic screen paradigm', architects now have the opportunity to think of the material architecture that most usually preoccupies them and the new immaterial architecture of information flows within the physical structure as a whole. In short, I suggest that the design of electronically augmented space can be approached as an architectural problem. In other words, architects along with artists can take the new logical step to consider the 'invisible' space of electronic data flows as substance rather than just a void – something that needs a structure, a politics, and a poetics.»

Ce besoin exprimé par Lev Manovich est d'autant plus renforcé avec l'avènement de la réalité virtuelle, et tout particulièrement la réalité augmentée : le *dataspace* ne se retrouve plus limité à un espace physique déterminé mais peut occuper l'intégralité de l'espace physique perçu par l'utilisateur. C'est à l'architecte de déterminer et d'inventer les manières dont l'espace physique et le *dataspace* interagiront. Pour Anthony Burke⁴⁰, cette interaction se synthétise dans le matériau même, qui s'oriente de plus en plus vers une organisation autonome d'agents computationnels – par exemple les *self-assembly materials* développés au *Self-Assembly Lab* du MIT – permettant la conception d'espaces riches en information. D'autres hypothèses peuvent être faites, comme par exemple une réduction de l'espace physique à un espace purement fonctionnel, où la majorité des sens seraient stimulés virtuellement. Celui-ci pourrait également servir de support aux environnements virtuels, qui viendraient alors augmenter et amplifier les stimuli. Peut-être encore que l'espace physique restera considéré comme une référence plus 'vraie et authentique' que l'espace virtuel, dans une démarche où les expériences virtuelles viendront changer notre perception du monde et donc notre capacité de conception et de réalisation de l'espace physique. Ce qui est sûr, c'est que notre relation à l'espace physique sera profondément transformée et qu'elle fera naître de nouvelles règles architecturales d'organisation spatiale.

39 Manovich, « The Poetics of Augmented Space ». *Op.cit.* Page 237.

40 Anthony Burke, « After BitTorrent: Darknets to Native Data », in *Collective Intelligence in Design*, éd. par Christopher Hight et Chris Perry, AD Profile 183, AD 76 No 5 (London: Wiley, 2006), pp 88-95.



NOX/ Lars Spuybroek, *FreshH2O eXPO (Fresh Water Pavilion)*, 1994-1997.
In Mario Carpo, *The Digital Turn in Architecture 1992-2012*. AD Reader. Wiley, 2013. p115
© NOX



Kas Oosterhuis/ONL, Salt Water Pavilion Neeltje Jans, 1994-1997.
Elina Wieland, consulté 14/12/2017. <http://www.wielandstudio.nl>
© ONL

ESPACE PHYSIQUE / ESPACE VIRTUEL

En effet, la superposition des réalités nous amène à revoir notre relation à l'espace environnant : le continuum espace-temps est brisé. L'expérience du visiteur dans un espace ne correspond plus à la définition physique de cet espace à un instant donné, mais à l'expérience d'un ou plusieurs espaces parmi une infinité possible couplés à une ou plusieurs temporalités. Avec les technologies d'immersion en réalité virtuelle, il serait ainsi possible d'être physiquement dans une pièce, mais virtuellement d'être dans cette même pièce il y a 100 ans. Comment l'architecte peut-il intégrer cet éclatement du continuum espace-temps dans son processus de conception ?

Le projet *Palimpsest* de l'*Interactive Architecture Lab*, développé par Takashi Torisu, Haavard Tveito et John Russell Beaumont, présente une possibilité d'application : en enregistrant les récits personnels ou événements urbains d'un endroit donné et en les rediffusant en réalité virtuelle aux différents acteurs concernés par l'évolution d'un quartier – mairie, architecte, associations – la compréhension du lieu, son histoire et ses manières de fonctionner peuvent être appréciées de manière sensorielle intégrale plutôt que par simple observation⁴¹. De tels enregistrements participent au développement d'une mémoire collective et permettent une interaction plus forte entre un visiteur et son environnement en « disruptant » la continuité spatio-temporelle classique, ici dans le but de modifier l'approche de planification urbaine des autorités locales dans les zones sensibles.

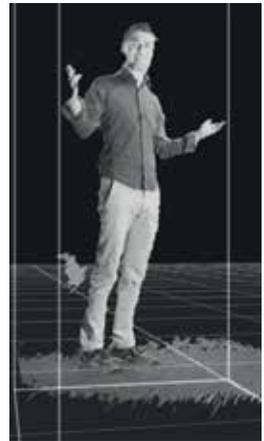
D'autres projets de l'*Interactive Architecture Lab* comme *Simulacrum*, développé par Liquan Liu, Junxi Peng et Jiasheng Huang, exploitent cette discontinuité de l'espace-temps pour 'augmenter' notre perception de l'espace environnant. A l'aide d'un algorithme de redirection dans l'espace physique, couplé à la génération procédurale d'espaces virtuels dépendant de l'espace physique, un espace contraint de 4 x 8 mètres devient virtuellement infini. Le sentiment de présence dans l'espace virtuel est maintenu grâce à la correspondance entre objets virtuels et marqueurs tactiles physiques (table, mur). Le terme de « spatially enlarged walking experience »⁴² est intéressant car il permet de considérer la réalité virtuelle non pas comme une surcouche indépendante et isolée de l'espace physique, mais comme un outil permettant directement de transformer notre perception de l'espace environnant immédiat.

C'est également le cas de *Sarotis*, développé par Ava Aghakouchak, qui se concentre sur la relation du corps humain à son environnement⁴³. En développant une nouvelle interface homme-machine, une 'deuxième peau' intimement liée à l'utilisateur, la perception d'information spatiale invisible est rendue possible par une réactivité du dispositif en fonction de la proximité des objets virtuels. Les différents utilisateurs devaient retranscrire en dessin leur perception d'un espace virtuel : l'hétérogénéité dans les dessins obtenus met en avant la capacité d'une telle interface à générer des expériences spatiales différentes.

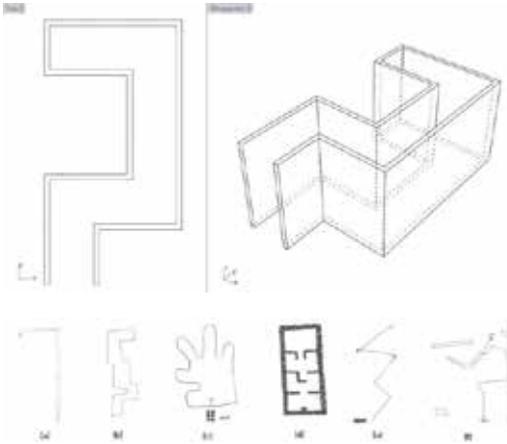
41 Takashi Torisu, Haavard Tveito, et John Russell Beaumont, « Palimpsest », *Interactive Architecture Lab*, 27 Septembre 2016, <http://www.interactivearchitecture.org/lab-projects/palimpsest>.

42 Junxi Peng, « Changing Spatial Boundaries », *Interactive Architecture Lab*, 17 Septembre 2017, <http://www.interactivearchitecture.org/lab-projects/simulacrum>.

43 Ava Aghakouchak, « SAROTIS; The New Sense », *Interactive Architecture Lab*, 8 Décembre 2016, <http://www.interactivearchitecture.org/sarotis-the-new-sense.html>.



T. Torisu, H. Tveito, J.R. Beaumont,
***Palimpsest*, 2016.**
Interactive Architecture Lab, Bartlett
School of Architecture, 2016.
<http://www.interactivearchitecture.org>



CORPS ET ESPRIT

En modifiant les modalités d'interaction entre l'être humain et son environnement via l'augmentation des sens par différents dispositifs hybridant réel et virtuel, cela revient en fait à interroger la notion même d'être humain et ses capacités intellectuelles. Dominique Lecourt, philosophe épistémologue spécialisé en bioéthique, présente dans sa conclusion d'*Humain, posthumain : la technique et la vie*⁴⁴ des visions opposées aux versions aujourd'hui prévalentes du réductionnisme (déterminisme génétique et interprétation computationnelle de la pensée), comme celles d'Alain Prochiantz ou Antonio Damasio. Dans ces oppositions, une spécificité de l'être humain est l'aspect évolutif et développemental de ses capacités. Le corps, le cerveau et l'esprit sont bien plus liés qu'on ne le pensait : le corps tout entier, cerveau inclus, participe à l'interaction de l'être humain avec son environnement, et fournit au cerveau un contenu de pensée qui fait partie intégrante de son fonctionnement normal. Or, le corps virtuel et ses modes d'interaction sont tout autant conçus et flexibles que l'est l'environnement virtuel.

Marcos Novak, dans son essai *Trans-architecture* de 1994, considère le virtuel comme une opportunité d'explorer des conceptions spatiales jusqu'alors inexplorables – comme les espaces post-euclidiens – mais c'est avant tout l'occasion de recentrer la conception sur l'humain et ses différents avatars⁴⁵:

“What design provides is not a question of true expressions but one of heightened sensual interfaces between bodies, possessions, and obsessions. [...] Initially there are no sense in virtual space. As we move into virtuality, future design's role becomes clear: to sensualize the virtual as present design sensualizes the physical. But senses belong to bodies, so to sensualize the virtual is to first invent virtual bodies imbued with virtual senses. This involves new operations: limb-switching is not collage but warpage, not mechanics, not even alchemy, but the curving of the underlying spatial matrix itself.”

La qualité de l'espace conçu se trouve donc dans la perception-même de celui-ci. Marcos Novak nomme cela « avatarchitecture », et propose alors de se concentrer sur la multiplicité des utilisateurs, des espaces, des sens. Etant donné que le corps humain évolue, passant de pure enveloppe physique à enveloppe multidimensionnelle répartie dans les réseaux, l'identité humaine évolue également. Dans le passé, l'architecte concevait des espaces pour une identité formée et déterminée. Aujourd'hui, l'architecte se doit de concevoir non seulement l'espace, mais également son habitant, ses sens et ses modes d'interaction.

44 Dominique Lecourt, *Humain, posthumain: la technique et la vie* (Paris: Presses universitaires de France, 2003).

45 Novak, « Trans-architecture ». *Op. cit.* Page 2.

II Matérialiser l'immatériel

UN NOUVEAU DEGRÉ D'INTERACTION HOMME-MACHINE

Dès 1960, l'informaticien J.C.R. Licklider exprimait la nécessité d'une interactivité accrue entre l'homme et la machine computationnelle – une *symbiose* – permettant ainsi de dépasser les limites intellectuelles et de profondément modifier le fonctionnement de l'un comme de l'autre ⁴⁶ :

“The hope is that, in not too many years, human brains and computing machines will be coupled together very tightly, and that the resulting partnership will think as no human brain has ever thought and process data in a way not approached by the information-handling machines we know today “

La symbiose homme-machine permet d'introduire la machine dans la phase de formulation des problèmes qui ne peuvent pas toujours s'explicitier en procédures déterminées, et permet également d'améliorer le processus de réflexion en accélérant les tâches de traitement de l'information – conversion des données, traçage des courbes – qui sont en réalité les tâches les plus longues à effectuer pour l'homme. L'architecte et fondateur du *MIT Media Lab* Nicholas Negroponte, dans son essai *Towards a Humanism Through Machines*, prône également une interaction forte entre l'architecte et la machine. Mais cette interaction doit être naturelle pour l'homme afin de transformer la conversation en *dialogue*. La création d'un véritable dialogue entre l'homme et la machine peut alors être source d'idées radicalement nouvelles ⁴⁷ :

“But the tête-à-tête must be more direct and fluid; It is gestures, smiles and frowns which turn a conversation into a dialogue.”; “The dialogue would be so intimate (even exclusive) that only mutual persuasion and compromise would bring about perceptions and ideas – ideas, in fact,

⁴⁶ J. C. R. Licklider, « Man-Computer Symbiosis », *IRE Transactions on Human Factors in Electronics* Volume HFE-1 (mars 1960) : pp 4-11. Page 4.

⁴⁷ Nicholas Negroponte, « Towards a Humanism Through Machines », in *Architectural Design*, vol. September issue no 7/6 (London: Wiley, 1969), pp 511-12. Repris in *Computational Design Thinking* sous la direction de Achim Menges et Sean Ahlquist (Wiley, 2011, pp 78-85).

unrealizable by either converser alone.”

Comment la réalité virtuelle permet-elle une interaction plus forte avec la machine ? D'une part, la réalité virtuelle facilite les échanges non verbaux par son mode d'interaction centré sur le corps, comme nous l'avons vu en partie 1. La grande majorité d'une interaction sociale se construisant autour de signaux non verbaux, quelles seraient les implications d'un dialogue entre l'avatar de l'architecte et celui de la machine dans un espace commun avec des langages – oraux, corporels – identiques ?

De nombreuses études se sont penchées sur les réactions psychologiques en réalité virtuelle à des phénomènes psycho-sociologiques bien connus, dont un certain nombre sont présentées dans *Infinite Reality*⁴⁸. Un des résultats les plus intéressants est la facilité avec laquelle l'utilisateur interagit avec des avatars comme s'ils étaient des personnes physiques, indépendamment qu'ils soient contrôlés par des humains ou non. Par exemple, les distances « personnelles » sont respectées, mais uniquement si le comportement des agents est suffisamment réaliste. Ainsi, l'interaction entre un architecte et la machine computationnelle en réalité virtuelle peut facilement se rapprocher d'une réelle collaboration entre architectes, surtout si elle est dotée d'une Intelligence Artificielle. Si l'architecte est capable d'interagir de manière naturelle avec un grand nombre de *computers*, avec qui il rentre en véritable dialogue, il démultiplie son potentiel créatif et/ou sa rigueur technique, devenant l'équivalent à lui seul d'une agence collaborative.

RESSENTIR ET MANIPULER L'INFORMATION

D'autre part, l'association du *Big Data*, de l'Intelligence Artificielle et des réseaux présage une importance de plus en plus grande des données brutes dans l'ensemble des processus intellectuels à venir. Bernard Cache, dans sa présentation du pavillon Philibert de l'Orme en 2003, mettait déjà en avant dans sa conclusion l'importance à venir du traitement de l'information en architecture⁴⁹ :

“We have no clue about the future look for [digital] architecture [...]. However, we hope that our explanations here will go some way towards the argument that digital technologies really put at stake the architecture of information lying behind the buildings, and that this architecture with digits also has to be designed”

En supposant que l'information sous forme de *data* sera à la base du processus de conception, à l'aide par exemple d'algorithmes évolutionnaires, quels impacts peut avoir la réalité virtuelle, en permettant au concepteur d'entrer en interaction sensorielle avec cette couche informationnelle ? Pour Anthony Burke, architecte enseignant à la *University of Technology Sydney*, la tendance

48 Blascovich et Bailenson, *Infinite Reality*. *Op. cit.*

49 Bernard Cache, « Philibert De L'Orme Pavillon: Towards an Associative Architecture », in *Surface Consciousness*, éd. par Mark Taylor, AD Profile 162, AD 73, 2003, pp 21-25. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 153-157).

est de laisser de plus en plus de liberté aux *data*, hors de tout contrôle de l'architecte. En empruntant l'analogie à Pierre Lévy, il compare l'architecte à venir au botaniste : les données évoluent de manière indépendante – comme les plantes – et l'architecte ne fait qu'orienter leur croissance. La pertinence de cette orientation dépend avant tout des manières d'interagir avec ces données offertes par les outils à disposition⁵⁰:

«The act of design strategically broadens and we are not only working in a context of data, but with data as a partner. The ability to operate in this medium will depend on the intelligence of the tools we can create and the partnerships with our software intelligences that can be cultivated.»

La quantité toujours plus grande de données à interpréter par l'homme a donné naissance au *Visual Analytics*, secteur de recherche en pleine expansion depuis les années 2000. Extension de l'*Information Visualization* et de la *Scientific Visualization*, il se concentre sur l'augmentation du raisonnement analytique par des interfaces visuelles interactives permettant de s'attaquer à des problèmes dont la taille ou la complexité ne peuvent être appréhendées que par une entité symbiotique homme-machine.

La réalité virtuelle propose un nouveau moyen de mettre en relation l'homme avec les données complexes. On peut facilement imaginer l'immersion dans un espace virtuel représentant un flux d'information, comme l'a expérimenté l'agence Asymptote Architecture en 1999 avec le *NYSE Virtual Trading Floor*, un environnement virtuel conçu pour visualiser en temps réel les données numériques et statistiques d'échanges boursiers. Une telle représentation des données peut faciliter leur compréhension, en matérialisant des flux d'informations difficilement perceptibles autrement.

De plus en plus d'efforts sont faits afin de rendre les données interprétables par les architectes. Par exemple, l'équipe de Jens Pedersen de la *Aarhus School of Architecture* au Danemark ont développé des méthodes et outils facilitant la capture et la manipulation de données spatiales via la création d'un appareil open-source modulaire et de composants *Grasshopper*⁵¹. Pour eux, il est essentiel que les architectes puissent capturer et visualiser les données directement dans un environnement CAD qui leur est familier. L'utilisation de voxels dans lesquels sont stockés les données permet la génération de représentations volumétriques facilitant grandement l'interprétation et la manipulation en temps réel. On peut alors facilement imaginer l'existence d'un outil similaire en réalité virtuelle, dans lequel les données sont spatialisées, que l'architecte peut manipuler avec différentes palettes d'outil – par exemple comme dans l'application *Tilt Brush* – déplacer, agrandir, et surtout *ressentir*. En personnalisant son mode de perception par l'association d'un sens particulier à un type de données selon ses préférences, l'architecte améliore grandement son appréhension de données complexes et leurs possibilités d'utilisation. D'ailleurs, ce type d'interaction avec les données ne serait pas utile qu'aux architectes, mais également à tous les

50 Burke, « After BitTorrent: Darknets to Native Data ». *Op. cit.* Page 94.

51 Jens Pedersen, Ryan Hughes, et Corneel Cannaearts, « Navigating the Intangible Spatial-Data-Driven Design Modelling in Architecture », in *Humanizing Digital Reality - Design Modelling Symposium Paris 2017*, éd. par Klaas De Rycke (Paris: ENSAV / Springer, 2017), pp 431-439.

différents acteurs qui interviennent dans la vie d'un bâtiment, comme l'explique Vincent Barué – cf entretien en annexe.

D'autres possibilités d'interactions entre l'homme et la machine sont imaginables à plus court terme, comme par exemple la manipulation de programmes et commandes d'exécution. La start-up *Primitive*, créée en 2016 par John Voorhees, commercialise un logiciel de visualisation de scripts en environnement virtuel. En spatialisant des morceaux de codes, *Primitive* permet une interaction plus intuitive avec des programmes qui atteignent parfois le million de lignes de codes. Elle permet également de mettre en avant les interrelations complexes entre les différents blocs, facilitant les processus de *debugging* et d'évaluation des performances. Une application similaire spécifiquement orientée pour les architectes manipulant des algorithmes morphogénétiques pourrait faciliter leur compréhension et permettrait de grandement les complexifier.

D'après le site *primitive.io*, une des motivations majeures pour John Voorhees est d'améliorer la collaboration en facilitant la compréhension et l'intégration de l'apport des différents contributeurs. Et c'est justement dans cette approche collaborative que Lev Manovich montre que les problématiques et enjeux soulevés par Douglas Englebart, Vanevar Bush ou JCR Licklider se limitent à l'utilisateur stationnaire – le scientifique ou concepteur sur son lieu de travail – alors que les réels enjeux sont avant tout liés aux utilisateurs mobiles⁵² :

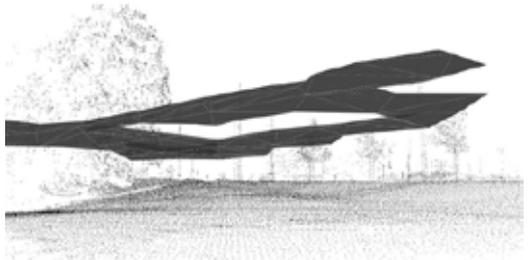
“Today, however, we are gradually moving into the next paradigm, one in which computing and telecommunication capacities are delivered to a mobile user. Thus, augmenting the human also comes to mean augmenting the whole space in which someone lives, or through which someone passes.”

L'étude des implications de la réalité virtuelle sur l'intellect humain, son interaction avec la machine, et son utilisation en architecture ne peut donc pas se limiter à l'interaction entre un utilisateur et une machine computationnelle, mais doit alors prendre en compte une dimension plus large de la société et son organisation réticulaire, étudiée alors en partie 3.

⁵² Manovich, « The Poetics of Augmented Space ». *Op. cit.* Page 225.



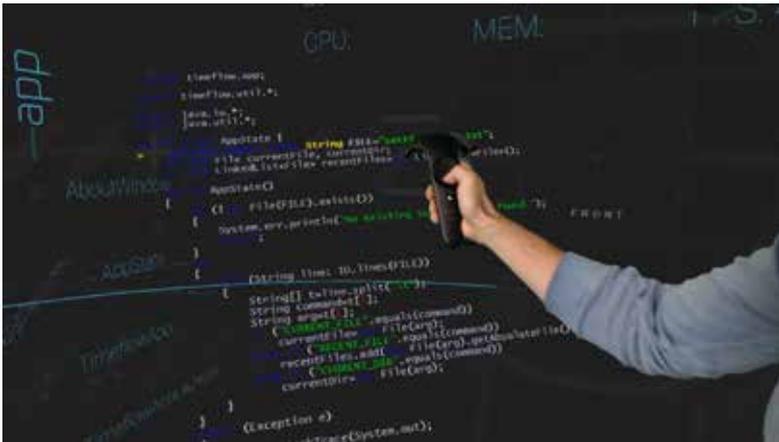
Asymptote Architecture, *Virtual Trading Floor for the New York Stock Exchange, 1997-1999.*
Art & Education, 2014.
<http://www.artandeducation.net>
 © Asymptote Architecture



J. Pedersen, R. Hughes, et C. Cannaeerts,
Data collection device and volumetric representation of sounds level on site, 2017.

In Humanizing Digital Reality - Design Modelling Symposium Paris 2017, éd. par Klaas De Rycke (Paris: ENSAV / Springer, 2017), p 433, 437





John Voorhees, *Primitive*, 2016.
Primitive, consulte 15/12/2017, <https://primitive.io>
© Primitive

III

Le virtuel, élément de compréhension du réel

SE DÉTACHER DU RÉEL?

Dans *The Computational Fallacy*⁵³, le théoricien de l'architecture Sanford Kwinter défend l'utilisation de la computation non comme un moyen de se détacher de la matière et s'enfermer dans le numérique, mais plutôt comme un moyen d'investiguer des aspects de la Nature dont la logique et le fonctionnement étaient jusqu'alors insaisissables par l'homme, car trop éloignés des modalités des sens humains et de son intuition. On retrouve cet état d'esprit de détachement du réel pour mieux l'appréhender chez certains pionniers du cyberspace dans les années 90. Pour John Frazer, les mondes virtuels permettent de réévaluer notre réalité⁵⁴ :

“Virtual worlds should not be seen as an alternative to the real world or a substitute, but as an extra dimension which allows us a new freedom of movement in the natural world. In other words, the transcendence of physicality in the virtual world allows us to extend our mode of operation in the physical world. A new means of travel, a new form of communication, a new way of operating, a new medium for expression”

Ainsi, l'instantanéité et la facilité des communications virtuelles nous fait réfléchir à la signification du contact physique : les réunions sont moins fréquentes mais plus appréciées. D'après John Frazer, le plus grand impact du développement du cyberspace se fera sur notre environnement physique et sa relation aux mondes virtuels : il nous fait questionner les problématiques fondamentales de l'espace et la pertinence du concept de lieu, d'où la nécessité de s'y intéresser en tant qu'architecte. Pour Marcos Novak, l'exploration des espaces virtuels est avant tout un moyen d'étendre notre champ de connaissances et de mieux comprendre le monde qui nous entoure, comme

53 Sanford Kwinter, « The Computational Fallacy », in *Thresholds - Denatured*, vol. no 26, 2003, pp 90-1. Repris in *Computational Design Thinking* sous la direction de Achim Menges et Sean Ahlquist (Wiley, 2011, pp 211-215).

54 John Frazer, « The Architectural Relevance of Cyberspace », in *Architects in Cyberspace*, éd. par Martin Pearce et Neil Spiller, AD Profile 118, AD 65, 1995, pp 76-77. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 49-52)

explicité dans la conclusion de son essai *Trans-architecture*⁵⁵:

“What we could never witness directly in familiar reality, we can construct in virtual environments. We can make architectonic proposals for alternative conceptions of space and allow people to develop native intuitions about the worlds of mathematics and physics, mythology or language. What one generation fights for, another takes for granted. What one generation takes for granted, another builds with: developing intuitions about inhabiting alternative spaces - provided by an architecture that embraces the future - will help us ask deeper questions about the constitution of the world around us and about ourselves.”

Lars Spuybroek, dans la conclusion de sa présentation du *Fresh Water Pavilion* pour *AD Magazine* en 1998 réfute également cet abandon du réel⁵⁶:

“Why still speak of the real and the virtual, the material and immaterial? Here, these categories are not in opposition or in some metaphysical disagreement, but more in an electroliquid aggregation, enforcing each other, as in a two-part adhesive; constantly exposing its metastability to induce animation”

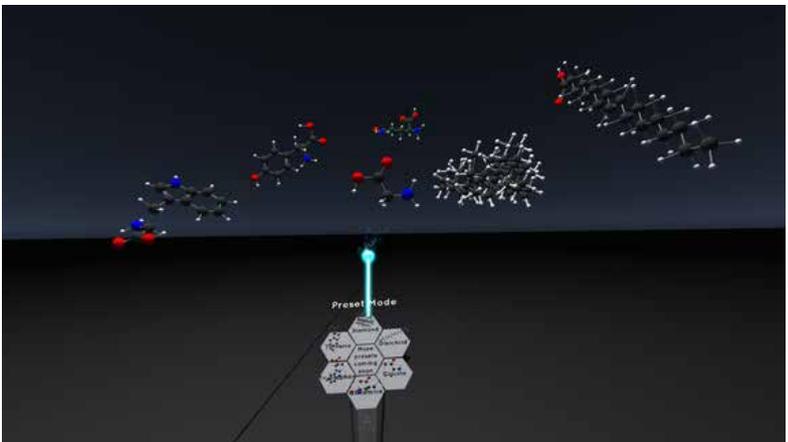
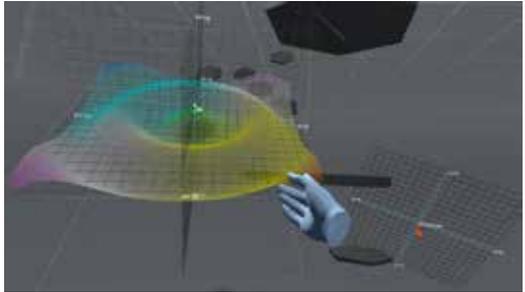
La réalité virtuelle fournirait-elle ainsi à l'homme un nouvel outil de compréhension et de perception du monde ? Si l'ordinateur peut devenir capable de simuler des processus naturels que l'intellect humain ne peut concevoir, la réalité virtuelle pourrait-elle être un moyen de conceptualiser ces processus afin de mieux les comprendre ? La réalité virtuelle ne serait ainsi pas le moyen de faire une architecture plus 'pure', qui se libère des contraintes physiques comme certains le craignent, mais au contraire permettrait de mieux comprendre le monde réel. A titre d'exemple, la startup *Nanome Inc.* commercialise depuis 2016 les applications *Calcflo* et *Nano-One*, qui permettent respectivement de visualiser, interagir et concevoir des objets ou concepts mathématiques et des structures moléculaires. La compréhension de phénomène complexes, comme l'orientation tridimensionnelle des atomes dans une chaîne moléculaire, est alors grandement facilitée.

COMPRENDRE LE RÉEL PAR LE VIRTUEL

Une telle mise à distance du réel pour mieux le comprendre est en fait à la base de toute modélisation, comme expliqué par le mathématicien et épistémologue Giuseppe Longo dans *Le modèle comme regard organisateur du réel* : un modèle, en tant que représentation de la structure intelligible du phénomène étudié afin d'en prendre mesure, substitue la réalité lorsqu'elle est inaccessible -

⁵⁵ Novak, « Trans-architecture ». *Op. cit.* Page 4.

⁵⁶ Spuybroek, « Motor Geometry ». *Op. cit.*



Nanome, Calcflow (haut) et NanoOne (bas), 2016.

Nanome Inc., consulté 15/12/2017.

<http://nanomeai.com>

© Nanome Inc.

c'est par exemple le cas de l'astronomie copernicienne. Aujourd'hui, les modèles permettent, au-delà d'expliquer des phénomènes perceptibles, de les prédire par le calcul – par exemple en chimie par les modélisations atomiques ⁵⁷:

« Face à une réalité inatteignable (du moins adéquatement) par les sens de l'homme, le scientifique n'a plus qu'à quitter son statut d'observateur privilégié et procéder par une approche heuristique qui à chaque fois pose une hypothèse et essaye de prédire avec celle-ci, voire de donner un sens aux choses, en le dérivant de ces hypothèses. Il propose alors ce que nous appelons de façon synthétique «un regard», dont le choix d'un système de repérage/référence et de mesure, d'un formalisme mathématique, ce qui confère aux objets d'étude leur qualification «objective». Après validation en conformité, ces hypothèses revêtent le statut de modèle (ou partie d'un modèle) de la réalité et peuvent en découler des lois du phénomène: un modèle est à la fois, par construction, hypothèse(s), et, par son usage, loi(s). »

Lorsque le modèle représente un objet ou phénomène qui n'est pas perceptible par l'homme de manière intuitive pour le rendre intelligible, comme en physique relativiste, il se distance de la réalité vécue par l'homme ⁵⁸ :

« Dans l'histoire des sciences et des techniques, le modèle mathématique, partant d'une épistémologie liée à la mécanique classique, basée sur une représentation prétendument directe de l'objet réel sous forme d'une loi mathématique du phénomène, se présente comme une sorte de «modèle réel» avec une interprétation théorique ancrée dans ce réel [...]. Il s'est ensuite acheminé vers des modèles abstraits aux lois mathématiques mêlant déterminations quantitatives et déterminations probabilistes d'étants virtuels du phénomène, le tout associé à une interprétation «déracinée» du réel avec, comme seuls points de contacts possibles, des points limités aux interfaces des phénomènes (interfaces du type symbolique, ou modèle/phénomène) qu'actualisent les dispositifs matériels expérimentaux (interfaces du type matériel, ou homme/mesure). »

Serait-ce alors par l'incapacité de l'homme à pouvoir percevoir et observer le virtuel que viendrait cette idée de mise à distance du réel, de faux, de non-réel, souvent reproché à la réalité virtuelle ?

En fait, une telle approche était déjà assumée dès les prémices de la réalité virtuelle dans les années 60 - comme le montre Ivan Sutherland dans *The*

⁵⁷ Longo et Zakhama, « Le modèle comme regard organisateur du réel ». *Op. cit.* Page 3.

⁵⁸ *Ibid.* Page 6.

Ultimate Display en 1965⁵⁹ :

“A display connected to a digital computer gives one a chance to gain familiarity with concepts not realizable in the physical world. It is a looking glass into a mathematical wonderland [...] If the task of the display is to serve as a looking-glass into the mathematical wonderland constructed in computer memory, it should serve as many senses as possible. So far as I know, no one seriously proposes computer displays of smell, or taste. Excellent audio displays exist, but unfortunately, we have little ability to have the computer produce meaningful sounds. I want to describe for you a kinesthetic display [...] [ndla: Sutherland procède ensuite à l'énumération d'un ensemble de dispositifs d'immersion et d'interaction aujourd'hui réalisés ou encore en recherche] Concepts which never before had any visual representation can be shown, for example the “constraints” in Sketchpad. By working with such displays of mathematical phenomena we can learn to know them as well as we know our own natural world. Such knowledge is the major promise of computer displays.”

Ivan Sutherland mentionne l'importance de la multiplicité des sens pour faciliter la compréhension d'un phénomène. C'est par la multiplicité des stimulations possibles que la réalité virtuelle devient un outil inégalable pour la compréhension du monde. Cette approche de la connaissance par les sens peut être mise en perspective avec la doctrine sensualiste développée par Etienne Bonnot de Condillac dans son *Traité des Sensations*⁶⁰, dans lequel il imagine une statue privée de tout sens. En la dotant progressivement de l'odorat, de l'ouïe, du goût, de la vue puis du toucher, il montre comment chaque sens, d'abord seul puis en association avec les autres, fait naître des idées et concepts de plus en plus complexes comme le plaisir, la douleur, la mémoire, le désir ou même la conscience. Peut-on alors considérer que la réalité virtuelle, par la stimulation de sens autrement peu sollicités dans le monde physique, puisse faire naître de nouvelles facultés et concepts philosophiques ?

59 Ivan E. Sutherland, « The Ultimate Display » (Information Processing Techniques Office, ARPA, OSD, 1965), Consultable sur <https://www.wired.com/2009/09/augmented-reality-the-ultimate-display-by-ivan-sutherland-1965/>.

60 Etienne Bonnot de Condillac, « Traité des sensations », in *Oeuvres de Condillac, revues, corrigées par l'auteur*, (Paris: Ch. Houel, Imprimeur, 1798). Version électronique réalisée par Jean-Marc Simonet (Canada, 2015) à partir du Corpus de oeuvres de philosophie en langue française (Librairie Arthème Fayard, Paris, 1984).

IV

Considérations éthiques

IMPACT PSYCHOLOGIQUE

Comme toute technologie, la réalité virtuelle peut avoir des effets néfastes. Les problèmes d'addiction liés à l'émergence d'Internet, ainsi que la croissance des diagnostics de dépression et de sentiment de solitude - dus à une comparaison constante entre individus sur les plateformes de réseaux sociaux où l'image de chacun est travaillée pour refléter ses meilleurs aspects - risquent d'être accentués, en rendant l'expérience plus intense. Au-delà de ces problématiques liées à la mise en réseau et l'accès instantané à tout type de contenu, la réalité virtuelle agit à un niveau psychologique fondamentalement différent, qui a pu être mise en avant grâce aux nombreuses études de phénomènes psychosociologiques.

En jouant sur l'« Illusion d'Incarnation »⁶¹, mise en avant par Michael Madary et Thomas Metzinger, philosophes spécialisés en éthique des technologies et philosophie de la perception, la réalité virtuelle convoque chez l'homme des processus cognitifs profonds, relatifs à sa propre identification dans un modèle conscient de la réalité. Plongés dans des environnements virtuels, les utilisateurs ont ainsi tendance à se conformer aux attentes de leur avatar : on parle d'effet *Protheus*. Les individus possédant un avatar plus séduisant ou plus grand sont alors plus confiants et plus agressifs dans leurs échanges, même si cette différence d'apparence est à peine remarquable. Certaines études ont même mis en avant la conservation de ce comportement dans le monde physique, une fois l'immersion terminée - par exemple l'incarnation en personne de couleur a réduit le biais raciste dans le monde physique.

Dans *Infinite Reality*⁶², Jim Blascovich et Jeremy Bailenson mettent en avant la possibilité d'utiliser ces effets psychologiques pour renforcer les impacts de la réalité virtuelle, par exemple dans son application à l'éducation. En manipulant le contexte virtuel - par exemple en programmant l'avatar de l'enseignant pour être vu par chaque élève comme le regardant directement, ou en plaçant le point de vue de chaque élève au centre de la pièce - la mémorisation et l'implication de l'élève sont améliorés. Ils envisagent également la possibilité d'automatiser

61 "One central area of concern has to do with illusions of embodiment, in which one has the feeling of being embodied other than in one's actual physical body" - M Madary et TK Metzinger, « Real Virtuality : A Code of Ethical Conduct. Recommendations for Good Scientific Practice and the Consumers of VR-Technology », *Front. Robot.*, no Issue A13:3 (2016).

62 Blascovich et Bailenson, *Infinite Reality*. Op. cit.

des postures, gestes ou expressions des avatars afin d'améliorer la qualité de l'apprentissage de manière inconsciente – par exemple pour la répétition de mouvements ou pour induire un certain état d'esprit.

D'autres souhaitent exploiter ces effets à des fins thérapeutiques. Par exemple, le collectif médiatique *StoryUP* étudie en collaboration avec des neurologues et créateurs de contenus les effets psychologiques des immersions en réalité virtuelle, et leurs possibles applications au domaine médical. En partenariat avec le Docteur Jeff Tarrant, neurologue enseignant à la *University of Missouri*, ils ont observé les ondes cérébrales pendant l'immersion et les ont comparées à celles des phénomènes déjà bien connus. Les praticiens ont alors réussi à isoler les différents effets psychologiques selon le contenu présenté. L'expérience virtuelle pourrait ainsi remplacer un certain nombre de médicaments psychotropes pour le traitement de la dépression et de l'anxiété, pour améliorer la motivation ou développer l'empathie. *StoryUP* imagine le concept de « *Story Pharmacy* », où le contenu de l'immersion ne serait pas choisi uniquement pour le plaisir de l'utilisateur, mais plutôt pour ses effets sur le comportement. Dans un premier temps, le service est particulièrement destiné aux personnes dans l'incapacité de voyager – comme les vétérans américains souhaitant visiter les mémoriaux européens.

CRISE IDENTITAIRE

L'immersion en environnement virtuel soulève également des questions identitaires, brièvement abordées précédemment. Qu'est ce qui définit la 'personne' ? Est-ce son patrimoine génétique ? Est-ce l'accumulation de ses expériences ? Est-elle définie par elle-même ou par les autres ? La notion de 'personne' est une notion philosophique laborieusement composée et plusieurs fois remaniée⁶³ ; parfois appartenant au registre juridico-politique (philosophie romaine), parfois définie par la nature rationnelle (Saint Thomas), parfois associée à l'identité de conscience et de mémoire (Locke) et parfois intimement liée à la notion de morale (Kant). Dans le cas d'un *doppelgänger* – avatar sosie de l'utilisateur – contrôlé par un algorithme, est-ce encore la même personne ? Inversement, est-ce la même personne si l'avatar n'a aucun trait commun avec son utilisateur ? Où se trouve la personne si elle utilise plusieurs avatars simultanément ? L'espace virtuel permet l'exploration du concept d'identité, qui devient fluide et multiple. Notre conception de corps et de personne seront amenés à être réévalués et par là-même façonneront nos modes d'être.

Les sciences d'aujourd'hui montrent qu'il n'a jamais existé dans l'être humain un noyau biologique intangible, une *nature* qu'on peut ériger en référence absolue, comme l'explique Lecourt⁶⁴. L'« état de nature » a été inculqué comme une évidence au XVIII^e siècle afin de jouer le rôle de fondement intangible des normes et la notion de « nature humaine » n'apparaît qu'au XIX^e siècle quand on en donne un sens biologique. Une qualité éminente de l'être humain est justement sa capacité de réinventer sans cesse la façon qu'il a d'être humain en fonction de ses réalisations. Par exemple, pour Diderot, il n'existe pas de nature proprement humaine hors des relations qui structurent affectivement les

63 Lecourt, *Humain, posthumain. Op. cit.*

64 *Ibid.*

individus dans leur jeu social. Toute valeur apparaît supportée par une norme qui s'attache à une relation entre êtres humains et définit des rôles affectivement investis par des individus.

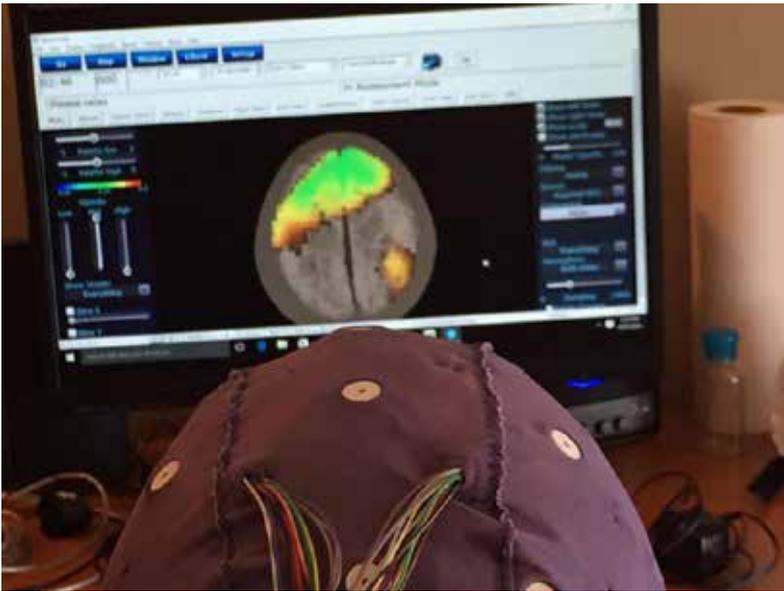
Au-delà de la notion d'identité et de personne, c'est donc aussi notre compréhension de l'être humain qui se voit questionnée par la réalité virtuelle, d'une part en redéfinissant ses modes d'interaction avec son environnement comme nous avons vu précédemment, d'autre part en redéfinissant les relations entre individus.

EVITER LES DÉRIVES

La mise en avant de ces impacts psychologiques, voire métaphysiques, soulève des questions éthiques importantes. Par exemple, comment s'assurer que les modifications du comportement sont faites en toute conscience par l'utilisateur, afin d'éviter toute altération imposée du profil psychologique à des fins commerciales ou politiques ? Un simple message d'avertissement peut-il suffire ? L'accès aux contenus à fort impact psychologique doit-il être contrôlé ? Doit-on condamner le crime en réalité virtuelle, car même s'il n'y a pas eu de violence physique, le traumatisme mental est bien présent ? Un avatar contrôlé partiellement ou totalement par une Intelligence Artificielle doit-il être considéré responsable de ses actes ? Ou bien est-ce son créateur ? Comment éviter que les données récoltées pour améliorer la qualité du rendu – objets regardés, mouvements du corps, ondes cérébrales, interactions sociales – ne soient utilisées par des tiers pour exploiter le medium à leur fin – ciblage publicitaire, établissement de profils psychologiques, surveillance des activités ?

Un premier élément permettant de limiter les dérives serait de favoriser la transparence et l'open-source – cf partie 3. En ayant accès au code source du contenu, les spécialistes peuvent déterminer l'ampleur des impacts psychologiques – par exemple si une partie du code réagit d'une certaine manière après un mouvement du corps – ainsi qu'à l'ensemble des données récoltées lors de l'utilisation. Il faut également qu'il y ait transparence dans la manière dont les données sont utilisées par les tiers – fabricants de dispositifs, créateurs de contenu, ou plateformes de diffusion.

Enfin, il est important d'avoir accès aux différentes études scientifiques permettant de comprendre les réels impacts de la réalité virtuelle, et le partage des connaissances ne peut qu'accélérer les études et la compréhension des phénomènes et favoriser les collaborations interdisciplinaires. Une initiative intéressante est celle de *Nanome* avec son projet *Matryx*. *Matryx* est une plateforme collaborative opérant sur la blockchain *Ethereum* dont l'objectif est d'accélérer les recherches en cours liées à la réalité virtuelle en favorisant l'échange de connaissances par leur monétisation. D'après leur site, cela permettrait d'une part d'éviter la sectorisation, source de redondance lorsque plusieurs équipes travaillent sur le même sujet et d'autre part de financer des équipes qui doivent traditionnellement passer par des institutions peu réactives ou peu intéressées par le sujet (gouvernements, instituts de recherche...). L'utilisation de la blockchain permet aux participants de vérifier chaque contribution, de la récompenser à sa juste valeur mais surtout d'explorer un sujet complexe en plusieurs étapes avec diffusion publique des nouveaux résultats à chaque étape.



StoryUP, EEG capturing brain wave activity, 2016.
Virtual Reality Pop, consulté 15/12/2017.
<https://virtualrealitypop.com>
©Story Up

How it Works

Example

To illustrate the Matryx workflow, let us assume that the fictitious company Marshall Aviations seeks to develop a spacecraft to boldly go to infinity and beyond, and is willing to devote a generous development budget of 100,000 MTX for this purpose. Utilizing the Nanome design suite and tools of their choice, the Matryx community of developers, engineers and industrial designers can now collaboratively compete to solve the posed problem.

For simplicity's sake, let us assume that the number of participants is minimal and that after two rounds a solution is found. In reality, Matryx enables massive collaboration, happening in parallel and during multiple development rounds.



1. Submit Problem / Post Bounty

Marshall Aviations requests proposals for a 3D Space craft model. Development bounty: 100,000 MTX.

2. Pioneers & Innovators Respond

First designers/developers/enthusiasts submit their best Spacecraft models.

3. First winners are chosen

Marshall chooses designs that are closest to their expectations and requests further improvements.

4. Peer Review & Improvement

New users take Marshall's favorite designs and "tweak" them. New ideas are added and old ones reused. Every step is validated by the rest of the community.

5. Winner is Chosen

Marshall chooses a winner and a smart contract distributes MTX to all contributors and validators.

PARTIE 3

AU-DELÀ DE LA VIRTUALISATION

I Un nouveau projet de société

APRÈS LA FIN DU TRAVAIL

L'émergence de la puissance computationnelle dans la société civile et la mise en réseau mondiale instantanée a déjà modifié nos manières de vivre et communiquer. L'intégralité des systèmes d'organisation économiques, politiques, ou de production sont complètement remis en question, et annoncent la fin du capitalisme tel que nous le connaissons aujourd'hui comme système principal organisant la société. De nouveaux modèles sont élaborés comme le *Collaborative Commons* de l'essayiste et théoricien Jeremy Rifkin⁶⁵ ou la société post-travail des accélérationnistes Nick Srnicek et Alex Williams⁶⁶. Comment la réalité virtuelle s'inscrit-elle dans ces modèles ?

D'après Jérémy Rifkin, le principal problème du capitalisme est sa propre logique d'opération, conçue pour échouer en réussissant. Dans l'économie néoclassique, théorisée par Jean-Baptiste Say, les nouvelles technologies améliorent la productivité de biens et de services, permettant de produire plus et bien moins cher, créant ainsi une plus forte demande et poussant les compétiteurs à améliorer eux aussi ces technologies. L'efficacité de ce système est maximale lorsque le prix de vente est celui du coût marginal de production. Cependant, si la productivité atteint le point optimal où le coût marginal de production devient presque zéro – le point de *zero marginal cost* – le produit devient presque gratuit, coupant tout retour sur investissement et profit. L'automatisation des processus de production – énergétique, matérielle et intellectuelle – réduit toujours plus le coût marginal de production : poussée à l'extrême, elle permet d'atteindre un « état d'abondance »⁶⁷, dans lequel le besoin de travail est alors réduit à son minimum, c'est-à-dire la maintenance des technologies automatisées.

Cette réduction du besoin de travail s'accompagne d'une croissance de ce qu'appellent Srnicek et Williams la *surplus population*⁶⁸, qui se compose de quatre

65 Jeremy Rifkin, *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*, Reprint (2015) (New York: Palgrave Macmillan, 2014).

66 Nick Srnicek et Alex Williams, *Inventing the Future: Postcapitalism and a World without Work* (London / NY: Verso, 2016).

67 Steven Parton, « You'll Have to Choose Sooner Than You Think: Basic Income or Dystopian Slavery », *Curious Apes* (blog), 24 Février 2016, <http://www.curiousapes.com/youll-have-to-choose-sooner-than-you-think-basic-income-or-dystopian-slavery/>.

68 Srnicek et Williams, *Inventing the Future*, 2016. Op.Cit.

segments distincts : les demandeurs d'emploi dans un système capitaliste, les travailleurs des pays en développement qui ne cherchent pas à accumuler les richesses mais à survivre par des circuits de production non capitalistes, les travailleurs susceptibles de perdre leur emploi dans les années à venir à cause d'un perfectionnement technologique, et enfin le segment inactif (étudiants, retraités...). L'analyse des tendances actuelles du capitalisme (dégradation des conditions de travail en termes de salaires, d'horaires, de protection sociale, de surveillance ou d'impact psychologique ; *jobless recoveries* ; marginalisation des populations précaires dans les bidonvilles ou banlieues ; stagnation de la croissance) suggère l'impossibilité de créer assez de travail dans les 20 prochaines années pour éviter l'augmentation considérable de la *surplus population* ⁶⁹. L'illusion de la possibilité d'un retour au plein emploi permet de maintenir l'ordre et la production d'individus compétitifs constamment à la recherche d'auto-perfectionnement. Alors que l'économiste visionnaire David Ricardo avait déjà compris que le remplacement des hommes par les machines ne pourrait que faire diminuer l'offre d'emploi dès 1821 ⁷⁰, il devient aujourd'hui nécessaire de créer une économie dans laquelle la survie des individus n'est plus dépendante du travail.

La sortie du système capitaliste est difficilement imaginable, car notre vision du monde s'est construite avec ce système, et nous en sommes venus à le considérer comme un reflet de la nature humaine. En tant que paradigme, c'est un système de croyance et de suppositions qui établissent une vision du monde tellement convaincante qu'elle est prise comme la réalité elle-même. Une fois acceptée, il devient presque impossible de questionner ses fondements, qui reflètent l'ordre naturel des choses, jusqu'à un point de rupture qui mène à un nouveau paradigme ⁷¹:

“That's why paradigm shifts are so disruptive and painful: they bring into question the operating assumptions that underlie the existing economic and social models as well as the belief system that accompanies them and the world view that legitimizes them”

Pour l'anthropologue et économiste Claude Meillassoux, cela est dû à un problème d'ordre méthodologique. Le capitalisme est dit représenter un système naturel, universel, s'imposant par sa propre logique et donc incontestable, l'objectif étant ainsi de donner à la bourgeoisie une base d'apparence scientifique à sa domination politique. Mais l'étude d'économies non capitalistes manque d'outils et de données permettant de les considérer comme autre chose que des formes sous-développées du capitalisme ⁷².

Dans *Inventing the Future* ⁷³, Srnicek et Williams expliquent que le

⁶⁹ *Ibid.*

⁷⁰ David Ricardo, « On Machinery », in *On the Principles of Political Economy and Taxation*, Reedited 1821 (London: John Murray, 1817).

⁷¹ Rifkin, *The Zero Marginal Cost Society*. *Op. cit.* Page 30.

⁷² Claude Meillassoux, « De la reproduction à la production », in *Terrains et théories*, Extrait publié dans *Période* le 21 Mars 2016. Consultable en ligne sur <http://revueperiode.net/de-la-reproduction-a-la-production/> (Paris: Anthropos, 1977).

⁷³ Srnicek et Williams, *Inventing the Future*, 2016. *Op. cit.*

néolibéralisme ⁷⁴ n'est pas apparu naturellement par continuité de l'évolution du capitalisme, mais que son succès a été possible par la construction d'une idéologie et d'une infrastructure pour la diffuser de manière universelle et inquestionnable. Plus particulièrement, ils font mention du Mont Pelerin Society, dont le premier meeting eut lieu en 1947, qui dès le début envisageait une vision globale, stratégique et abstraite. S'en est suivi la mise en place d'une infrastructure de diffusion – *think tanks*, occupation de positions gouvernementales, académiques, institutionnelles et médiatiques. La *stagflation* des années 70 mettant en avant les limites du keynésianisme, le néolibéralisme s'est alors présenté comme une alternative évidente. Dès les années 90, les conditions conjoncturelles de son succès des années 70 étaient oubliées : le néolibéralisme était devenu universel et naturel, jusqu'à aujourd'hui transformer le système normatif de chaque individu.

Selon eux, il faut désormais proposer un projet global susceptible de faire face à l'hégémonie du néolibéralisme, qui ne peut se contenter de mouvements de résistance ponctuels, qui échouent à articuler des demandes précises. Ce genre d'approche, qu'ils nomment *folk politics* et qui consiste en ramener à l'échelle humaine la politique en favorisant l'immédiateté temporelle, spatiale et conceptuelle, limite dans le meilleur des cas l'expansion des mécanismes de pouvoir mais ne les transforme pas. Elle est nécessaire car favorise l'émergence d'idées nouvelles, mais non suffisante. De plus, la pensée anti-systémique et post-politique associée est problématique car elle limite toute expansion spatiale et temporelle – comme l'ont montré les mouvements comme *Occupy* – tendant alors vers l'anarcho-primitivisme. L'approche léniniste de renversement de pouvoir, aussi bien que l'approche électorale réformiste sont désormais obsolètes. Afin de proposer une stratégie contre-hégémonique susceptible de transformer le néolibéralisme dominant, il faut désormais construire une alternative sur le long terme et profiter des périodes de crise pour la présenter comme telle. Il y a donc besoin de créer un projet abstrait et complexe, avec des objectifs explicites et des moyens effectifs, extensible spatialement et temporellement, qui mobilise des groupes sociaux différents et croise les disciplines, et qui se construit de manière empirique et expérimentale. Pour cela, ils présentent des demandes précises, qui se veulent utopiques afin de dépasser les limites du possible imposées par le néolibéralisme, tout en se fondant sur des tendances actuelles. Ces demandes sont par exemple l'automatisation totale de l'économie, la réduction du temps de travail, la mise en place d'un revenu universel et le changement de notre rapport au *labeur*.

IOT & COLLABORATIVE COMMONS

Ce qui menace aujourd'hui le capitalisme est l'Internet des Objets – *Internet of Things*, ou *IoT* – un réseau global intégré, utilisant les *Big Data*, les algorithmes de prédiction, les analyses avancées et les systèmes automatisés pour améliorer la productivité et réduire le coût marginal, à l'aide de différents types de capteurs utilisés pour récolter les données – dans l'exploitation des matières premières,

⁷⁴ Défini ici comme un phénomène idéologique, social et politique total orientant le capitalisme vers sa dérégularisation, sa mondialisation, sa financiarisation et sa décomplexion, à tel point que le mot néolibéralisme est souvent utilisé pour désigner le capitalisme sous sa forme actuelle dans la majorité des pays développés

les échanges commerciaux, les villes, la nourriture, l'écosystème... Pour Rifkin, il y a derrière l'IoT l'idée d'efficacité sociale plutôt que financière (ce qui sera remis en question par la suite, comme le montre la récente loi américaine sur la neutralité du réseau)⁷⁵ :

“The IoT embeds the built environment and the natural environment in a coherent operating network, allowing every human being and everything to communicate with one another in searching out synergies and facilitating interconnections in ways that optimize the thermodynamic efficiencies of society while ensuring the well-being of the Earth as a whole”

Le réseau est alors conçu pour être ouvert, distribué et collaboratif, permettant à n'importe qui d'y accéder. Il nécessite cependant une infrastructure décomposée en trois secteurs interagissant les uns avec les autres afin d'opérer comme un tout - des moyens de communication, des sources d'énergie et des systèmes de transport⁷⁶ :

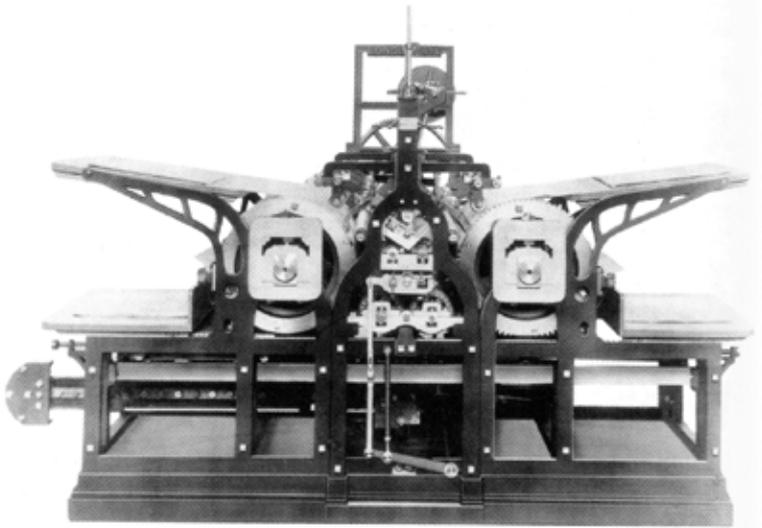
“The core of the IoT operating system is the coming together of the Communications Internet, Energy Internet, and Transportation Internet in a cohesive operating platform. If each remains siloed from the others, it will be impossible to erect the IoT and pursue the vision of a smart society and sustainable world.”

En fait, Rifkin montre que toute organisation sociétale se fait en réponse à ces trois secteurs. Par exemple, pendant la 1^{ère} Révolution Industrielle, le nouveau système énergétique – la machine à vapeur – a permis de nouveaux moyens de production plus rentable, mais surtout un nouveau système de transport et de communication – le train, la presse à vapeur puis le télégraphe – compressant alors l'espace-temps des échanges commerciaux et d'informations. La presse à vapeur développée par Friedrich Koenig au début du XX^{ème} siècle, permet par exemple la mécanisation de toutes les opérations manuelles d'édition : encrage, impression, éjection de la feuille, augmentant considérablement la vitesse de production et de diffusion de l'information.

La 2^{ème} Révolution Industrielle débute avec l'exploitation d'une nouvelle énergie – le pétrole – qui a développé un nouveau système de transport et de communication – la voiture et le téléphone – transformant l'organisation spatiale de la société avec le développement des banlieues et la relocalisation des usines. Toutes ces innovations technologiques avaient un coût colossal, et leur mise en place a nécessité la création de superstructures à intégration verticale – du fournisseur jusqu'au système de distribution – et hautement centralisé pour optimiser les moyens de production et le retour sur investissement. Pour Rifkin, ce n'est ainsi pas un désir de contrôle ou d'enrichissement qui serait à l'origine du modèle capitaliste, mais bien la réponse à une matrice énergie/communication/

⁷⁵ Rifkin, *The Zero Marginal Cost Society*. Op. cit. Page 17.

⁷⁶ *Ibid.* Page 19.



Friedrich Koenig, Presse à vapeur, 1814.
In Philip B. Meggs, *A History of Graphic Design*.
John Wiley & Sons, 1998, p 132
Wikimedia, 2007. <https://commons.wikimedia.org>

transport ⁷⁷ :

“This unprecedented – and unimaginable – concentration of economic power was not just happenstance or a byproduct of man’s insatiable avarice. Nor can it be rationalized away by simply blaming deregulation or finding fault with political ineptitude or, worse still, political collusion and enablement – although these were all contributing factors to its growth. Rather, on a more fundamental level, it flowed inexorably from the communication/energy/transportation matrices that were the foundation of the First and Second Industrial Revolutions.”

Les infrastructures d’énergie/communication/transport ne sont pas que des infrastructures techniques – elles organisent aussi l’économie et la société. Alors que la presse et le télégraphe ont permis la communication à travers des marchés nationaux, l’*IoT*, par son architecture ouverte et distribuée, permet de se libérer des monopoles de ces superstructures en permettant la production collaborative et latérale à l’échelle mondiale. L’aspect centralisé des systèmes capitalistes et socialistes – pris ici dans le sens de Bertrand Russell comme la revendication de la propriété commune par un Etat – devient collaboratif : la valeur d’échange est remplacée par la valeur partagée. La motivation n’est plus basée sur la récompense financière mais l’interdépendance des groupes sociaux ⁷⁸ :

“Part of the reason we have such a difficult time contemplating life after capitalism is the failure to understand the pivotal role that new communication technologies, energy sources and transportation modalities play in reorienting the temporal-spatial dynamic, allowing larger number of people to come together and cohere in more complex, interdependent social organizations. The accompanying technology platforms constitute the infrastructure but also dictate the way the economy is organized and managed”

Le terme *Commons* (communs en français) désigne un système de gestion de ressources naturelles, matérielles ou immatérielles partagées, gérées collectivement par une communauté établissant des règles et une gouvernance dans le but de les préserver tout en ayant le droit de les utiliser. Il est parfois utilisé pour désigner une ressource accessible à tous les membres d’une société. La succès des *Commons* se fait selon sept principes mis en avant par l’économiste Elinor Ostrom, à l’origine de la première analyse poussée de l’histoire des *Commons* en 1990 : détermination des individus impliqués, moyen

⁷⁷ *Ibid.* Page 67.

⁷⁸ *Ibid.* Page 27.

d'appropriation des biens (date, endroit, technologies et quantités), gestion démocratique, contrôle par la communauté, sanctions graduelles établies et appliquées par la communauté, accès rapide à la médiation et reconnaissance de la part d'un gouvernement.

Le système des *Collaborative Commons* est un modèle économique envisagé par Rifkin comme un modèle alternatif au capitalisme, encourageant l'auto-gestion et l'organisation démocratique. Il prédate en fait le marché capitaliste ainsi que le gouvernement représentatif: il existait par exemple des systèmes de mise en commun démocratique de l'agriculture sous le système féodal. C'est un modèle déjà utilisé par certaines structures comme les associations ou les Sociétés Coopératives. Pour Rifkin, *l'Internet of Things* permet d'optimiser ses principes opératoires par sa structure-même, pensée pour être distribuée et pour faciliter les synergies et les collaborations en connectant les individus.

Le modèle présenté par Rifkin présente en effet certaines limites, comme le fait d'opposer systématiquement la « collaboration volontaire non-monetisée » au « commerce volontairement monetisée » ou le fait de considérer que le concept de « bien commun » efface les « questions d'auto-détermination, et relation de pouvoir ou de despotisme de la majorité » comme le souligne Eric Raymond⁷⁹. Cependant, Srnicek et Williams - et nous rejoignons ici leur point de vue - insistent sur l'importance d'une vision utopique et grandiose, à considérer non pas comme un objectif à atteindre, mais comme facteur de dynamisme, comme l'a été la course à l'espace dans les années 70, qui par ses expérimentations sur les modes de vie et formations politiques a impacté le quotidien de nombreux individus. Aujourd'hui, notre imagination est confinée par le réalisme capitaliste, notre vision du futur dominée par la dystopie, le scepticisme et le cynisme. Srnicek et Williams considèrent les utopies comme un objet de désir impossible mais nécessaire, car elles fournissent un langage d'espoir et d'aspiration en un monde meilleur, ouvrant le champ des possibles, mobilisant la critique perspective sur nos conditions actuelles et regroupant les efforts. En offrant un but à atteindre, elles catalysent les changements d'habitudes et questionnent les relations de pouvoir. Il faut bien évidemment d'abord analyser la conjoncture actuelle, mais il faut également accepter le risque de conséquences inattendues et de solutions temporaires imparfaites⁸⁰ :

«In light of this dual tendency - for novelty, but against the risks inherent in social transformation - the allure of political ideas celebrating spontaneous 'events' becomes clearer. The event (as revolutionary rupture) becomes an expression of the desire for novelty without responsibility. The messianic event promises to shatter our stagnant world and bring us to a new stage of history, conveniently voided of the difficult work that is politics. The hard task ahead is to build new worlds while acknowledging that they will create novel problems. The best utopias are always riven by discord.»

79 Eric Raymond, « Économie collaborative : Pourquoi Jeremy Rifkin se plante sur toute la ligne », *Contrepoints*, 17 Avril 2015, <https://www.contrepoints.org/2015/04/17/204306-logiciel-libre-et-le-raisonnement-marginal-nul-de-jeremy-rifkin-pourquoi-se-plante-t-il-sur-toute-la-ligne>

80 Srnicek et Williams, *Inventing the Future*, 2016. *Op. cit.* Page 177.

S'APPROPRIER LE PROGRÈS

Pour Srnicek et Williams, un élément clé de ce nouveau projet de société est l'idée de modernité, définie comme répertoire d'innovations conceptuelles autour de l'idée universelle de progrès, de raison, de liberté et de démocratie. Cela peut sembler contradictoire, car la valeur émancipatoire de la modernité est aujourd'hui associée à l'idéologie néolibérale. Cela est en fait une vision colonialiste et impérialiste du progrès comme élément permettant d'atteindre une destination préconçue : la mise en place du néolibéralisme. C'est un dogme qu'il faut contester, afin de comprendre le progrès comme *hyperstitionnel* - un récit qui orient la direction à suivre sans pour autant vouloir l'établir telle qu'elle est imaginée. Un autre élément clé à considérer est le besoin d'universalisme : l'idée que certaines valeurs, idées et objectifs soient partagés par toutes les cultures, ce qui est différent de l'homogénéité car l'universalisme est dynamique et modifiable - une valeur universelle peut en remplacer une autre. Enfin, le dernier élément clé de ce nouveau modèle est celui de *synthetic freedom* - qui n'est pas la liberté définie de manière négative dans le capitalisme (liberté par rapport aux autres individus, aux collectifs et aux institutions), tout à fait compatible avec la pauvreté de masse, la famine et les inégalités sociales. La *synthetic freedom* est une liberté construite qui favorise la capacité matérielle de concrétiser des droits fondamentaux, et cela passe par trois mesures : l'approvisionnement des biens de première nécessité (revenue, temps, santé, éducation...), l'amélioration de la mise en relation des individus (perception sociale, développement des langages, partage des connaissances...) et le développement des capacités technologiques⁸¹ :

«Taken together, these form a synthetic freedom that is constructed rather than natural, a collective historical achievement rather than the result of simply leaving people be. Emancipation is thus not about detaching from the world and liberating a free soul, but instead a matter of constructing and cultivating the right attachments [...] Collective action, with its expansion of synthetic freedom, is more often than not carried out through complex divisions of labour, mediated chains of engagement and abstract institutional structures. The social aspect of synthetic freedom is therefore not a return to some human desire for face-to-face sociality and simple cooperation but instead a call for collective, complex and mediated self-determination [...] Our level of freedom is highly dependent upon the historical conditions of scientific and technological development. The artifices that emerge from these fields both expand existing capacities for action and create entirely new ones in the process.»

Srnicek et Williams adoptent ainsi une vision de l'humain comme notion transformable et constructible, un projet ouvert qui se définit par expérimentation

81 *Ibid.*, Page 80.

théorique et pratique. C'est une expérimentation qui se fait à plusieurs échelles, du corps humain jusqu'aux mobilisations collectives. Le monde post-travail et post-capitaliste qu'ils décrivent n'est à prendre que comme période de transition démultipliant les possibilités d'expérimentations.

Notre environnement et la technologie qui nous entoure incarnent les relations de pouvoir hégémoniques : certains usages et actions sont facilités, d'autres sont limités. Pour Srnicek et Williams, il ne faut pas attendre la mise en place d'un nouveau projet politique pour rediriger les technologies, mais étudier lesquelles peuvent être utiles à la construction d'un nouveau modèle hégémonique susceptible de faire face à un néolibéralisme toujours plus agressif et résilient. Notre position dans ce mémoire est que la réalité virtuelle, en tant que nouveau média et nouvelle technologie de représentation, a un potentiel émancipatoire qui, lui, est bien réel.

Le monde dans lequel nous vivons est un système complexe de dynamiques non linéaires, de relations de causalité intriquées et d'échelles temporelles et spatiales dépassant l'entendement d'un seul individu. C'est ce qui rend les mécanismes du capitalisme néolibéral extrêmement difficiles à appréhender, et qui nous donne l'impression d'être mis à part dans un monde qu'on ne peut pas comprendre. La *folk politics* peut alors être vu comme un moyen de ramener cette complexité à l'échelle humaine, mais en la simplifiant, elle écarte toute possibilité d'expansion spatio-temporelle. Un autre moyen serait alors d'augmenter les capacités humaines⁸² :

«If complexity presently outstrips humanity's capacities to think and control, there are two options: one is to reduce complexity down to human scale; the other is to expand humanity's capacities. We endorse the latter position. Any postcapitalist project will necessarily require the creation of new cognitive maps, political narratives, technological interfaces, economic models, and mechanisms of collective control to be able to marshal complex phenomena for the betterment of humanity.»

Comme nous l'avons vu en partie 2, la réalité virtuelle est un des éléments permettant d'augmenter ces capacités, que ça soit par une modification de notre perception de l'espace, par de nouvelles possibilités de manipulation de l'information, par une meilleure compréhension de phénomènes complexes, voire par la redéfinition des notions d'être humain et d'identité. La réalité virtuelle est un outil d'expérimentation capable de faciliter la compréhension du monde et de questionner les valeurs auxquelles nous sommes attachés, volontairement ou non.

Mais au-delà de cette augmentation des capacités humaines, la réalité virtuelle peut-elle favoriser la mise en relation des individus et de leur intelligence « augmentée » ? Nous verrons que c'est le cas en tant qu'interface mettant l'expérience et l'empathie au centre de l'échange (cf partie 3.3), et facilitant la collaboration et la coopération, notamment en architecture (cf partie 3.4).

82 *Ibid.* Page 16.

D'autre part, elle remet en question la relation qu'ont les individus à l'espace construit et à la fabrication (cf partie 3.5). Cependant, le développement que la réalité virtuelle suivra dans les années à venir dépend fortement des modes d'accès aux outils de production et de diffusion de contenu (cf partie 3.6). Dans un premier temps, il semble intéressant de s'intéresser au monde de l'art, notamment l'art numérique, et l'utilisation qu'il peut faire de la réalité virtuelle. Alors que l'innovation et l'expérimentation en architecture se trouvent souvent ralenties par des problématiques de financement et de respect des normes de sécurité, la production de pièces artistiques propose plus de flexibilité propice à l'exploration de ce nouveau média.

II

Au-delà du Post-Internet Art

NET.ART

Le développement de l'ARPANET par l'armée américaine dans les années 60, suivi du développement des différents protocoles (TCP, HTTP, FTP, IP) par une multitude d'acteurs et de la démocratisation des ordinateurs dans les années 80, motivent dès 1991 Tim Berners-Lee à faciliter l'accès et le partage d'information au travers d'un medium simple : le World Wide Web. Une première vague d'artistes issus des arts traditionnels – Heath Bunting, Olia Lialina, Alexei Shulgin ou Vuk Cosic – accompagne cette popularisation de l'Internet. Les motivations sont multiples : la modification des modes de communication traditionnels, l'esthétique propre à l'ordinateur et au langage informatique, ou encore l'aspect ludique et participatif de l'œuvre⁸³. Une communauté se forme dans les pays de l'Est au fil des événements et festivals dédiés.

Les premières œuvres sont marquées par un rejet de l'art traditionnel et conservateur. En effet, l'art du XX^e siècle s'est progressivement approprié l'espace d'exposition, passant du simple objet 2D accroché à la performance interactive 3D occupant l'espace de la galerie – de Tatlin et Rodchenko à Carl Andre et Donald Judd puis Dan Graham et Bruce Nauman. L'expérimentation se faisait à la fois sur l'apparence physique de l'objet mais aussi son mode d'interaction proposé⁸⁴. Cependant, la réticence des galeries dans les années 80 à intégrer le *New Media Art* pousse ses praticiens et les nouvelles générations à considérer les spécificités technologiques, économiques et sociales du nouveau medium Internet : sa perpétuelle évolution technique implique alors un art éphémère et difficilement contrôlable, dont l'existence est inhérente à sa mise en ligne⁸⁵.

Au cours de années 90, le discours devient plus subversif, en opposition au contenu consumériste et apolitique d'Internet. Le mouvement s'empare des outils des mass media – l'esthétique, l'anonymat – pour en faire la critique. C'est par exemple le cas de *Net.Art per se* de Vuk Cosic en 1996, fausse conférence sur la commémoration du *Net Art*, venant à la fois nommer et enterrer ce courant.

83 Thibaut Grégoire, Grégory Lacroix, et Malorie Paulus, « Net Art, les origines », *NET art ou une autre façon de voir l'art sur Internet* (blog), 17 Mai 2009, <https://netart09.wordpress.com/un-petit-bout-dhistoire/net-art-les-origines/>.

84 Manovich, « The Poetics of Augmented Space ». *Op. cit.*

85 Grégoire, Lacroix, et Paulus, « Net Art, les origines ». *Op. cit.*

Les contours du Net Art sont difficiles à définir car il interagit avec différents mouvements utilisant également le *computer* et ses outils – *New Media Art*, *Electronic Art*, *Software Art*, *Generative Art*, *Living Art*... Un critère nécessaire à la qualification de *Net Art* est la dépendance intrinsèque de l'œuvre à Internet pour exister. L'interaction avec des objets multimédia et la participation du « spectateur » via l'exploration des différents liens HTML font partie intégrante des œuvres⁸⁶. L'implication du spectateur comme collaborateur au travers du réseau, la pratique du *sampling* et le libre partage des œuvres viennent diluer la notion d'auteur entre les différentes parties prenantes – la plupart des pièces ne sont d'ailleurs que rarement signées. Le concept d'œuvre d'art objet singulier est remplacé par celui d'œuvre dynamique massivement distribuée, évolutive et en interaction avec son contexte informationnel. Le rejet de la galerie comme espace d'exposition et de vente mène à la création de nouveaux circuits de diffusion, donnant naissance à de nouveaux types de structures hybridant musées physiques, instituts de recherche et espaces virtuels comme le Digital Art Museum, le ZKM, la WAAG Society, le groupe rhizome.org ou des festivals comme Ars Electronica et la Transmediale de Berlin⁸⁷. Au-delà de la plateforme de diffusion qu'a offert Internet, le développement du Net Art a également été facilité par les outils à disposition des programmeurs amateurs, comme le langage *Processing*, créé par Ben Fry et Casey Reas en 2001⁸⁸.

POST INTERNET ART OU POST-(NET ART) ?

Le *Net Art* continue à se développer au cours des années 2000 et rentre progressivement dans le cadre dicté par le marché de l'art. On parle alors de *Post Internet Art* – bien que le terme *Internet Aware Art* puisse être plus approprié. Il se développe en parallèle du *Post Digital*, terme apparu au début des années 2000 dans un manifeste de Kim Cascone⁸⁹.

Contrairement au *Net Art*, le *Post Internet Art* n'utilise pas Internet comme outil de production ou medium, mais comme une force ayant modifié les structures sociales et culturelles. Internet n'est pas forcément le sujet de l'œuvre, qui n'a pas non plus besoin d'être appréciée sur le réseau, mais elle utilise la familiarité du spectateur avec Internet en tant que référence à sa propre structure et esthétique. Sa distanciation avec Internet – que les galeries et collectionneurs n'ont pas réussi à intégrer dans leur modèle de fonctionnement – lui permet de reconquérir le monde physique et la salle d'exposition. Alors qu'on pourrait voir une simple monétisation du travail collaboratif et décentralisé émergent d'Internet, le *Post Internet Art* offre une vision plus subtile. L'artiste Marisa Olson est une des premières à initier cette réponse au *Net Art*, lors d'une conférence organisée par Rhizome en 2006⁹⁰ :

86 Alexander Cook, « Rojutoma.com (Music Computing Major Project) » (Goldsmiths, University of London, 2013).

87 Alizée Royer, « Le Net Art, une problématique (Mémoire de Master) » (ENSA PARIS Malaquais, 2017).

88 Ed Tierney, « Collective Cognition: Neural Fabrics and Social Software », in *Collective Intelligence in Design*, éd. par Christopher Hight et Chris Perry, AD Profile 183, AD 76 No 5 (London: Wiley, 2006), pp 36-45.

89 Guillaume Ledit, « L'art et le design sont-ils entrés dans l'ère post-numérique ? », *Usbek&Rica*, 9 Avril 2017, <https://usbeketrica.com/article/art-post-numerique-design>.

90 Michael Connor, « What's Postinternet Got to do with Net Art? », *Rhizome*, 11 Janvier 2013, <https://rhizome.org/editorial/2013/nov/01/postinternet/>.

“What I make is less art “on” the Internet than it is art “after” the Internet. It’s the yield of my compulsive surfing and downloading. I create performances, songs, photos, texts, or installations directly derived from materials on the Internet or my activity there”

En d’autres termes, le mouvement *Post Internet* suggère que le sujet des pièces artistiques et critiques n’est plus la « culture Internet » comme entité mais la reconfiguration de toute la culture par Internet. De la même manière que les artistes post-modernes ont absorbé et adapté les stratégies du modernisme, les artistes *Post Internet* ont dépassé l’œuvre centrée sur la nouveauté du web pour utiliser ses outils en traitant d’autres sujets ⁹¹. Avec le développement du web 2.0 et de la prolifération des smartphones, Internet est devenu ubiquitaire – plutôt que de préciser si la technologie a été utilisée ou non, l’artiste *Post Internet* observe plutôt les effets de cette technologie, que ça soit en ligne ou hors-ligne.

Le *Post Internet Art* n’est pas non plus à voir comme une réfutation de la pertinence du *Net Art*. Certains pionniers du *Net Art*, comme Olia Lialina ont fait disparaître ce nouvel état d’esprit, même pour le critiquer. Alors que sa production des années 90 exploite les spécificités du navigateur web à des fins narratives – comme par exemple avec *My Boyfriend Came Back from the War* en 1996, elle inclut progressivement la participation d’utilisateurs d’Internet « non-artiste » – par exemple avec *With Elements of Web 2.0* en 2006 – mais sur un ton mélancolique, contemplatif et nostalgique ⁹². Alors que la déclaration de Marisa Olson positionne l’artiste *Post Internet* comme hors de l’Internet – bien que participant à la culture Internet – l’exposition *Brand Innovations for Ubiquitous Authorship* de 2012 à la galerie Higher Pictures de New York associe toute production artistique à un système néolibéral de circulation de marques, d’images et d’objets facilitée par l’avènement d’Internet : le « hors Internet » n’existe pas, l’artiste n’a aucune autonomie. La pièce *Summer* de Olia Lialina (2013), dans laquelle une animation de l’artiste est hébergée image par image sur les sites de ses amis peut alors être perçue comme une réfutation de cette absence d’autonomie : les cercles de confiance personnels redonnent une certaine autonomie à l’artiste.

Post Internet Art n’est donc pas à comprendre comme *Post-(Net Art)* : les deux mouvements se répondent et se complètent. Pour Grégory Chatonsky, alors que le *Net Art* matérialise une abstraction (Internet et le code) avec une attitude idéaliste positiviste afin de la rendre sensible, le *Post-Internet* considère la matérialité comme présente et observe le tissage des réseaux autour de cette matière avec un certain « désespoir festif » ⁹³.

91 Ian Wallace, « What Is Post-Internet Art? Understanding the Revolutionary New Art Movement », *Artspace*, 18 Mars 2014, http://www.artspace.com/magazine/interviews_features/trend_report/post_internet_art_52136.

92 Connor, « What’s Postinternet Got to do with Net Art? ». *Op. cit.*

93 Grégory Chatonsky, « Entre matérialisation numérique et matérialité post-digitale », *Chatonsky.net*, 2015, <http://chatonsky.net/entre-matierialisation-numerique-et-matierialite-post-digitale/>.

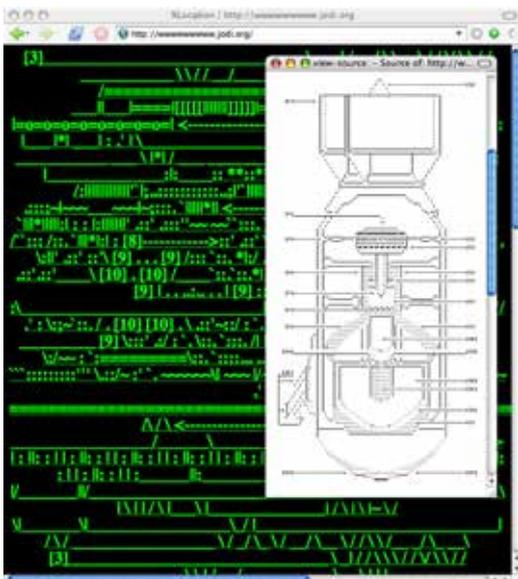
HANDSHAKE HANDSHAKE 1993-1994

Un des premiers projets à exploiter l'interconnectivité d'Internet, Handshake se présente sous forme d'installation interactive, jouant le rôle d'interface entre le réseau et le monde physique et faisant de la communication entre les participants le sujet même de l'oeuvre.



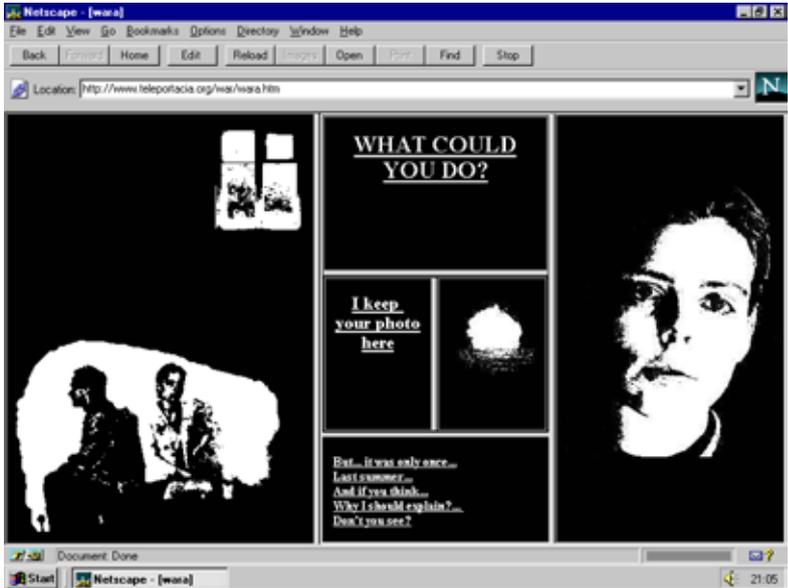
Joachim Blank, consulté 16/12/2017.
<http://old.joachimblank.com>
 © Joachim Blank, Blank & Jeron

JODI WWWWWW.WWWW.JODI.ORG 1995



Jodi.org ou JODI représente Joan Heemscker et Dirk Paesmans. Leur site wwwwwww.jodi.org renverse le processus de programmation et d'affichage d'une page web en faisant du code source un schéma interprétable.

wwwwwww.jodi.org et son code source
 Rhizome, 2014. <http://rhizome.org>
 © JODI



Rhizome, 2016. <http://rhizome.org>
 © Olia Lialina

**OLIA LIALINA
 MY BOYFRIEND CAME BACK
 FROM THE WAR | 1996**

Dans *My Boyfriend Came Back From the War*, Olia Lialina exploite les propriétés de l'hypertexte pour impliquer le lecteur dans une narration non-linéaire et fragmentée.

**DOUGLAS DAVIS
 THE WORLD'S FIRST
 COLLABORATIVE SENTENCE
 1996**

The World's First Collaborative Sentence, initié par Douglas Davis laisse les visiteurs contribuer par email, courrier ou visites à une phrase infinie affichée sur un site suspendu en 2005. En 2012, le Whitney Museum entreprend la restauration du site original et lance une version restaurée acceptant toujours les contributions.

Whitney Museum of American Art, NYC.
<https://whitney.org>, consulté 16/12/2017.
 © Whitney Museum of American Art





THE TELEGRAPH. WIRED 50 Heath Bunting

Heath Bunting is on a mission. But don't asking him to define what it is. His CV (borned teen and home computer hacker in 80s Stevenage. Reposter, graffiti artist and DJ radio pirate in Bristol. bulletin board organiser and digital culture activist (or his phrase: activist) in London) is replete with the necessary qualifications for a 90s sub-culture citizen but what's interesting about Heath is that if you want to describe to someone what he actually does there's simply no handy category that you can slot him into.

If you had to classify him, you could do worse than call him an organiser of art events. Some of these take place online, some of them in RL, most of them have something to do with technology though not all. One early event that hit the headlines was his 1994 Kings Cross phone-in, when Heath distributed the numbers of the telephone kiosks around Kings Cross station using the Internet and asked whoever found them to choose one, call it at a specific time and chat with whoever picked up the phone. The incident was a resounding success: at 6 pm one August afternoon, the area was transformed into "a massive techno crowd dancing to the sound of ringing telephones", according to Heath.

More recently, in collaboration with his mother, an ex-Greenham activist and bus driver, he set up a Kings Cross website which mimicked the real one and asked employees to send in their pets for vivisection and experimentation. Glaxo were alarmed enough to issue a public statement, and have the offending site removed.

Avec _readme, Heath Bunting associe à chaque mot d'un article une adresse .com correspondante, critiquant ainsi la commercialisation d'Internet. Alors qu'en 1998 la plupart des liens n'existaient, la plupart des domaines ont aujourd'hui été achetés, même les plus absurdes, validant son propos.

Irrational, consulté 16/12/2017.
http://www.irrational.org/_readme.html
© Heath Bunting

HEATH BUNTING _README 1998

MARK NAPLER SHREDDER 1998

Le navigateur web Shredder développé par Mark Napier propose d'exacerber la nature dynamique et interactive du web en déconstruisant la page que l'utilisateur souhaite visiter (consultable sur <http://potatoland.org/shredder/>)



CIAC Magazin Shredded, Mark Napier, consulté 16/12/2017. <http://marknapier.com>
© Mark Napier



Abe Lincoln & Marisa Olson reprennent sous forme de chanson les posts de leurs blogs favoris, leur donnant ainsi une certaine corporéité et questionnant le statut du blog comme mode d'expression.

Blog, consulté 16/12/2017.
<http://www.lincoln.net/abeandmosingtheblogs/>
© Marisa Olson

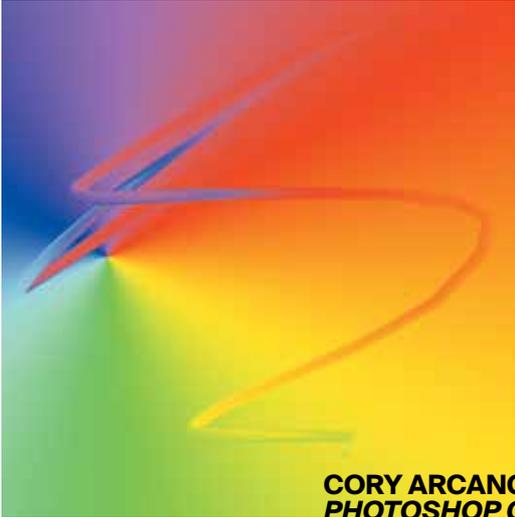
MARISA OLSON ABE & MO SING THE BLOGS 2005

OLIA LIALINA ET DRAGAN ESPENSCHIED DIMENSION (WITH ELEMENTS OF WEB 2.0) 2006

With elements of Web 2.0 marque un tournant dans l'approche d'Olia Lialina : sa production artistique ne s'exprime plus sur Internet, mais matérialise des éléments de la culture Internet dans la galerie d'exposition, affirmant le statut de l'artiste post-Internet comme narrateur, intermédiaire, traducteur plutôt que comme créateur.

Flickr, 2008. <https://www.flickr.com/photos/marcwathieu/2441431939>
© Marc Wathieu





Cory Arcangel incarne la matérialisation de l'art numérique et l'esprit Post-Internet par ses différents travaux réutilisant l'outil gradient de Photoshop, vidéos Youtube ou cartouches de jeux vidéo.

Impression sur contreplaqué
Cory Arcangel's Official Portfolio Website and Portal, consulté 16/12/2017.
<http://www.coryarcangel.com>
© Cory Arcangel

**CORY ARCANGEL
PHOTOSHOP GRADIENT AND
SMUDGE TOOL DEMONSTRATION
2007**

Les travaux de Petra Cortright explorent les propriétés des différents média de l'ère Internet (vidéos Youtube, GIFS, Digital Painting) et les différentes possibilités de représentation du corps physique. Dans VVEBCAM, la passivité du spectateur Youtube se confronte aux effets dynamiques du logiciel de webcam utilisé pour l'enregistrement.

Rhizome, consulté 16/12/2017.
<http://rhizome.org>
© Petra Cortright

**PETRA CORTRIGHT
VVEBCAM
2007**

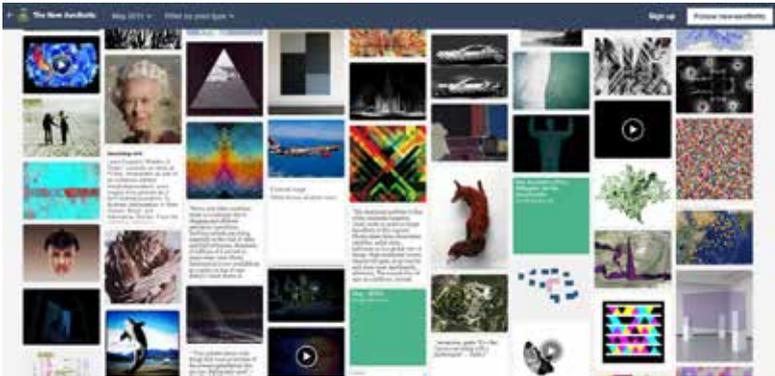




Artie Vierkant, *Image Object Thursday 4 June 2015 12:53PM*, 2015
Image Objects at Mesier/Feuer, New York, 2015. <http://artievierkant.com>
© Artie Vierkant

ARTIE VIERKANT IMAGE OBJECTS 2011-2015

La série *Image Objects* d'Artie Vierkant explore la relation entre objet physique et image numérique. A chaque fois qu'un objet est documenté - dans une revue ou un site web - la photo de l'installation est modifiée, permettant aux objets d'être en continuelle évolution. L'expérience de l'exposition par l'image devient une expérience en soi.

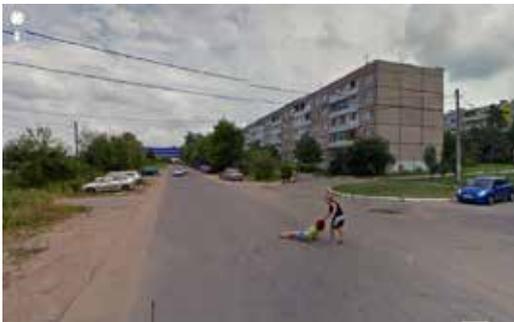


JAMES BRIDLE
THE NEW AESTHETIC
2011-2015

James Bridle est à l'origine du terme *New Aesthetic*, décrivant comment l'esthétique du numérique et du réseau se matérialise désormais dans le monde physique, hors-ligne. Son blog *The New Aesthetic* lancé en 2011 explore cette nouvelle esthétique et ses différentes manifestations.

Tumblr, consulté 16/12/2017.
<http://new-aesthetic.tumblr.com>
 © James Bridle

JON RAFMAN
THE NINE EYES OF GOOGLE STREET VIEW
2011-2017



Le projet de Jon Rafman recense les anomalies et étrangetés capturées accidentellement par les caméras 360° de Google Street View. Publié sous forme de livre en 2011, il illustre l'approche Post-Internet hybridant les formats immatériels et physiques.

Tumblr, consulté 16/12/2017.
<http://9-eyes.com/>
 © Jon Rafman



Unboxing Martin Kohout
Youtube video, 2012. <https://www.youtube.com/watch?v=z98edmd-WfA>
Organisé par Artie Vierkant & Higher Pictures, New York.
© Higher Pictures

BRAND INNOVATIONS FOR UBIQUITOUS AUTHORSHIP 2012

Pour cette exposition organisée par Artie Vierkant et la galerie Higher Pictures, il était demandé aux artistes d'utiliser un service web d'impression ou de fabrication et de directement envoyer l'objet produit à la galerie. La série de vidéos *Unboxing* met en avant la complexité des systèmes de production, de distribution et de paternité d'une oeuvre d'art à l'ère d'Internet.

UNE SCÈNE MUSICALE POST-INTERNET

Dans la scène musicale, l'accès aux outils de création - comme le logiciel *FruityLoops* en 1997 qui regroupe traitement audio, MIDI, et VST dans une seule interface *user-friendly* - et à Internet - avec des plateformes d'échanges comme le forum *Hollerboard* au début des années 2000 ou *Soundcloud* en 2007 qui favorisent le partage, le sampling et le remix - a été fertile à la création de nouveaux courants et sous-cultures⁹⁴. Il a également complètement décontextualisé la musique de ses origines géographiques, sociales et politiques. Le concept de sous-culture est rapidement devenu obsolète, ces dernières devenant de plus en plus fluides, ambiguës et associant différents styles et identités. Le retraitement de cette nouvelle globalité musicale par les réseaux de création et de partage - *Soundcloud*, *Reddit*, *Tumblr* ou *4Chan* - a permis l'émergence d'une nouvelle scène d'*avant-garde club music* avec des figures de proue comme Elysia Crampton et son style qualifié d'*epic collage* ou des labels comme NON Worldwide. A l'instar du *Post Internet Art*, désenchanté des promesses des années 90 de rendre le monde plus égalitaire grâce à Internet, cette nouvelle scène s'attache à la manière dont la technologie transforme le monde dans un contexte socio-politique, ainsi qu'à la réappropriation de ces technologies par les communautés opprimées - notamment les communautés afro-américaines et LGBTQ.

Contrairement au folk, au punk et à l'indie qui tentent de s'émanciper de la technologie par un retour à l'humain, à l'imperfection, au rétro et à l'authenticité du passé^{95 96}, la scène avant-garde exprime une esthétique très *hi-tech*, fortement influencée par les différentes musiques électroniques des années 90-00 - house, techno, grime - mais avec une sonorité véritablement inédite, oscillant entre l'organique et le machinique, l'effroi et le sublime, l'utopie et la dystopie⁹⁷. Que ce soit le pluralisme stylistique combinant le sublime et la violence rythmique (les *epic collage* de Elysia Crampton, Chino Amobi ou Total Freedom), un regain d'intérêt pour le kitsch (*la vaporwave* et ses environnements oniriques anesthésiques ou le label *PC Music* et ses sonorités intenses à la frontière entre le *pop* et sa satire), l'exploration de sonorités robotiques, post-humaines (les labels *Nights Slugs*, *Fade to Mind*, *Tessier-Ashpool*, *Infinite Machine* ou les artistes Amnesia Scanner, Antwood, Celestial Trax ou Oneohtrix Point Never explorant le concept de *uncanny valley*), ou plus récemment une exacerbation du caractère organique de la technologie (par exemple avec les labels *Eco Futurism Corporation*, *Bio Future Laboratory* et *Brat Records*) la scène avant-garde se réapproprie les nouvelles technologies avec une approche qu'on pourrait qualifier d'accélérationniste - pousser à l'extrême le capitalisme néolibéral et son environnement technologique jusqu'à sa propre dissolution plutôt que de résister contre son hégémonie⁹⁸.

Tout comme le *Post Internet Art*, l'*avant-garde club music* va plus loin qu'un

94 VictorE, « Music, Technology & the Future PART 1 : The Carousel of Modern Culture », *Generation Bass*, 19 Mai 2016, <http://www.generationbass.com/2016/05/19/music-technology-the-future-part-1-the-carousel-of-modern-culture/>.

95 *Ibid.*

96 Adam Harper, « The New Hi-Tech Underground », *Norient*, 15 Janvier 2016, <http://norient.com/stories/the-new-hi-tech-underground/>.

97 Adam Harper, « Why Today's Underground Club Music Sounds Cybernetic », *The FADER*, 7 Septembre 2015, <http://www.thefader.com/2015/07/09/system-focus-cybernetic-club-music>.

98 *Ibid.*

courant esthétique : elle propose un véritable questionnement de la situation actuelle et son devenir. Cette réappropriation critique des technologies s'entend évidemment à travers la musique produite, que le lecteur est invité à découvrir par lui-même, mais peut se retrouver dans les visuels associés, à la fois dans l'esthétique, dans le choix des éléments représentés et dans la production même de ces images, souvent à partir de logiciels de modélisation 3D. S'intéresser à cette scène musicale contemporaine permet de mettre en avant le caractère pluridisciplinaire et la politisation de l'art contemporain, dont l'expression est facilitée par la réappropriation des nouvelles technologies. Dans quel cadre la réalité virtuelle facilite cette approche ?

7



L'esthétique sonore et visuelle de la nouvelle scène musicale oscille entre l'organique et le machinique, l'utopie et la dystopie avec un pluralisme stylistique mêlant les influences futuristes, radicales ou déconstructivistes. Elle se réapproprie les technologies contemporaines et explore leurs implications sociales et politiques. Cette approche favorise la collaboration entre musiciens, programmeurs, artistes visuels et l'expérimentation d'écoute sous forme d'expériences virtuelles interactives.



Gauche (de gauche à droite et de haut en bas) : Bok Bok - Southside EP [Night Slugs, 2011] | L-Vis 1990 - Forever You [Night Slugs, 2010] | Nguzunguzu - Skycell [Fade to Mind, 2013] | Nguzunguzu - Timesup [Fade to Mind, 2011] | Kingdom - Tears XL [Fade to Mind, 2017] | Kingdom - SHOX [Fade to Mind, 2016] | Celestial Trax - From the Womb [Purple Tape Pedigree, 2016] | Antwood - Sponsored Content [Planet Mu, 2017] | Antwood - Virtuous.scr [Planet Mu, 2016]

Droite (de gauche à droite et de haut en bas) : VA - Blasting Voice [Teenage Teardrops, 2012] | Jade Statues - My Blade [TAR, 2017] | New Fear - Digital Amalgation [Bio Future Laboratory, 2017] | Tropical Interface - Eco Club Afterlife [Eco Futurism Corporation, 2016] | VA - BRAT Compilation #1 [Brat Records, 2017] | Beta Tyrant - Waterproof Knight [Bio Future Laboratory, 2017] | Crallias - Element [TAR, 2017] | Whorltooth - Ancestor Kit [Bio Future Laboratory, 2017] | Sinjin Hawke - First Opus [Fractal Fantasy, 2017]

© All rights reserved to the artists and labels

INTRODUCTION DE LA RÉALITÉ VIRTUELLE EN ARTS

Un nouveau courant artistique peut être considéré comme la déconstruction et la recontextualisation d'un héritage culturel ayant construit ses propres conventions et identités sur une période de temps assez longue. Cette réinterprétation peut être motivée par un changement radical de contexte socio-politique – guerre, instabilité – et/ou technique. On peut alors émettre un certain nombre d'hypothèses sur les technologies risquant de fortement influencer la production artistique des années à venir : intégration de l'Intelligence Artificielle, augmentation des sens et des capacités perceptives de l'humain, et dans le cadre de ce mémoire, utilisation de la réalité virtuelle. Cette utilisation dans le monde de l'art se fait à la fois dans le processus de création par les artistes exploitant certaines caractéristiques de ce nouveau média, mais aussi dans la diffusion d'œuvres virtuelles par des institutions culturelles : musées, centre d'arts, collectifs... Quelles sont les caractéristiques les plus exploitées en l'état technologique actuel ? Quelles questions cela soulève-t-il ? Quelles tendances peut-on extraire pour son utilisation en architecture ?

Dès les années 90, la réalité virtuelle est utilisée comme medium artistique, avec des installations plus ou moins immersives et interactives, comme celles de Jeffrey Shaw ou Jacquelyn Ford Morie. La pièce *Osmose* de Char Davies en 1995 incorpore déjà la plupart des technologies actuelles : HMD, *motion-tracking*, son interactif... Cependant, la puissance de calcul requise pour correctement faire fonctionner les simulations nécessite l'utilisation de *super-computers* extrêmement coûteux.

Aujourd'hui, la démocratisation des moteurs de jeux comme *Unreal Engine* ou *Unity*, tous deux gratuits, permet à n'importe quel ordinateur avec un minimum de puissance de calcul de concevoir une application en réalité virtuelle (la visualiser, en revanche, nécessite encore des ordinateurs puissants), comme l'a montré en 2016 un atelier à l'ENSA Paris Malaquais, organisé par Oswald Pfeiffer et Mathieu Venot pour la version 1.2 du *Virtual Dream Center*.

Certaines applications permettent de directement concevoir en réalité virtuelle, comme *Tilt Brush*, *Gravity Sketch* et *Medium* – respectivement un outil de peinture spatiale et deux modelleurs. *Tilt Brush*, commercialisé en Avril 2016, a été particulièrement vite adopté par la communauté artistique, car il permet une interaction avec l'œuvre impossible avec les autres mediums : immersion, mise à l'échelle, matériaux dynamiques et surtout utilisation du corps. Des peintres de renommée internationale comme Sun Xun, Yu Hong ou Yang Yongliang ont alors exploré les nouvelles possibilités offertes par la réalité virtuelle. Pour Jean-Baptiste Lenglet, co-fondateur du *Virtual Dream Center* – cf entretien en annexe – l'outil *Tilt Brush* a été aussi rapidement démocratisé car c'est l'outil le plus simple d'utilisation, en tant que transposition directe des mediums classiques. Avec son projet *Virtual Dream Center*, il souhaite plutôt que la communauté d'artistes qu'il regroupe se réapproprient les outils qu'ils ont à disposition, voire en inventent de nouveaux.



David Em est le premier artiste à créer un monde virtuel explorable dans les années 70, utilisant les ordinateurs du Jet Propulsion Laboratory de la NASA et du California Institute of Technology, où il réside entre 1977 et 1984, puis entre 1985 et 1988. *Aku* est la première image produite au JPL.

Victoria and Albert Museum, LDN, 2008.
<http://collections.vam.ac.uk>
© David Em

DAVID EM AKU 1977

JEFFREY SHAW THE VIRTUAL MUSEUM 1991

The Virtual Museum immerge le visiteur dans une reproduction virtuelle de l'espace d'exposition, où sont exposées différentes oeuvres virtuelles. Dès les premiers espaces virtuels, la relation entre l'oeuvre d'art et son espace d'exposition est questionnée.



ZKM Collection, consulté
16/12/2017.
<http://collections.vam.ac.uk>
© Jeffrey Shaw / ZKM.
Photo by Sonia Alves

JACQUELYN FORD MORIE
VIRTOPIA
1992-1994



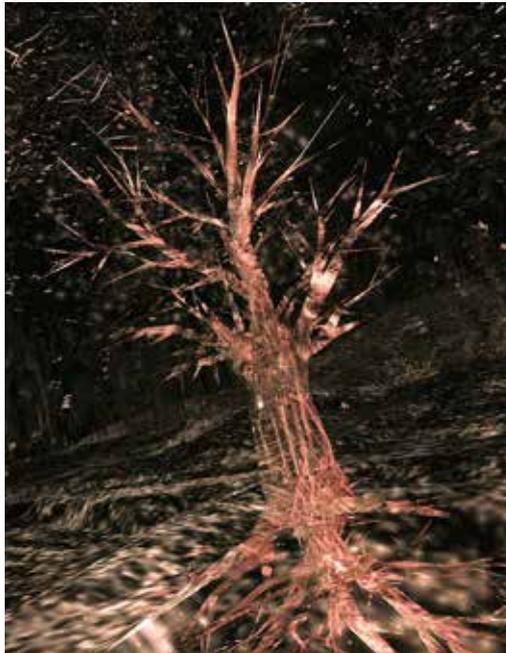
Jacquelyn Ford Morie, consulté 16/12/2017, <http://www.morie.org>
© Jacquelyn Ford Morie

Réalisé avec l'aide du chercheur Mike Goslin, *Virtopia* est la première expérience VR à être présentée à un festival de film (Florida Film Festival, 1992). Elle vise à démontrer la capacité de la réalité virtuelle à déclencher des réponses émotionnelles chez le spectateur par la modification de la fréquence cardiaque.

CHAR DAVIES
OSMOSE
1995

Osmose est une des premières expériences en réalité virtuelle à intégrer modèles 3D et sons interactifs. Utilisant un visiocasque stéréoscopique et une veste à reconnaissance de mouvement, le spectateur se déplace dans un paysage virtuel grâce à sa respiration.

Tree from Osmose, 1995.
Char Davies, *Immersence*, consulté 16/12/2017, <http://www.immersence.com>
© Char Davies

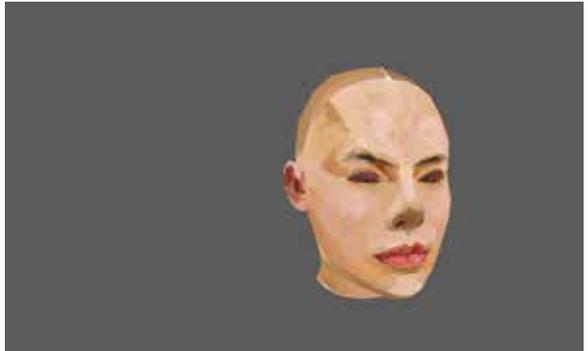




Google Tilt Brush 3D Sketch
Liz Edwards, consulté 16/12/2017. <http://lizedwards.artstation.com>
© Liz Edwards

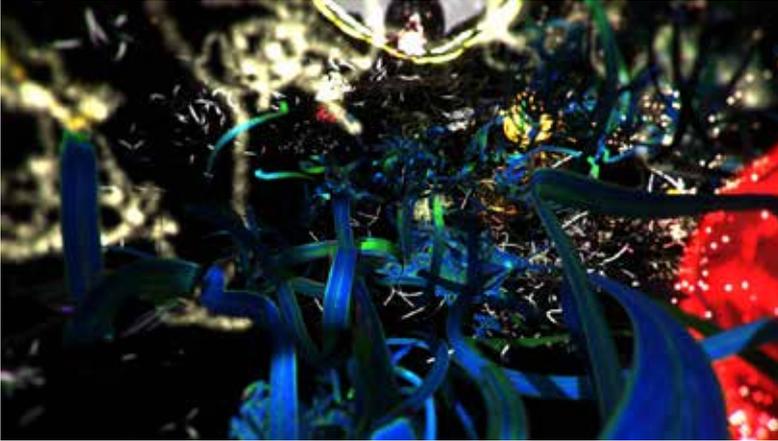
LIZ EDWARDS
THE EXPLORER
2016

YU HONG
SHE'S ALREADY GONE
2017



Google Tilt Brush 3D Sketch
Faurtschou Foundation, Beijing,
consulté 16/12/2017.
<http://www.faurtschou.com>
© Yu Hong, Khora
Contemporary

BOYCHILD
UNTITLED SERIES OF HAND DANCES
2017



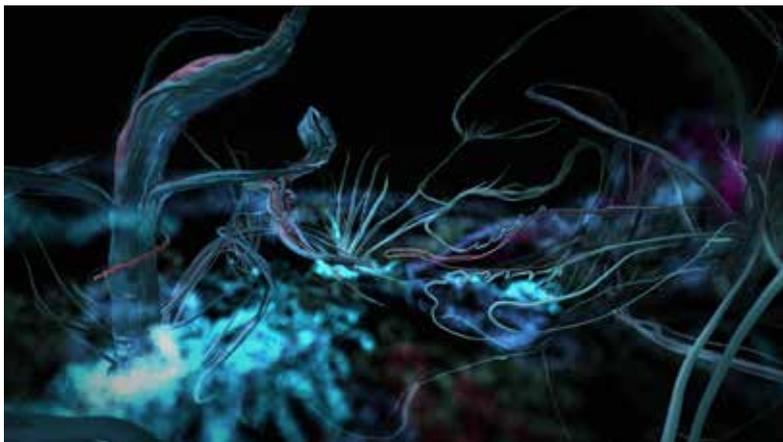
Google Tilt Brush 3D Sketch for Art Basel Hong Kong x Google Arts & Culture 2017
Forbes, consulté 16/12/2017. <https://www.forbes.com>
© boychild

SUN XUN
THE PREVIOUS LIFE OF THE YIMATU MOUNTAIN
2017



Google Tilt Brush 3D Sketch
ShanghART Gallery, Singapore, consulté 16/12/2017. <http://www.shanghartgallery.com>
© Sun Xun

STUART CAMPBELL
UNTITLED
2016-2017



Google Tilt Brush 3D Sketch
Sutu Eats Flies, consulté 16/12/2017, <http://www.sutueatsflies.com/>
© Stuart Campbell

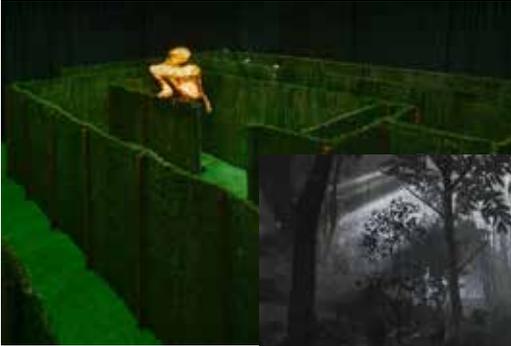




**YANG YONGLIANG
ETERNAL LANDSCAPE
2017**

EXPERIMENTER ET EXPLORER

Pour Guillaume Nicollet du studio de production Monochrome – cf entretien en annexe – la réalité virtuelle est un outil qui permet de se détacher de la représentation réaliste et de jouer par exemple sur la temporalité ou la déformation de l'espace. C'est une porte vers l'imaginaire, avec un « vrai potentiel d'émerveillement » impossible à atteindre avec les autres media, qui ramène le spectateur à une insouciance enfantine. Il apprécie particulièrement travailler avec les artistes, qui apportent de nouvelles visions sur l'utilisation possible de la réalité virtuelle et qui soulèvent beaucoup de questions intéressantes sur des sujets inexplorés. En effet, la production artistique actuelle explore des questions comme notre rapport à l'espace (comme les labyrinthes de Jon Rafman, les espaces abstraits de core.pan et Kevin Mack, ou le très particulier *subredit /r/ RiftintotheMind*), notre rapport aux mondes simulés et leurs propres réalités (par exemple Ian Cheng), l'aspect immersif et interactif (avec par exemple Alejandro González Iñárritu dont la pièce *Carne Y Arena* est la première expérience VR à remporter l'Oscar d'honneur *Academy Award for Special Achievement*) ou encore le rapport entre réel/virtuel (comme par exemple les œuvres de Jane Lafarge Hamill, Rachel Rossin ou Shezad Dawood, et les expériences en réalité augmentée de Zenka et *Eyejack*).



**JON RAFMAN
SCULPTURE
GARDEN
(HEDGE MAZE)
2015**

*Installation VR, Zabłudowicz Collection,
London, consulté 16/12/2017.
<https://www.zabłudowiczcollection.com>
© Jon Rafman*



A travers ses travaux, Jon Rafman explore l'influence du virtuel sur l'espace physique. Pour son exposition à la Zabłudowicz Collection, il interroge le rapport qu'entretient l'espace physique avec l'espace virtuel. Le spectateur est invité à déambuler dans un labyrinthe au centre duquel se trouve un casque permettant de s'immerger dans un environnement virtuel le faisant progressivement quitter l'espace de la galerie.

**CORE.PAN
I APPRECIATE YOUR CONCERN
2016**

Le duo core.pan propose au visiteur d'explorer un environnement virtuel faisant perdre tout repère spatial par sa géométrie, son jeu de lumière et la propriété des matériaux utilisés.



*Mac Application for ssaliva. O Fluxo, consulté 16/12/2017.
<http://www.ofluxo.net>
© core.pan / ssaliva*



KEVIN MACK
BLORTASIA
2017

Blortasia est un monde virtuel en constante évolution. Par sa manipulation des formes, des textures, des mouvements et du son, Kevin Mack immerge le spectateur dans un espace abstrait complètement libéré de toute contrainte physique.

VR Application for HTC Vive
ShapeSpaceVR, consulté 16/12/2017.
<http://www.shapespacevr.com>
©Kevin Mack

STUDIO229
DREAMTANK
2017

Le forum Reddit /r/ RiftintotheMind est dédié à l'exploration de mondes virtuels sous psychotropes. Les internautes se conseillent sur les substances améliorant la sensation de présence et les applications VR les plus appropriées. Par exemple, y est conseillée DreamTank, une application VR permettant de visualiser des mondes virtuels générés procéduralement.



VR Application for HTC Vive/Oculus Rift
Steam, consulté 16/12/2017. <http://store.steampowered.com>
©Studio229



Artspace, consulté 16/12/2017.
<https://www.artspace.com>
©Ian Cheng

IAN CHENG
EMISSARY IN THE SQUAT OF GODS
2015

Les simulations de Ian Cheng ont leurs propres réalités : après avoir défini les règles de comportement des différents acteurs, il laisse le monde simulé évoluer sur une durée indéterminée, menant souvent à des résultats étranges et imprévisibles.



Nicola Plant, consulté 16/12/2017.

<http://nicolaplant.co.uk>

© Nicola Plant

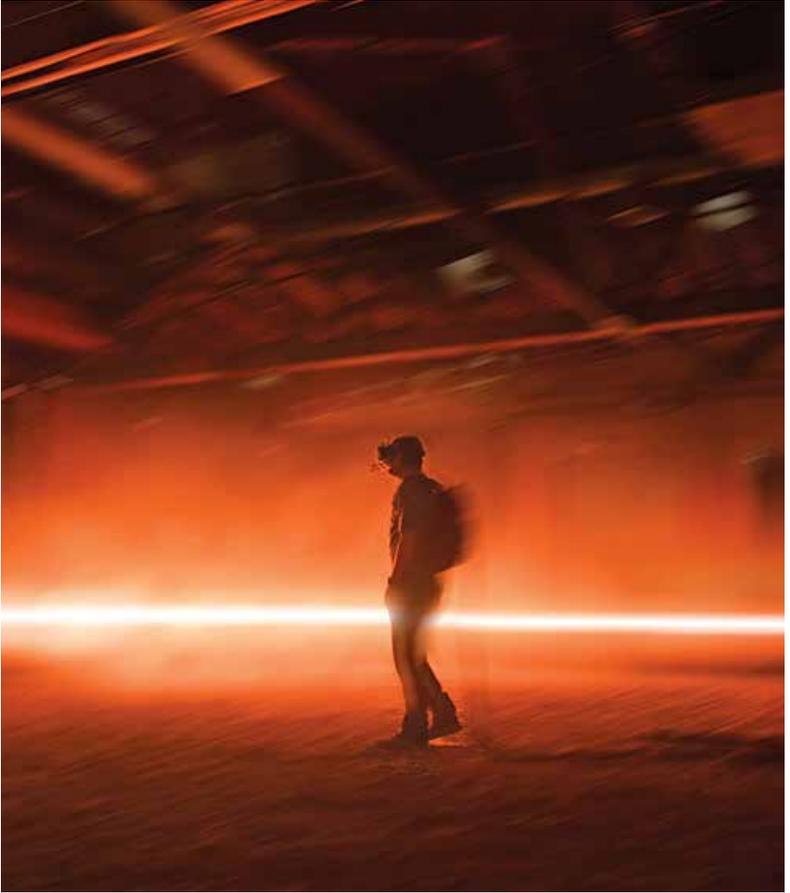
NICOLA PLANT **SENTIENT FLUX** **2017**

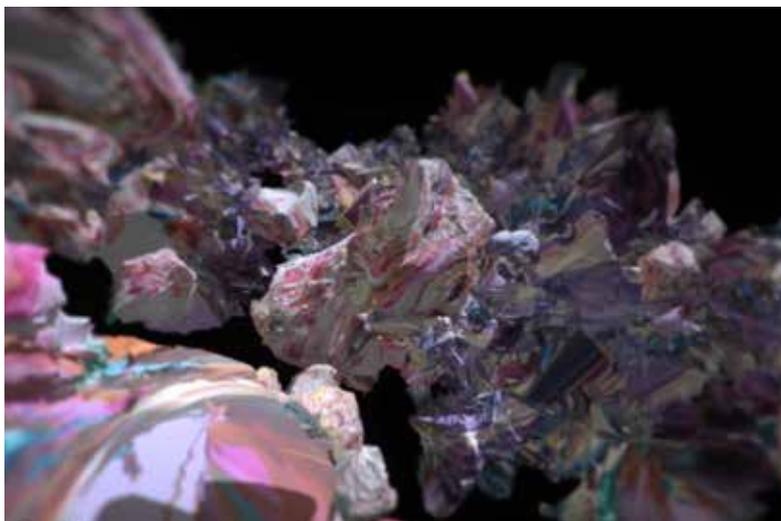
Nicola Plant s'intéresse au corps humain, au sentiment d'incarnation, à l'intersubjectivité et à l'empathie. Dans Sentient Flux, le corps de l'utilisateur interagit avec un nuage de particules.

ALEJANDRO G. INARRITU **CARNE Y ARENA** **2017**

Avec son installation immersive, Alejandro Inarritu souhaite rapprocher le spectateur du sujet filmé. En se détachant de l'écran comme medium privilégié, il fait vivre de manière visuelle, sonore et corporelle l'expérience de réfugiés mexicains, décuplant alors l'impact émotionnel.

Installation pour le 70ème festival de Cannes
Digilogue, consulté 16/12/2017. <http://www.digilogue.com>
©Alejandro Inarritu / Emmanuel Lubezki





JANE LAFARGE HAMILL WAVERING CALM 2017

Avec Wavering Calm, Jane Lafarge Hamill exploite l'interaction entre espace virtuel et espace physique. Elle renforce ainsi l'expérience de ses peintures en reproduisant virtuellement l'espace d'exposition, dans lequel les visiteurs peuvent traverser les tableaux et rentrer dans leurs univers abstraits.

Jane Lafarge Hamill, consulté 16/12/2017.
<http://janelafargehamill.com>
© Jane Lafarge Hamill

RACHEL ROSSIN / LOSSY 2015



Pour Lossy, Rachel Rossin utilise la réalité virtuelle pour enrichir ses tableaux - et vice versa. Après un premier essai sur toile, l'environnement virtuel correspondant est créé et utilisé pour la finalisation du tableau. Pour son exposition, elle propose aux visiteurs d'explorer ces mondes virtuels à proximité des peintures.

Ziehersmith Gallery, New York, consulté 16/12/2017. <http://ziehersmith.com>
© Rachel Rossin / Ziehersmith Inc.



Timothy Taylor Gallery, London, consulté 16/12/2017.
<https://www.timothytaylor.com>

© Shezad Dawood / Timothy Taylor Gallery

SHEZAD DAWOOD **KALIMPONG** **2015**

L'exposition Kalimpong de Shezad Dawood regroupe peintures, sculptures et expériences VR dans le but de questionner la limite entre réalité matérielle et réalité virtuelle, ainsi que la discontinuité narrative et temporelle.



Zenka, consulté 16/12/2017. <http://www.zenka.org>
© Zenka

ZENKA
RIVER HEADQUARTERS
AR INSTALLATION
2016

Avec son installation dans les locaux du studio River à San Francisco, Zenka donne la possibilité aux visiteurs d'animer ses productions en réalité augmentée grâce à l'application «Zenka AR Prints» disponible pour iOS et Android. L'expérience peut être reproduite sur des versions imprimées (comme celle-ci).



EYEJACK APPLICATION 2017

EyeJack est une application de réalité augmentée spécialisée dans la sélection et la distribution d'art «augmenté». Les différentes oeuvres exposées et vendues sur leur site peuvent être visualisées grâce à leur application gratuite.

*Extrait de Prosthetic Reality Book, 2017.
EyeJack, consulté 16/12/2017, [https://
eyejackapp.com/](https://eyejackapp.com/)
© EyeJack*



EXPOSER

D'autre part, la réalité virtuelle est également utilisée comme outil de diffusion d'œuvres d'art physiques ou virtuelles. Alors que certains musées virtuels se contentent de reproduire un espace d'exposition standard dans lequel sont insérés des objets 3D ou images 2D (c'est par exemple le cas pour la DSL Collection), certaines plateformes – dont toutes ne sont pas disponibles en réalité virtuelle mais uniquement visible sur un écran d'ordinateur – se placent en véritables producteurs et commissaires d'exposition (c'est par exemple le cas pour le *New Museum*, le *Virtual Dream Center*, *Metaphysics VR*, *Acute Art*, ou le *Digital Museum of Digital Art*). En général ces plateformes se développent en dehors des circuits traditionnels de la galerie ou du musée, mais il commence à se créer des partenariats (comme par exemple entre le collectif *FLOAT* et le MOMA de San Francisco).

L'exposition des œuvres d'arts dans de tels environnements remet complètement en question les moyens de diffusion actuels : pour Jean-Baptiste Lenglet, il y a toujours cette idée de *white cube*, mais poussé à l'extrême. Les murs de l'espace d'exposition n'existant même pas dans un niveau vierge, l'artiste peut absolument tout y faire. Dans le cas du *Virtual Dream Center*, chaque artiste conçoit son propre espace d'exposition. Les contraintes techniques des outils utilisés – comme le *Unreal Engine* par exemple – amènent un nouveau type de dialogue entre les œuvres de l'artiste et leur espace d'exposition.



Installation VR
 Monochrome, consulté 16/12/2017. <https://www.monochrome.paris>
 © DSL Collection / Monochrome

DSL COLLECTION 2017

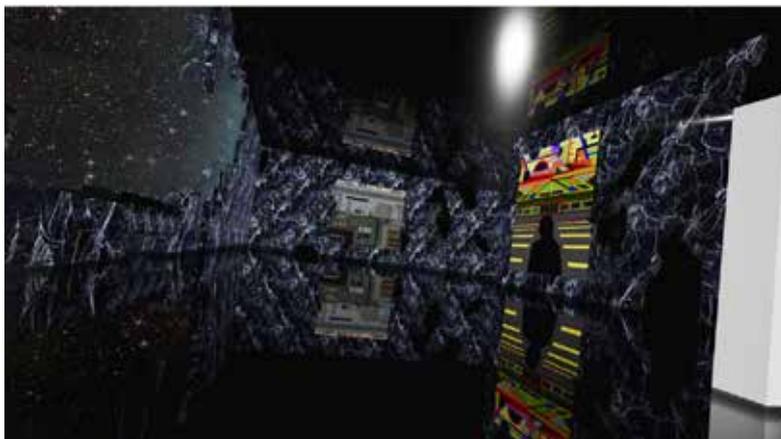
Dominique et Sylvain Levy collectionnent l'art contemporain chinois. L'application VR développée par Monochrome expose une trentaine d'oeuvres grands formats.

THE NEW MUSEUM FIRST LOOK: ARTISTS' VR 2017

L'exposition virtuelle First Look: Artists' VR regroupe des oeuvres vidéo 360° de Peter Burr, Jeremy Couillard, Jayson Musson, Jon Rafman, Rachel Rossin et Jacolby Satterwhite. Elle est disponible gratuitement sur iOS et Android. Lancé depuis 2012 en partenariat avec Rhizome, le programme First Look organise depuis des expositions virtuelles.



Jacolby Satterwhite, *Domestika (still)*, 2017
 New Museum, New York, consulté 16/12/2017. <https://www.newmuseum.org>
 © Jacolby Satterwhite / New Museum of Contemporary Art



VIRTUAL DREAM CENTER 2016-2017

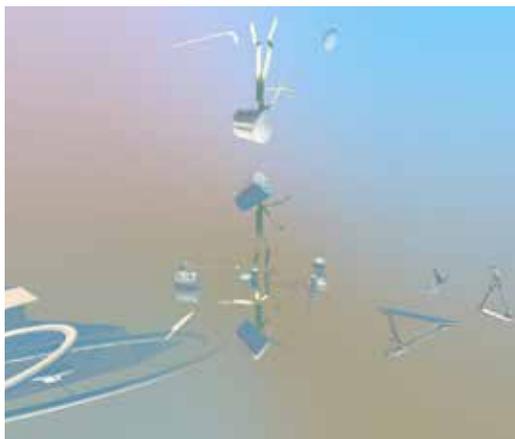
Le Virtual Dream Center - présenté plus en détails en annexe - est un centre d'art virtuel produisant et distribuant des exposition virtuelles conçues spécifiquement pour l'application téléchargeable gratuitement sur son site.

TRH, *The Boxmaker (vue d'exposition)*, 2017.
Virtual Dream Center, consulté 16/12/2017.
<http://virtualdreamcenter.xyz>
© TRH / Virtual Dream Center

METAPHYSICS VR 2016

En collaboration avec des artistes, Metaphysics produit et sélectionne des oeuvres conçues et visionables en réalité virtuelle.

Eddie Peake, *Bendyman*, 2016
Metaphysics VR, consulté 16/12/2017.
<http://metaphysicsvr.com>
© Eddie Peake / Metaphysics VR Inc.



ACUTE ART 2017

Acute Art est une plateforme artistique produisant et distribuant des oeuvres en réalité virtuelle. Pour leur lancement, ils font appel à Jeff Koons, Marina Abramovic et Olafur Eliasson.

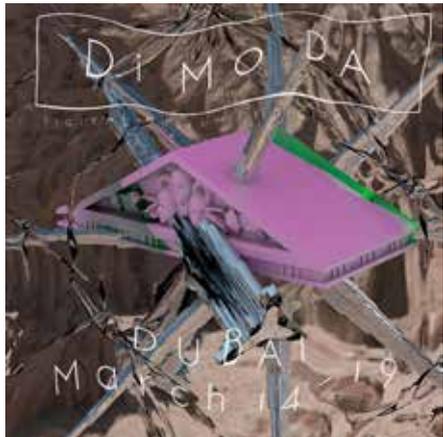


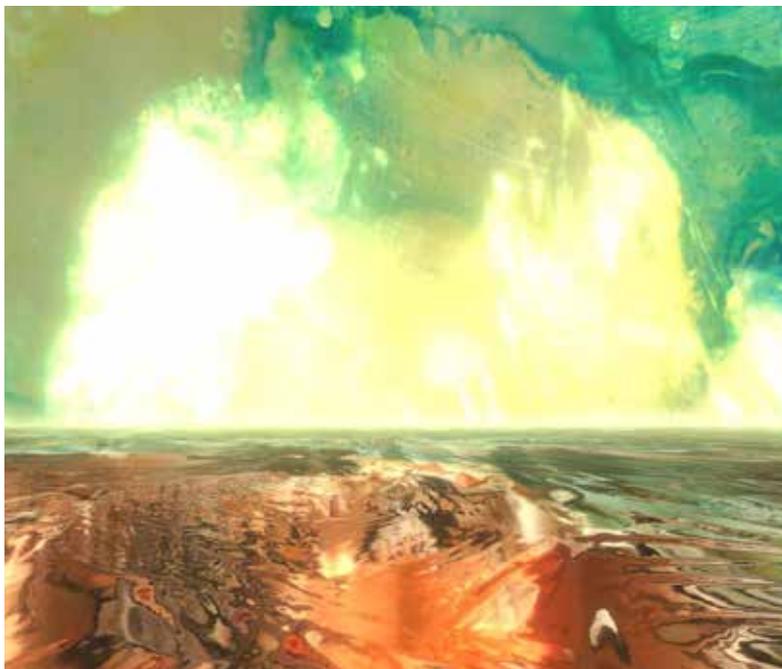
Olafur Eliasson, *Rainbow*, 2017.
Acute Art, consulté 16/12/2017. <http://www.acuteart.com>
© Olafur Eliasson / Acute Art

DIGITAL MUSEUM OF MODERN ART (DIMODA) 2017

DiMoDa collectionne, préserve, produit et expose différentes oeuvres d'artistes New Media, dont une partie est présentée en réalité virtuelle via une application téléchargeable gratuitement sur son site.

DiMoDa Dubai Exhibition Flyer, 2017.
Facebook, consulté 16/12/2017.
<https://www.facebook.com/digitalmuseumofdigitalart>
© DiMoDa





Guirado Estate, *Rebirth*, 2017.
FLOAT, consulté 16/12/2017.
<https://float.cargocollective.com>
© FLOAT

FLOAT **2017**

FLOAT est une plateforme collaborative mettant en relation musiciens, artistes visuel et programmeurs pour proposer des expériences immersives et interactives en réalité virtuelle.

QUE TIRER DE CETTE NOUVELLE PRATIQUE ARTISTIQUE ?

Les potentialités d'utilisation de la réalité virtuelle en arts éclairent sur les possibilités de son utilisation en architecture, car elles permettent de faire émerger des tendances et attitudes plus facilement que dans une pratique architecturale bornée par un marché de la construction à haute latence et par un environnement normatif toujours plus complexe.

Tout d'abord, elle met en évidence le dialogue s'opérant entre réel et virtuel, dont on a montré en partie 2 l'importance et le potentiel transformatif sur l'intellect humain. Pour Guillaume Nicollet du studio *Monochrome*, ce dialogue est indispensable. *Monochrome* essaie de tirer profit des défauts de l'interface – à savoir le casque – et développe une réelle scénographie autour de l'expérience VR et son rapport à l'espace où elle est présentée. Ils misent par exemple beaucoup sur les productions annexes à l'application VR, comme les vidéos 360° ou les captures fixes, car elles permettent au public de se projeter dans l'expérience sans avoir à la tester. Pour lui, il est crucial de présenter en plus de l'expérience virtuelle des œuvres physiques qui mettent en évidence ce dialogue. Ce dialogue réel/virtuel est la problématique majeure de l'intégration de la réalité virtuelle dans des espaces d'exposition traditionnels, comme le montre sa rencontre avec les *curators* du MOMA de San Francisco, qui n'ont pas de réponse toute faite sur la forme que peut prendre ce dialogue.

Pour Jean-Baptiste Lenglet du *Virtual Dream Center (VDC)*, l'interaction entre virtuel et réel est le vrai enjeu de son projet : maintenant que l'espace d'exposition virtuel a été mise en place, l'équipe du VDC réfléchit comment donner une réalité aux œuvres produites via des expositions physiques intégrant le virtuel (et la réalité virtuelle). Il y a en effet un intérêt commercial, car les nombreux préjugés sur le virtuel et le jeu vidéo – surtout dans le monde de l'art – peuvent être surmontés par un retour au physique, mais surtout un vrai potentiel artistique à exploiter ce dialogue. C'est par exemple ce qu'a fait Anne-Charlotte Yver, une des artistes du VDC dont l'expérience virtuelle a été retranscrite en physique lors d'une exposition à Pantin en 2017. D'après Jean-Baptiste, l'utilisation du virtuel a permis à Anne-Charlotte Yver de mettre en place des principes et estimer ce qu'elle était capable de produire physiquement. De manière général pour Jean-Baptiste, le virtuel peut être considéré comme un médium extrêmement riche en termes de signes et de possibilités expressives, générant un espace de création où l'artiste y dépose ses idées. Mais le plus intéressant devient l'exploitation du lien entre réel et virtuel et la production de nouveaux types d'œuvre dans le réel.

D'autre part, comment l'appropriation de la réalité virtuelle par les artistes s'inscrit-elle dans une démarche *Post-Internet* ? La collaboration entre les disciplines est cruciale dans la production d'une œuvre en réalité virtuelle, car elle nécessite des compétences en narration, en modélisation 3D, en animation, en *sound design*, en programmation... Pour Jon Rafman, qui a collaboré avec le développeur Sam Walker pour son projet à la Collection Zabłudowicz, la réalité virtuelle connecte artistes et programmeurs d'une manière inédite⁹⁹. Dans le cadre du *Virtual Dream Center*, Jean-Baptiste Lenglet fait systématiquement

99 Molly Gottschalk, « Virtual Reality Is The Most Powerful Medium of Our Time », *Artsy*, 15 Mars 2016, <https://www.artsy.net/article/artsy-editorial-virtual-reality-is-the-most-powerful-artistic-medium-of-our-time>.



Anne-Charlotte Yver, *Installation pour SHEDS*, 2017.
Exposition SHEDS, organisé par PROCESS'ART, Pantin.
Facebook, accédé 17/12/2017.
<https://www.facebook.com/associationprocessart>
© Anne-Charlotte Yver

appel à des architectes pour la conception du hall principal, car il les considère « bien plus en avance sur le monde de l'art concernant l'utilisation de la réalité virtuelle », mais aussi car ils ont bien plus de liberté par rapport à la conception d'un univers 3D, un « sens de l'espace complètement différent d'un peintre, sculpteur ou vidéaste ». Avec le VDC, il cherche à créer un lien entre les individus qui participent au projet, en questionnant les relations de travail entre artistes et architectes. Dans la réalisation du projet se crée un vrai dialogue entre deux disciplines.

Cette nécessité de fédérer plusieurs disciplines a donné naissance à de nouveaux types de structure comme le studio *Monochrome* – cf annexes – ou *Khora Contemporary*, un studio de production danois dont l'objectif est de faire le pont entre les artistes et la technologie. D'après Guillaume Nicollet du studio *Monochrome*, la manière de travailler avec les artistes est une vraie collaboration. Il prend pour exemple leur dernière production pour Yang Yongliang, *Eternal Landscape* : l'artiste communiquait ses intentions avec des outils simples comme des montages Photoshop, des scènes Tilt Brush, mais partageait également ses propres *assets* et astuces de production qu'il a développées au cours de sa pratique. En général, les artistes qui contactent *Monochrome* leur demande d'aller plus loin qu'une simple transposition de leur univers, comme l'ajout de narration ou d'ambiance sonore. Lorsqu'ils travaillent avec des marques, l'impossibilité pour les interlocuteurs à se projeter et communiquer leurs idées – par manque d'outils appropriés – les pousse à être force de proposition et d'engager un véritable dialogue. D'après lui, la réalité virtuelle a le pouvoir de reconnecter les gens et de renforcer la cohésion dans la création.

Cependant, l'aspect critique et détaché du medium, propre au *Post-Internet Art*, semble aujourd'hui absent des productions artistiques. Pour Guillaume Nicollet, ceci est principalement dû à la complexité technique de production, nécessitant une maîtrise pointue des logiciels de 3D et de simulation comme *Unreal Engine* ou *Houdini*. Mais ce n'est pas forcément un problème pour lui : en réintroduisant les utilisateurs « au rêve et au possible », la réalité virtuelle a le pouvoir d'être plus impactante qu'un discours critique didactique. Cela rejoint la pensée de Michael Naimark, premier artiste VR résident de *Google*, pour qui le fait que l'utilisateur puisse interagir avec son environnement et avoir un certain contrôle sur l'expérience artistique qui lui est présentée n'empêche pas l'artiste de proposer une vision critique sur le monde ; au contraire, l'objectif de l'artiste est alors de guider l'utilisateur à découvrir par lui-même cette vision, en lui donnant la possibilité d'avoir sa propre révélation esthétique, artistique ou conceptuelle.¹⁰⁰

L'émergence du *Net Art* et du *Post-Internet Art* a été possible grâce à une facilité d'accès aux outils de création et des plateformes de partage. Cette facilité d'accès sera cruciale à l'appropriation de la réalité virtuelle par les individus. En ce qui concerne les plateformes de diffusion, elles sont pour actuellement peu nombreuses et souvent sélectives (comme le *SteamVR* ou l'organisme *Kaléidoscope*). Il existe bien des plateformes de partage ouvertes, comme *Sketchfab*, mais la richesse des expériences se limitent en général à une simple visualisation. La société *Linden Lab*, à l'origine de *Second Life* a inauguré en 2017 *Sansar*, une plateforme de création et de diffusion ouverte à tous. Leur objectif est d'en faire le « *Wordpress of VR* », un outil permettant à n'importe quel individu

¹⁰⁰ *Ibid.*



de créer simplement et partager des univers virtuels. La démocratisation de la production et de la diffusion artistique en réalité virtuelle ne saurait donc tarder. Pour Guillaume Nicollet, il faudra s'assurer que cette démocratisation n'abaisse pas le niveau général et homogénéise les expériences comme l'a justement fait Wordpress avec le sites web. La complexité des outils actuels pousse en effet les artistes à expérimenter, les comprendre et se les réapproprier mais invite également à la collaboration entre les disciplines. Afin de maximiser le potentiel créatif de la réalité virtuelle et son impact sur la société, les modes d'accès aux outils seront donc déterminants – ce que nous verrons en partie 3.6.

EXPLORE A HANDPICKED SELECTION OF 3D MODELS WITH OUR VR APPS

Whether you're a 3D modeler or a budding artist, or just looking for fun, our Sketchfab VR browser is a treasure trove of inspiration. Browse virtual spaces, behind-the-scenes, game worlds, culture, biology, jewelry and other content.



Sketchfab VR Portal, 2017.

Sketchfab, consulté 16/12/2017. <https://sketchfab.com>

© Sketchfab



Recommended experiences

<p>Darkwood Forest (WIP) City of London</p>	<p>Skye Notness Virtuals City of London</p>	<p>MJD CITY MJD City of London</p>
<p>Lost Art of Star Wars Hollywood Art Museum Ltd</p>	<p>MJD The Barber MJD City of London</p>	<p>The Urban Art Experience City of London</p>
<p>The Glow City of London</p>	<p>Christmas Night City of London</p>	<p>Witchy's Sandbox City of London</p>
<p>Floating Isles of Skye City of London</p>	<p>Strange Lights City of London</p>	<p>Winter Wonderland City of London</p>
<p>Garden of Dreams City of London</p>	<p>The Club City of London</p>	<p>MJD Organic City of London</p>

III

Intelligence Collective et Multitude

WEB 2.0, PROSUMER ET EMPATHIE

Les réseaux informatiques permettent plus que jamais de mettre à profit l'Intelligence Collective. Le web 2.0 (phase de développement du World Wide Web favorisant la simplicité d'utilisation et l'interactivité par le développement des blogs ou réseaux sociaux) a déjà favorisé les connexions, les coordinations non hiérarchiques, les synergies entre les intelligences individuelles, l'échange des connaissances et la navigation dans les savoirs ¹⁰¹. En effet, selon Pierre Lévy, à la différence des médias classiques (radio, télévision) qui séparent émetteurs et récepteurs passifs isolés les uns des autres dans une unification cognitive du collectif en instaurant un contexte commun imposé, chacun est potentiellement émetteur et récepteur dans le cyberspace. Le cyberspace offre des instruments de construction coopérative d'un contexte commun dans des groupes nombreux et géographiquement dispersés. La mémoire collective dans le cyberspace est dynamique, émergente, coopérative, retravaillée en temps réel et doit être nettement distinguée de la transmission traditionnelle des récits et savoir-faire.

Pour Jeremy Rifkin, les technologies classiques de communication (imprimante, télévision, radio) favorisent les contenus individualisés et unidirectionnels – si on reçoit une émission, on ne peut pas forcément en produire une. A l'inverse, les technologies comme Internet sont bidirectionnelles – le consommateur devient producteur, ou « *prosumer* », contraction de « *consumer* » et « *producer* ». La collaboration, l'échange et le dialogue sont facilités par la dissolution des frontières et la facilité d'échange de l'information. Par cette facilité d'échange, il y a une réelle modification de notre vision du monde et une réévaluation de notre interaction avec notre environnement – et donc les individus qui en font partie ¹⁰² :

“The real historical significance of the Free Culture Movement and Environmental Movement is that they are both standing up to the forces of enclosure. By reopening the various Commons, humanity begins to think and act

101 Lévy, *Qu'est-ce que le virtuel ? Op. cit.*

102 Rifkin, *The Zero Marginal Cost Society, Op. cit.* Page 224.

as part of a whole. We come to realize that the ultimate creative power is reconnecting with one another and embedding ourselves in ever-larger systems of relationships that ripple out to encompass the entire set of relationships that make up the biosphere Commons [...] It [The Social Commons] is the meeting place where our species come together and creates the necessary social capital to cohere as a whole and hopefully to expand our empathic horizon to include the many other communities we live with, but often fail to recognize, that make up the biosphere Commons.”

En fait, d’après Jeremy Rifkin, tout système de communication/énergie/transport, au-delà de modifier l’organisation économique et sociale, augmentent la capacité d’empathie de l’espèce humaine ¹⁰³ :

“Each new communication/energy/transportation matrix also transforms human consciousness by extending the empathic drive across wider temporal and spatial domain, bringing human beings together in larger metaphorical families and more interdependent societies”

Ainsi, alors que les chasseurs-cueilleurs limitaient leur empathie aux membres de leur famille et de leur tribu, la 1^{ère} Révolution Industrielle, par le développement de la presse et du télégraphe, a élargi ce sentiment d’empathie à l’échelle nationale. Cette sensibilité collaborative est une manière de reconnaître que le bien-être dépend des interactions au sein de communautés plus larges que l’individu isolé. C’est là tout l’intérêt de la réalité virtuelle : proposer une plateforme d’échange empathique, repoussant les limites spatio-temporelles actuelles pour rapprocher les hommes et favoriser leur collaboration et leur prospérité dans leurs écosystèmes. Kipling Williams, psychologue social à la *Purdue University*, a montré dans une série d’études au début des années 2000 l’importance de la sociabilisation de l’homme : l’ostracisme, même à petite dose ou dans un environnement virtuel, sollicite les zones du cerveau liées à la douleur physique ¹⁰⁴.

AUGMENTER L’INTERACTION SOCIALE

Rachel Botsman, théoricienne de la société collaborative, considère que l’économie collaborative est passée par trois phases : le partage du code avec le *Free Software Movement* (cf partie 3.6), le partage des vies privées – *Facebook*, *Twitter* – et le partage de contenus créatifs – *Youtube*, *Soundcloud*. La nouvelle phase de partage est l’application de ces technologies pour partager les biens hors-lignes, par exemple via l’économie circulaire et l’*upcycling* avec *Leboncoin* ou *Ouicar*. Une nouvelle étape de la société collaborative pourrait-elle être le partage des expériences grâce à la réalité virtuelle ? Pour Kevin Kelly, l’évolution

103 *Ibid.* Page 364.

104 Blascovich et Bailenson, *Infinite Reality*. *Op. cit.*

d'Internet se construira via les technologies de réalité virtuelle car elle développe un Internet inédit – celui de l'expérience¹⁰⁵. Ainsi, si on peut considérer Internet comme une plateforme de partage des savoir immatériels, à quelle plateforme de partage des expériences peut donner naissance la réalité virtuelle ? Peut-on imaginer un partage des sensations ou des souvenirs, un « *Wikimemory* », où toute expérience référencée pourrait être expérimenté par le visiteur ? Une telle plateforme a la capacité d'élargir encore plus l'empathie humaine : plutôt que d'essayer de comprendre les sentiments et les émotions des autres individus à travers l'interprétation d'un discours – une discussion, un article de presse ou un support visuel – il devient possible de vivre ces expériences, comme l'a montré Alejandro Innaritu avec *Carne y Arena*.

Concernant l'interaction sociale directe entre deux individus, le projet *Aposema*, développé par Adi Meyer, Silvia Rueda et Sirou Peng soulève d'intéressantes questions. Le projet en question est une prothèse faciale qui analyse les expressions de son utilisateur et les amplifie par une transformation de la prothèse. Dans son approche critique du projet¹⁰⁶, Adi Meyer met en avant l'importance du visage dans nos interactions sociales, car il permet très rapidement d'obtenir une grande quantité d'informations sur l'interlocuteur : son identité, son genre, son âge, son état émotionnel, ses intentions... Ainsi la reconnaissance faciale joue un rôle crucial dans le développement d'un individu via ses interactions sociales, mais c'est un processus flexible et dynamique, donc modifiable par les technologies à disposition.

Nous avons déjà vu comment la réalité virtuelle a le potentiel de transformer la notion d'identité en partie 2, mais peut-on maintenant imaginer utiliser la réalité virtuelle pour mieux l'exprimer ? Alors qu'*Aposema* le fait de manière physique, existerait-il des dispositifs en réalité virtuelle ou réalité augmentée qui offrirait à chaque individu de nouvelles manières d'exprimer son identité et ses émotions ? Cette expression ne devrait même pas se limiter au visage et pourrait exploiter la propriété de la réalité virtuelle à utiliser le corps dans son ensemble. Actuellement, peu d'applications VR explorent cette possibilité et restent des expériences solitaires, notamment à cause des difficultés techniques liées à la mise en place d'un réseau. *VRChat* – pour l'instant en accès anticipé - est l'une d'entre elles : elle permet à ses utilisateurs de créer, partager et explorer avec d'autres personnes en temps réel des mondes virtuels. L'aspect social y joue un rôle majeur, avec notamment des possibilités de personnalisation d'avatars et de moyens de communication. Les possibilités d'expression sont pour l'instant sommaires, comme le mouvement des mains et de la bouche en fonction des *inputs* de l'utilisateur, mais s'orientent vers des possibilités nouvelles, comme celle de matérialiser des *emojis*. A terme, nous pouvons facilement imaginer que l'utilisateur puisse modifier son avatar en fonction de son humeur, voire matérialiser des émotions complexes, transformant fondamentalement les possibilités d'interaction sociale.

Nick Srnicek et Alex Williams, dont nous avons présenté l'idée de *synthetic freedom* auparavant, mentionnent l'importance de la mise en commun des

105 Kevin Kelly, « The Untold Story of Magic Leap, the World's Most Secretive Startup », *WIRED*, Mai 2016, <http://www.wired.com/2016/04/magic-leap-vr/>.

106 Adi Meyer, « Aposema: Identity Altering Face Prosthesis », *Interactive Architecture Lab*, 18 Septembre 2017, <http://www.interactivearchitecture.org/aposema-identity-altering-face-prosthesis.html>.



Adi Meyer, Silvia Rueda, Sirou Peng, Aposema: Soft Robotic Mask, 2017.
Interactive Architecture Lab, Bartlett School of Architecture, 2017.
<http://www.interactivearchitecture.org>



VRChat Tutorial - Quick Menu // VRChat Tutorial - Avatar Menu, 2017.
Youtube videos, consultées 15/12/2017.
https://www.youtube.com/watch?v=6tX_hf2vzew
<https://www.youtube.com/watch?v=CybYkY0oimY>
© VRChat

ressources intellectuelles et des institutions dans la génération de cette liberté : plus les individus s'organisent au travers d'institutions complexes, plus de libertés peuvent être acquises par ces individus ¹⁰⁷ :

«Collective action, with its expansion of synthetic freedom, is more often than not carried out through complex divisions of labour, mediated chains of engagement and abstract institutional structures. The social aspect of synthetic freedom is therefore not a return to some human desire for face-to-face sociality and simple cooperation but instead a call for collective, complex and mediated self-determination»

Par sa capacité à augmenter les possibilités d'interactions sociales, la réalité virtuelle offre la possibilité de structures sociales plus complexes et donc potentiellement génératrices de liberté. A titre d'exemple, Jeremy Rifkin met en avant l'importance de l'empathie et de la sociabilisation de l'homme dans le système éducatif ¹⁰⁸. Alors que le système éducatif pre-Internet correspondait aux besoins du capitalisme – ordres à suivre, apprentissage par répétition, valorisation de l'efficacité, isolation des disciplines – en considérant la connaissance comme un avantage compétitif dans le marché du travail, l'expérience d'apprentissage dans son modèle de Collaborative Commons est plus collaborative. La recherche d'informations est favorisée à la mémorisation et la connaissance est vue comme une expérience qui stimule la créativité. Les nouvelles expériences d'apprentissage collaboratif et interactif – par exemple la mise en place de services citoyens dans le cursus des universités américaines – permettent de comprendre plus subtilement les interrelations complexes à la source d'un phénomène. Comme vu en partie 2, la réalité virtuelle facilite la compréhension de phénomènes complexes, mais en tant que technologie de communication, elle favorise également les modes d'interactions sociaux évolués qui jouent un rôle majeur dans la diffusion des connaissances et la collaboration. Peut-on par exemple imaginer un outil permettant à l'enseignant de directement percevoir la perplexité de ses étudiants devant la compréhension d'un concept, lui permettant d'apporter des précisions en conséquence ? Une telle augmentation des possibilités de mise en relation des individus dépend de l'existence d'une infrastructure commune et ouverte à tous, afin d'éviter son appropriation par une entité tierce, ce qui soulèverait à nouveau des questions éthiques et risquerait de limiter le potentiel de la réalité virtuelle à favoriser les échanges complexes – par exemple si ces nouvelles modalités d'expression sont monétisées ou hiérarchisées, cf partie 3.6.

L'INTELLIGENCE COLLECTIVE EN ARCHITECTURE

Dès les années 60, le théoricien des médias Marshall McLuhan prévoit l'émergence de nouvelles organisations sociales selon des principes de

¹⁰⁷ Srnicek et Williams, *Inventing the Future*, 2016. *Op. cit.* Page 81.

¹⁰⁸ Rifkin, *The Zero Marginal Cost Society*. *Op. cit.*

décentralisation et de collectivité grâce aux technologies numériques ¹⁰⁹. La *Multitude*, concept développé par Michael Hardt et Antonio Negri dans *Multitude : War and Democracy in the Age of Empire* ¹¹⁰, favorise l'émergence de nouvelles organisation sociales, économiques et politiques, mettant en relation une diversité d'intérêts individuels de manière horizontale et dispersée – comme ce fut par exemple le cas avec *moveon.org*, *myspace*, *flickr*, *Wikipedia*, ou les réseaux P2P.

Selon Christopher Hight et Chris Perry, dans leur introduction à la revue *AD* dédiée à l'intelligence collective, un deuxième aspect de l'intelligence collective se retrouve dans la relation des technologies et des produits de conception aux systèmes émergents matériels – par exemple les *smart materials* – où l'intelligence est incluse dans le matériau-même. On assiste alors à une mise en commun de l'intelligence humaine – sa capacité prédictive – et l'intelligence computationnelle – sa capacité opérationnelle. En architecture, ces deux aspects – intelligence collective dans la mise en relation et intelligence collective dans les produits et technologies – ne sont pas à considérer séparément. Le comportement n'est pas que social, et le produit n'est pas que matériel ¹¹¹ :

“Our argument is that whether one is looking at the scale of society (its various institutional organisations and, by extension, the individual and collaborative behaviours of the agents and actors that make up those organisations), or the machines and technologies that are an extension of that social body, one cannot differentiate practice from product, or a notion of the human or social from the technological or the natural. Rather, one finds a much more ambiguous and synthetic set of conditions.”

De fait, l'intelligence collective va de pair avec une approche transdisciplinaire, et une importance de plus en plus grande est donnée aux moyens d'échange entre des branches ou disciplines autrefois séparées et distinctes ¹¹² :

“Ultimately, innovative design does not concern the novel appearance of objects, but rather constructing new manifolds for the production of knowledge that transforms the objects given by known tools and sets of practices. The first design problem, therefore, is the construction of a precise and synthetic commons of exchange across previously separate and distinct areas or fields of design. Such transdisciplinarity requires and precipitates the construction of a collective intelligence through the design process itself. All design is the production of techniques of connectivity. The result is not so much a product of this process as it is a platform

109 Christopher Hight et Chris Perry, « Introduction », in *Collective Intelligence in Design*, éd. par Christopher Hight et Chris Perry, *AD Profile* 183, AD 76 No 5 (London: Wiley, 2006), pp 5-9. *Op. cit.*

110 Michael Hardt et Antonio Negri, *Multitude: War and Democracy in the Age of Empire* (New York: The Penguin Press, 2004).

111 Hight et Perry, « Introduction ». *Op. cit.* Page 9.

112 *Ibid.* Page 9.

for it, inseparable from its continual unfolding of new technosocial lifeworlds"

Cette dualité de l'intelligence collective, qui ne se limite pas seulement à l'homme mais qui inclut également son environnement se retrouve chez les architectes Ed Keller et Carla Leitao, fondateurs de *AUM Studio*, dans leur définition de l'intelligence collective ¹¹³:

«There are two primary definitions of the term 'collective intelligence'. The first implies a technologically enhanced mode of collaboration producing a group-based form of mind/behaviour, ultimately generating wildly increased (almost utopic) value. [...] The second implies a more abstract set of relationships that depend, in fact, on the critical definition of the primary terms 'collective' and 'intelligence'. 'Collective' in this second usage no longer refers to a group of humans, but can be extended to encompass ecosystems, economies, social systems, and so on. And 'intelligence' no longer relies on anthropomorphically framed ideas of the production of value, but derives from the emergence of self-modifying patterns in material systems (for example, magnetohydrodynamic systems, convection cells, crystal growth) as well as other life forms (such as termite colonies).»

Pour les architectes Pia Ednie-Brown et Alisa Andrasek, enseignants à la *RMIT University* de Melbourne, l'intelligence de conception (*design intelligence*) est de toute manière forcément collective ¹¹⁴ :

"Intelligence is a process in which things are made to relate to one another, the effect of which is looped back into that field of connection wherein possibilities and potentials are intensified [...] Design intelligence always emerges collectively [...] This is because, even when working alone, we do not design in our heads – we design in the midst of an expanded field that involves, at the very least, drawings, concepts, memories, desires, images, models, programmes, sites, materials, efficiencies of various kinds and so on [...] Our individual intelligence is not simply a product of our brains. It is a full-bodied issue that involves all the cells, human and inhuman, that constitute our bodies as well as a vast terrain of social, cultural and historical influences that become enfolded

¹¹³ Ed Keller et Carla Leitao, « Agent Intellects: Pattern as a Form of Thought », in *Collective Intelligence in Design*, éd. par Christopher Hight et Chris Perry, AD Profile 183, AD 76 No 5 (London: Wiley, 2006), pp 10-17. Page 11.

¹¹⁴ Pia Ednie-Brown et Alisa Andrasek, « CONTINUUM: A Self-Engineering Creature-Culture », in *Collective Intelligence in Design*, éd. par Christopher Hight et Chris Perry, AD Profile 183, AD 76 No 5 (London: Wiley, 2006), pp 18-25. Page 22.

into what could be seen as an expanded notion of body
akin to the expanded field of a design manifold”

L'importance de l'Intelligence Collective dans la pratique architecturale est donc indéniable. Concrètement, comment se manifeste-t-elle et quels sont les moyens mis en place pour la favoriser ? La réalité virtuelle, permettant de nouveaux moyens d'interaction entre individus, risque de profondément transformer la pratique dans son processus de conception et son approche collaborative, comme nous le verrons ci-après. Un autre élément de réponse esquissé ci-dessus - cf partie 2, a montré la capacité de la réalité virtuelle à améliorer les interactions avec les machines computationnelles et par extension à l'intelligence matérielle, composante importante de l'Intelligence Collective. Nous verrons également ci-après comment l'interaction avec l'espace construit peut être transformée par l'utilisation de la réalité virtuelle - et dans ce cas surtout par la réalité augmentée.

IV

Conception collaborative

D'après Mario Carpo, le web 2.0 pourrait être considéré comme l'avancée technologique la plus importante du XXIème siècle. Cependant, bien que certains architectes utilisent des logiciels *open-source* ou profitent de l'aspect collaboratif des nouvelles technologies, peu sont prêts à développer une idée d'architecture *open-source*, probablement parce que la discipline est intimement liée à la notion d'auteur depuis la Renaissance. Cette réticence limiterait alors les impacts de l'architecture sur la société ¹¹⁵ :

“This reticence, however, is creating a gap between the digital environment at large, which is fast embracing generalized models of mass collaboration at all levels, with potentially huge intellectual, economic and social consequences, and the culture of digital design [...]”

Comment la collaboration architecturale peut-elle être impactée par la réalité virtuelle ? Nous distinguons ici d'une part la possibilité d'une conception en réalité virtuelle, et d'autre part la réalité virtuelle comme moyen de communication transdisciplinaire au sein d'une équipe de concepteurs.

CO-CONCEPTION EN ENVIRONNEMENT VIRTUEL

Comment exploiter les propriétés de la réalité virtuelle explicitées en partie 2, comme la modification de notre perception de l'espace ou la possibilité d'interaction avec les *data* ? Pour Vincent Barué, fondateur de *Foundation* - cf entretien en annexe - la réalité virtuelle est déjà utilisée par certains architectes afin de mieux se projeter dans l'espace conçu, par exemple afin de mieux percevoir la hauteur sous plafond, dont le ressenti dépend de nombreux paramètres imperceptibles sur des plans ou des coupes, comme le taux de réflectivité des faux-plafonds. Mais c'est aussi un moyen d'introduire l'instantanéité dans la prise de décision, car cela permet de changer en temps réel la géométrie. Il y a de fortes chances de voir apparaître des outils de co-conception en environnement virtuel, comme l'ont par exemple proposé Oswald Pfeiffer et Mathieu Venot.

¹¹⁵ Carpo, « Introduction: Twenty Years of Digital Design ». *Op. cit.* Page 13.

Leur logiciel *DixieVR* est un outil de conception en réalité virtuelle développé au cours de l'année 2016 à l'ENSA Paris Malaquais, dans le cadre d'un diplôme de fin d'étude du département *Digital Knowledge*. Il permet d'une part de modéliser directement en espace virtuel, et d'une autre de s'immerger dans la conception via les différentes technologies disponibles aujourd'hui (application *Samsung Gear VR*, *Oculus Rift*, etc...). L'aspect le plus intéressant est sans doute la possibilité de collaboration en temps-réel : plusieurs utilisateurs peuvent simultanément manipuler et modifier le modèle 3D au cours de la conception. Contrairement aux applications existantes et utilisées par les artistes comme *Tilt Brush*, *Gravity Sketch* ou *Medium*, *DixieVR* est un outil pensé par et pour des architectes. Certaines applications commercialisées comme *Prospect*, développée par la société *IrisVR*, sont à destination des architectes et permettent par exemple l'immersion en réalité virtuelle dans des modèles 3D issus de *Revit*, *Rhinoceros* ou *Sektchup*. Il est alors possible d'annoter le modèle et de changer des paramètres de visualisation comme l'éclairage ou la transparence de certains éléments, mais à ce jour, il n'existe pas d'application VR appropriée à la conception architecturale, comme le sont *Revit* ou *Rhinoceros*.

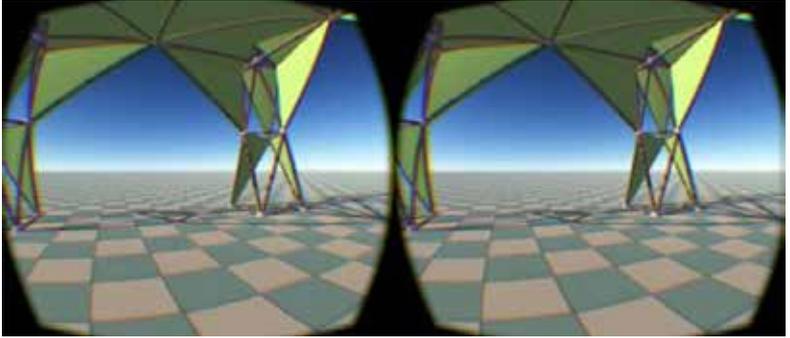
INTERNET ET COLLABORATION

L'architecte praticien Kevin Kennon partage la vision de Mario Carpo, en exprimant la difficulté des architectes à exploiter pleinement l'Intelligence Collective ¹¹⁶ :

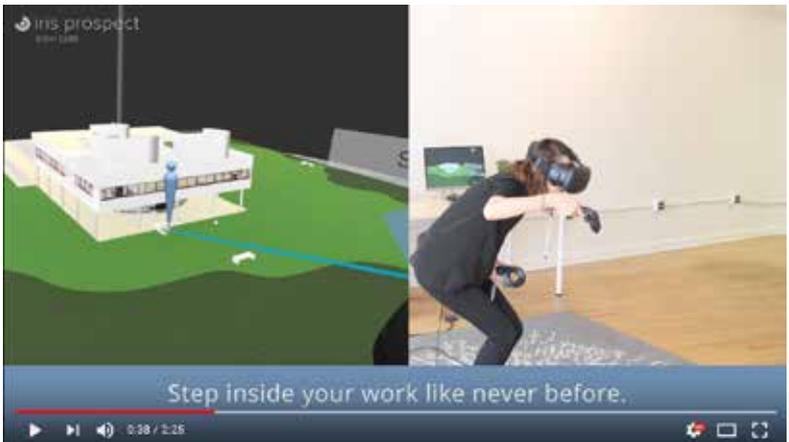
« Yet the problem with the idea of collaboration as a conceptual anchor for rising architects is its very diffuseness. Collaboration has come to mean both an anti-heroic effort that acknowledges a collective's ability to conceive and produce meaningful architectures and, paradoxically, a craven corporate sameness to be 'all things to all people'. At its best, collaborative practice can achieve a sum greater than its parts and result in true insight and innovation. At its worst, it is used to exploit another's talents and resources behind the facade of 'collective cooperation'. »

D'une part le client, mandataire principal de l'architecte, préfère une figure « héroïque » forte en leadership et management et d'autre part, nous sommes ancrés dans une culture individualiste paralysante. Pour Kevin Kennon, il est nécessaire de réinsérer la notion de collégialité, par une meilleure reconnaissance des efforts faits pour servir le bien commun. L'architecte doit recentrer sa mission première d'utilité publique. Comment la réalité virtuelle peut-elle modifier ce paradigme ? Comment peut-elle remettre le bien-être collectif au premier plan ? Peut-on s'inspirer des pratiques dans le monde de l'art, où le *remix*, le *sampling*, et la collaboration sont tout autant appréciés que les apports individuels et « originaux » ?

¹¹⁶ Kevin Kennon, « Does Collaboration Work? », in *Collective Intelligence in Design*, éd. par Christopher Hight et Chris Perry, AD Profile 183, AD 76 No 5 (London: Wiley, 2006), pp 50-53. Page 51.



Oswald Pfeiffer et Mathieu Venot, *DixieVR*, 2016.
ENSA Paris Malaquais. *DixieVR*, consulté 15/12/2017. <https://dixievr.github.io>
© Dixie Lab



IrisVR, *Prospect Features on HTC Vive & Oculus Rift*, 2016.
Youtube video. <https://www.youtube.com/watch?v=7FzXu3hkuXo>
IrisVR Inc., consulté 15/12/2017. <https://irisvr.com/>
© IrisVR

L'introduction des technologies computationnelles dans la pratique architecturale a déjà, dans une certaine mesure, facilité cette collaboration. Pour les architectes Andrew Burrow et Jane Burry¹¹⁷, enseignants à la *RMIT University* de Melbourne, le travail collaboratif à distance implique de multiples contributeurs via des communications multilatérales. Avant même l'avènement du Web, les architectes ont cherché à améliorer la qualité de leurs interactions par la technologie, comme le montrent les recherches académiques sur les *virtual design studios* dès 1988, notamment par Nancy Cheng de l'*University of Oregon*. L'arrivée de l'email a alors été perçue comme une révolution, source d'échanges créatifs et de nouvelles pratiques. A titre d'exemple, entre 1998 et 2001, le projet *Aegis Hyposurface* de l'agence dECOi réunit architectes, mathématiciens, programmeurs ou encore experts pneumatiques. La pratique architecturale émergente fut d'un tout nouvel ordre, rendue possible par les nouveaux moyens de communication : l'email était l'outil de communication privilégié avec très peu, voire pas du tout de rencontres physiques, remettant en question la manière traditionnelle de co-crée et de définir les rôles de chacun.

Pour Burrow et Burry, une communication en réseau démocratique ne peut qu'enrichir la conception de projet¹¹⁸ :

«Clearly, a shared democratic web-based communication environment should be able to improve life, leading to a world where project information accumulates and is searchable, but also perhaps to a world that is a partially 'proactive' environment that brings together related topics and documents, unobtrusively contextualising and raising participants' awareness of what has gone before.»

Leur laboratoire, le *Spatial Information Architecture Laboratory* (SIAL) a expérimenté la mise en place d'un *wiki* en 2002, un espace virtuel servant à l'interaction, la communication et la présentation de systèmes d'informations complexes, notamment l'historique du projet et le réseau social des participants. Sa structure en *lattice* plutôt qu'en arbre l'enrichit et permet de mettre en relation des contributeurs de différentes disciplines éparpillés géographiquement.

Avec Internet, la possibilité de communiquer librement et facilement en dépit des frontières et des disciplines a donné naissance à de nouveaux groupements interdisciplinaires, comme par exemple le réseau CONTINUUM, lancé en 2005 par Alisa Andrasek¹¹⁹. L'idée de CONTINUUM est d'explorer l'aspect bénéfique de la mise en relation entre *biothing* - un laboratoire interdisciplinaire fondé en 2001 par Alisa Andrasek - et l'environnement de programmation *Generative Components* - système open-source alors en développement. Cette collaboration donna l'opportunité au laboratoire et au logiciel de se développer en parallèle, augmentant grandement les possibilités d'utilisation de la programmation dans le processus créatif.

117 Andrew Burrow et Jane Burry, « Working with Wiki, by Design », in *Collective Intelligence in Design*, éd. par Christopher Hight et Chris Perry, AD Profile 183, AD 76 No 5 (London: Wiley, 2006), pp 96-99.

118 *Ibid.* Page 97.

119 Ednie-Brown et Andrasek, « CONTINUUM: A Self-Engineering Creature-Culture ». *Op. cit.*



dECOi, Aegis Hyposurface, 2000.
dECOi, consulté 15/12/2017, <https://www.decoi-architects.org>
© dECOi

LA RÉALITÉ VIRTUELLE COMME OUTIL COLLABORATIF

De la même manière que l'email fut un temps source de création et de collaboration avant de devenir saturé par la publicité et le *spam*, la réalité virtuelle peut-elle être source de création et de collaboration enrichie entre concepteurs ? Si l'on en croit les propos de Andrew Burrow et Jane Burry, cela passe en partie par l'enrichissement de l'interaction avec la machine et les données – évoquée en partie 2 – permettant une meilleure distribution et navigation de l'information entre les différentes parties impliquées. Pour les architectes Kare Stokholm Poulsen et Ken Yeang, l'environnement dans lequel des processus cognitifs distribués manipulent la géométrie et les data a le potentiel de transformer les pratiques techniques et sociales en architecture. Dans leur article pour le *Design Modelling Symposium Paris 2017*, ils introduisent la notion de cognitive *ecology* comme cadre d'analyse de la pratique collaborative¹²⁰. L'échange d'information et l'interaction dynamique entre les individus, les outils et les modèles conduisent à l'émergence de propositions dont les propriétés formelles et computationnelles dépassent ce qui aurait pu être obtenu par des individus isolés. De fait, le processus de conception est renforcé par l'aspect dynamique des environnements de modélisation – la « création » n'émerge pas du cerveau d'un seul individu mais se trouve distribuée dans les échanges d'écologies cognitives plus larges. De fait, la réalité virtuelle, en facilitant la manipulation des données et en offrant la possibilité d'interactions sociales complexes, ne peut qu'améliorer la qualité de la collaboration entre concepteurs.

D'autre part, comme nous l'avons vu dans le cadre de la pratique artistique, la complexité technique de l'utilisation de la réalité virtuelle invite à une collaboration accrue, tout en facilitant la création d'un dialogue entre des disciplines jusqu'alors isolées. Par exemple, la société *Foundation* – cf annexe – fait collaborer architectes, ingénieurs de synthèse et développeurs de jeux-vidéo. Même si pour l'instant chaque discipline reste sur des expertises qui lui sont propres, Vincent Barué les invite à partager leurs savoirs. Guillaume Nicollet du studio *Monochrome* – cf annexe – raconte être récemment entré en contact avec des agences d'architecture souhaitant introduire dans leurs projets une dimension de *storytelling* par la réalité virtuelle. Plutôt que de visualiser le projet dans un environnement virtuel statique et aseptisé, elles souhaitent proposer une immersion qui incorpore des éléments de narration ou de l'interaction, et font pour cela confiance à *Monochrome*. C'est également le cas de Constantinos Miltiadis – cf annexe – dont l'enseignement se concentre sur l'expérience de l'espace-temps, la stimulation des sens, la narration... Dans le cadre de son studio, il souhaite collaborer avec des musiciens ou des *game designers* afin d'explorer la notion de temporalité en architecture.

En fin de compte, les propriétés de la réalité virtuelle en font un outil de conception permettant à des collaborateurs n'ayant pas toujours des avis convergents ou le même degré d'aisance face aux outils d'établir un dialogue constructif sur une base commune, ce que confirme Vincent Barué : lors des réunions impliquant différents acteurs qui n'ont pas la même vision du projet, la

¹²⁰ Kåre Stokholm Poulsen et Ryan Clausen, « Modelling Workflow Data, Collaboration and Dynamic Modelling Practice », in *Humanizing Digital Reality - Design Modelling Symposium Paris 2017*, éd. par Klaas De Rycke (Paris: ENSAV / Springer, 2017), pp 479-492.

visite en temps réel de la maquette numérique permet de fédérer autour d'une vision commune, bien plus qu'avec l'utilisation de plans ou de coupes. C'est pour l'architecte Usman Haque l'un des plus grands enjeux du XXI^{ème} siècle, via ce qu'il appelle « *mutually assured construction* » - en référence à l'idée de *mutually assured destruction* au cœur de la Guerre Froide ¹²¹. Il souhaite ainsi la mise en place de stratégies de conception permettant aux différends, aux frictions et aux contradictions - qui apparaissent nécessairement dans le processus de projet - de devenir porteurs et constructifs. L'utilisation de la réalité virtuelle en est une.

¹²¹ Usman Haque, « Mutually Assured Construction », in *Humanizing Digital Reality - Design Modelling Symposium Paris 2017*, éd. par Klaas De Rycke (Paris: ENSAV / Springer, 2017), pp 41-46.

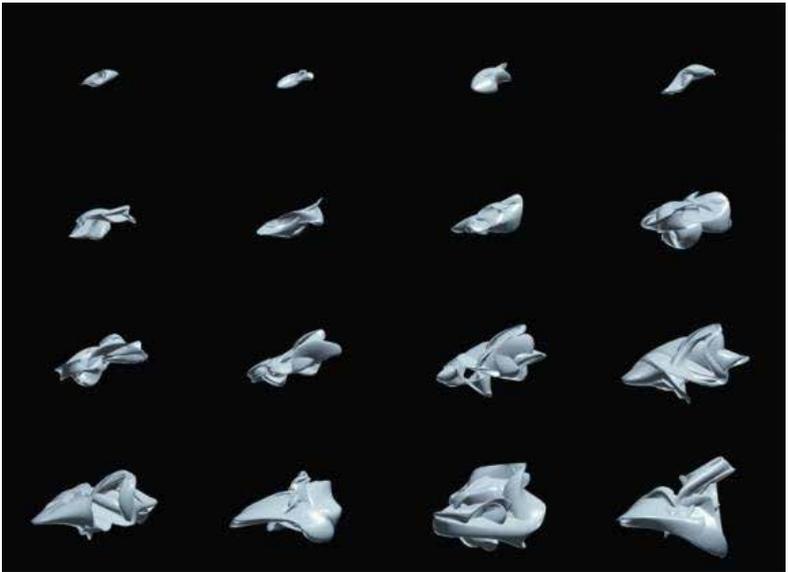
V

Interagir avec l'espace construit

Nous avons vu comment l'utilisation de la réalité virtuelle en architecture pouvait faciliter la collaboration dans la conception. Cependant, comment son utilisation peut-elle impacter les individus évoluant dans l'espace construit ? Par l'implication du corps, langage le plus naturel, ne peut-elle pas être utilisée pour impliquer les utilisateurs dans un processus de conception participative ? D'autre part, par sa capacité à éclater le continuum espace-temps et à naviguer dans les différentes réalités, comment modifie-t-elle notre rapport à l'espace construit ?

CONCEPTION PARTICIPATIVE

Nous l'avons vu, l'émergence d'Internet et la démocratisation des technologies computationnelles offrent la possibilité à chaque individu de s'exprimer dans un réseau décentralisé. Cela veut dire que la participation des utilisateurs dans le processus de conception est grandement facilitée. Dès 1995, John Frazer, Julia Frazer, Mani Rastogi, Peter Graham et Patrick Jansenn exploitent cette possibilité avec leur projet *The Interactivator*. Il se base sur un système de conception génératif permettant la génération d'un grand nombre d'alternatives via des algorithmes de croissance, couplé à un système évolutionnaire pour une sélection des alternatives en fonction de l'environnement. Le projet inclut alors la participation d'individus non spécialistes via Internet, modifiant l'environnement virtuel et ainsi participant à la création d'une grande biodiversité dans le patrimoine héréditaire (*genetic design pool*). D'après John Frazer, un tel processus ne remet pas en question les compétences de l'architecte, mais au contraire les renforce, en l'obligeant à expliciter de manière rigoureuse les critères d'évaluation et éléments d'évolution, lui permettant de générer un grand nombre d'options et d'atteindre un niveau de sophistication et de complexité inatteignable autrement.



John Frazer, Julia Frazer, Manit Rastogi, Peter Graham, Patrick Janssen, Interactivator: Networked Evolutionary Design System, 1995.
Architectural Association, London. In John Frazer, *Digital Code Scripts for Generative and Evolutionary Design : De Identitate*, 2003.
Consultable sur <http://www.generativedesign.com/asialink/de6.htm>
© John Frazer, Autotecnonica

Plus récemment, de plus en plus d'architectes font appel aux jeux-vidéo pour l'implication des utilisateurs dans la conception. Le reportage *Gaming the Real World* de Anders Eklund¹²² suit l'évolution de trois jeux-vidéo : l'utilisation de *Minecraft* par l'ONU via le projet *Block by Block*, le développement et lancement de *Block'Hood* par l'architecte José Sanchez et l'utilisation de *City Skylines* par la ville de Stockholm. Ces exemples montrent l'intérêt à utiliser un tel médium pour favoriser la participation en architecture. Il facilite tout d'abord la compréhension de phénomènes complexes – par exemple *Block'hood* permet de visualiser les interactions entre les différents éléments composant une ville. Bien que les simulations utilisées par *Cities Skyline* soient très pointues, ce ne sont pas leurs résultats qui sont exploités lors des ateliers participatifs pour la rénovation du quartier de Royal Seaport à Stockholm. Le quartier ayant été minutieusement reproduit par deux programmeurs, c'est avant tout un moyen pour les habitants de comprendre des dynamiques urbaines et faciliter le dialogue entre les différentes parties prenantes. D'autre part, par son aspect interactif et ludique, c'est un excellent moyen de favoriser la participation d'individus qui ne sont pas forcément à l'aise avec les outils traditionnels et de renverser les dynamiques de pouvoir des développements urbains, comme le montre bien le projet *Block by Block*. Mais pour José Sanchez, cela va plus loin : l'approche par le jeu invite à l'expérimentation et peut donner naissance à des idées radicalement nouvelles.

Cependant, ce qui est également mentionné dans le reportage est la difficulté de conception de telles plateformes participatives, car pour attirer les utilisateurs, la qualité des jeux développés doit être similaire à celle des studios professionnels. Les exemples cités ci-dessus se basent alors sur des moteurs de jeu open-source, comme *Unity3D* ou *Minecraft*, ou sur des *mods* amateurs, comme dans le cas de *Cities Skyline*. Le partage des ressources et le mode d'accès aux outils jouent donc là encore un rôle crucial dans l'utilisation des nouvelles technologies au service du bien commun – cf partie 3.6.

Il est évident que l'introduction de la réalité virtuelle dans de telles plateformes participatives ne fera qu'accentuer leur impact, par sa capacité à matérialiser et faire ressentir des phénomènes complexes ou immatériels, à faciliter l'interaction par l'implication du corps, et à favoriser des interactions sociales complexes.

Certains architectes l'utilisent déjà pour impliquer les utilisateurs dans leur processus de conception. C'est par exemple le cas de Areti Markopoulou, Marco Ingrassia, Angelos Chronis et Aurel Richard de l'*Institute for Advanced Architecture of Catalonia* de Barcelone¹²³. Selon eux, les technologies de l'information favorisent grandement la participation des utilisateurs, mais l'utilisation d'artefacts physiques – maquettes, jeu vidéo – est cruciale, ce qui limite en général la participation à un groupe restreint d'individus pouvant les manipuler. Dans le cadre d'un projet résidentiel à Mumbai en Inde, ils ont alors décidé de se rendre sur place et d'utiliser la réalité virtuelle comme outil participatif. Dans un premier temps, ils ont d'abord rencontré les habitants et récolté un ensemble de données sur leurs modes de vie, leurs habitudes et surtout leurs attentes et besoins. Ensuite, différentes propositions de projet ont été assemblés dans une interface utilisateur permettant de faire des choix de

¹²² Anders Eklund, *Gaming the Real World*, Sweden (Paradox Interactive, 2016).

¹²³ Areti Markopoulou et al., « City Gaming and Participation », in *Humanizing Digital Reality - Design Modelling Symposium Paris 2017*, éd. par Klaas De Rycke (Paris: ENSAV / Springer, 2017), pp 225-236.

conception spécifiques pour chaque utilisateur, aussi bien dans son espace privé que dans l'espace public. Ce qui est intéressant est la différence pour chaque utilisateur entre les besoins exprimés et les choix spécifiques qu'il fait une fois qu'il se trouve dans l'espace projeté. Pour l'équipe de l'IAAC, cela prouve la difficulté que peut avoir un participant à anticiper ses besoins s'il n'a pas les bons outils lui permettant de comprendre son environnement et de s'exprimer. La réalité virtuelle permet cela, et même plus : l'équipe d'IAAC a ainsi intégré en surcouche des objets et du bâti des données sur les valeurs économiques ou énergétiques, permettant à l'utilisateur d'avoir en temps réel des retours quantitatifs sur ses décisions.

C'est également le cas de Bess Krietemeyer, à la tête de *Interactive Design and Visualization Lab (IDVL)* du *Syracuse Center of Excellence*. En partenariat avec une équipe de développeurs et un musée, elle a développé une série d'expériences qui permet aux concepteurs et utilisateurs de visualiser en réalité virtuelle des phénomènes complexes, comme les données bioclimatiques d'une façade ou les flux urbains d'une ville¹²⁴. Pour elle, un tel outil rend la compréhension des choix de conception plus intuitive et permet d'impliquer les utilisateurs qui n'ont pas l'habitude des outils traditionnels de l'architecte dans cette prise de décision.

Les frictions mentionnées précédemment par Usman Haque concernent également celles pouvant émerger de la participation des utilisateurs dans le processus de conception. Selon lui, il y a un vrai dilemme en conception participative, car la présence d'un architecte centralise nécessairement la prise de décision et donc affecte les utilisateurs. Il est donc important de s'assurer que les décisions prises ouvrent le plus possible le champ des possibilités à l'utilisateur¹²⁵:

"You cannot get away from the fact that you will make designs / decisions / distinctions that impinge upon other people. What is important, however, is to ensure that the decisions you make, and the designs you make, open up the set of possibilities rather than constricting the set of possibilities—and even better that the decisions/distinctions themselves are open to rescripting, repurposing, redeciding, and reappropriating by others."

En 2006, Anthony Burke entrevoyait déjà la transition de l'architecte en tant que figure vers une approche plus collaborative calquée sur le modèle des *hackers*, favorisant le *remix* et la mise à jour (*patching*)¹²⁶. Selon lui, l'objet singulier se transforme en continuum opérationnel et structurel d'organisation dynamique d'agents massivement distribués et en écologie d'information réagissant au contexte. La conception ne se concentrerait alors plus sur un modèle de forme externe prédéfinie appliquée à la matière mais sur un nouveau modèle où la forme serait l'expression des caractéristiques de l'intelligence matérielle.

124 Bess Krietemeyer, « Projective Empowerment: Co-creative Sustainable Design Processes », in *4D Hyperlocal: A Cultural Toolkit for the Open-Source City*, éd. par Lucy Bullivant, AD Profile 245, AD 87 No 1 (London: Wiley, 2017), pp 36-43.

125 Haque, « Mutually Assured Construction ». *Op. cit.* Page 42.

126 Burke, « After BitTorrent: Darknets to Native Data ». *Op. cit.*



Jose Sanchez, *Block'hood*, 2016.
plethora-project, consulté 15/12/2017, <https://www.plethora-project.com>
© plethora-project



Reconstruction du quartier de Royal Seaport, Stockholm dans *Cities: Skyline*, 2016.
Stockholms stad, consulté 15/12/2017, <http://smartsnim.stockholm.se>
© Stockholms stad

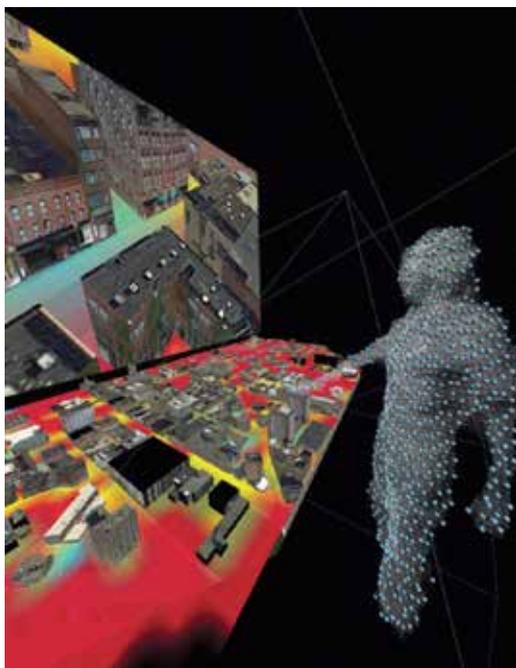


Block by Block, Plaza Tlaxcoaque, Mexico City et sa reproduction virtuelle dans Minecraft, 2014.
Block by Block, consulté 15/12/2017, <https://blockbyblock.org>
© Block by Block



A. Markopoulou, M. Ingrassia, A. Chronis, A. Richard, *Participation event in Mumbai - residents using VR devices, 2017.*

In Humanizing Digital Reality - Design Modelling Symposium Paris 2017, éd. par Klaas De Rycke (Paris: ENSAV / Springer, 2017), p 229,230



B. Krietemeyer, A. Bartosh, and L. Covington/NOIRFLUX, *Computational hybrid-reality model, 2016.*

Interactive Design and Visualization Lab (IDVL), Syracuse Center of Excellence, Syracuse University, New York.
In 4D Hyperlocal: A Cultural Toolkit for the Open-Source City, éd. par Lucy Bullivant, AD Profile 245, AD 87 No 1 (London: Wiley, 2017), p43
© Lorn Covington / NOIRFLUX

L'organisation collective distribuée prend le dessus sur la conception centralisée et intégrée. On transfère le « *stable* » vers le « *mobile* ». C'est particulièrement le cas si l'architecture produite fait usage de matériaux dynamiques, comme des *smart materials*, mais dans une certaine mesure cela peut également être favorisé par l'introduction de la réalité augmentée dans l'espace bâti.

AUGMENTER LE BÂTI

Comme nous l'avons vu dans la pratique artistique, le dialogue qui s'opère entre virtuel et réel est extrêmement riche à exploiter. Actuellement, ce dialogue est surtout exploité par les technologies de réalité augmentée. La société *Foundation* – cf entretien en annexe – propose ainsi des applications de réalité augmentée pour la maintenance et l'exploitation, ce qui représente 80% des coûts d'un bâtiment. Plus précisément, ils capturent des photosphères des endroits spécifiques d'un bâtiment existant, et réalisent ces mêmes captures dans la maquette BIM, ce qui permet ensuite au mainteneur de passer de manière fluide entre réel et virtuel sur une simple application *smartphone*. Cela l'aide à localiser le passage des réseaux et déterminer leur nature. D'autre part, la liaison avec la maquette numérique permet d'extraire de n'importe quel élément visible des données – données de gestion ou performances thermiques par exemple. Au-delà de l'utilisation par l'exploitant, les services proposés par *Foundation* permettent aux différents utilisateurs de reconsidérer leur relation à l'espace construit. Vincent Barué cite par exemple le cas du Bataclan, pour lequel *Foundation* a été sollicitée pour réaliser la maquette numérique : les applications de réalité virtuelle et augmentée peuvent être communiquées au GIGN ou aux pompiers pour faciliter leur intervention, en indiquant les évacuations par exemple. Il y a également la possibilité de communiquer ces applications aux prestataires scénographiques, les informant de la capacité des supports de charges ou des branchements électriques, leur permettant de préparer en amont leur installation.

Il est alors facile d'imaginer toute une couche informationnelle susceptible de se superposer à l'espace construit dans les années à venir : détails historiques sur le bâtiment, signalétique de navigation, données bioclimatiques, publicités commerciales... Cela pourrait faciliter la compréhension de dynamiques complexes à l'échelle architecturale ou urbaine, comme le propose par exemple le protocole FOAM qui assigne à chaque nœud du réseau blockchain *Ethereum* une coordonnée spatiale et permettra à terme de visualiser la réseau blockchain en temps réel, mais il y a également le risque de surabondance d'informations, comme imaginé dans le court-métrage *Hyper-Reality* de Keiichi Matsuda¹²⁷. Alors que *Google* met déjà en place son projet de réalité augmentée Tango dans certains musées, comment s'assurer que l'utilisateur garde le contrôle sur ce qui vient se superposer à sa vision non augmentée, sans pour autant éviter d'utiliser cette technologie ? Cela dépend encore une fois de l'accès aux outils de production et de diffusion d'applications en réalité augmentée – cf partie 3.6.

¹²⁷ Keiichi Matsuda, *Hyper-Reality* (Vimeo, 2016), <https://vimeo.com/166807261>.



Keichi Matsuda, *Hyper-reality*, 2016.
Hyper-reality, consulté 15/12/2017. <http://hyper-reality.co/>
© Keichi Matsuda Ltd.



FOAM, Crypto-Spatial Coordinates Visualisation, 2017.
<https://blog.foam.space>, consulté 15/12/2017.
 © FOAM



Ghost Paint VR, 2017.
<http://www.ghostpaint.com/>, consulté 15/12/2017.
 © Shane Caudle

Sebastian Errazuriz, Snapchat x Jeff Koons augmented reality artwork vandalized, 2017.
<http://www.meetsebastian.com>, consulté 15/12/2017
 © Sebastian Errazuriz

L'utilisation de la réalité augmentée soulève également des questions légales et éthiques sur notre rapport à notre environnement ¹²⁸. Par exemple, que devient la notion de propriété en réalité augmentée ? Peut-on considérer que le graffiti virtuel, comme le propose l'application *Ghostpaint Graffiti* est une atteinte à la propriété ? Selon quels critères ? Est-ce le nombre de gens susceptibles de le voir ? Le propriétaire de l'espace physique devra-t-il acheter indépendamment la propriété de son espace virtuel ? L'espace virtuel doit-il être considéré intégralement public ? Les informations disponibles sur un lieu ou à l'intérieur de celui-ci seront-elles contrôlées par son propriétaire, qui décidera de ce qui est visible ou non en réalité augmentée ? Dans le cas des espaces publics, qui décide de la nature des informations disponibles et de leur contenu ? Les utilisateurs pourront-ils décider d'effacer de leur champ de vision certains éléments du monde physique, que ce soit des panneaux publicitaires ou des individus qu'il souhaite ignorer ? Ces questions d'ordre éthique et politique doivent être abordées dès maintenant, car plus les entreprises privées s'approprient l'espace virtuel, plus la mise en place des régulations liées à la réalité augmentée risque d'être compliquée.

COLLABORATION, DÉCENTRALISATION ET FABRICATION

Avec l'apparition d'une nouvelle technologie de représentation, la découverte de la puissance du virtuel et l'illusion d'une commercialisation imminente, les années 90 ont été propices à de nombreux fantasmes autour du virtuel et du cyberspace, qui se sont vite confrontés à la réalité technique et constructive. Cependant, deux évolutions majeures ont eu lieu depuis : l'apparition d'Internet – et donc un nouveau modèle de partage d'Intelligence Collective – et le développement des techniques de prototypage rapide – donnant naissance à une nouvelle génération de *makers*. C'est en réalité grâce à cette fascination pour le virtuel, considéré comme une alternative radicale à l'espace construit, qu'ont pu se développer ces techniques de fabrication ¹²⁹:

“However, even at a time when many young architects thought that their future would be in web design, the development of new digital tools for design and fabrication suggested that electronics would drastically change the making of physical buildings as well “

Il semble donc pertinent de s'intéresser aux possibles impacts de la démocratisation de la réalité virtuelle sur la fabrication en architecture, dans un monde connecté et « *DIY* ». Pour l'agence d'architecture SHoP (Sharples Holden Pasquarelli), le paradigme computationnel, et particulièrement leur approche par le *versioning*, marque la transition de l'architecte comme générateur de formes représentées à l'architecte comme concepteur et constructeur d'espaces. Les

128 Matt Ranen, « We've Not Thought Through the Legal and Ethical Disruption of Augmented Reality », NewCo Shift, 25 Octobre 2017, <https://shift.newco.co/weve-not-thought-through-the-legal-and-ethical-disruption-of-augmented-reality-e244769c6e9b>.

129 Carpo, « Introduction: Twenty Years of Digital Design ». *Op. cit.* Page 9.

technologies numériques rapprochent l'architecte de la fabrication ¹³⁰:

“This is not a call to replace the human act of design with algorithms, but a critical search for a common language between design and execution. The resulting control of these processes empowers the architect to take on the role of the translator of unforeseen relationships simultaneously in imagined and real space”

L'interaction homme-machine, dont l'importance dans la conception a été montrée précédemment, joue un rôle tout aussi important dans la relation entre l'architecte et la fabrication. Comment l'interaction avec la machine par la réalité virtuelle peut-elle amener une plus grande intégration de la fabrication dans le processus de conception ? Peut-on imaginer de relier directement la conception en réalité virtuelle à la chaîne de fabrication ? Par exemple en fabricant en temps réel les formes modélisées virtuellement ? Manuel Jimenez Garcia, enseignant à la *Bartlett School of Architecture*, s'intéresse particulièrement à la fabrication en temps réel : en reliant modélisation 3D traditionnelle et assemblage robotique, il a réussi à prouver qu'une modification de la fabrication pendant le processus même de conception était possible ¹³¹.

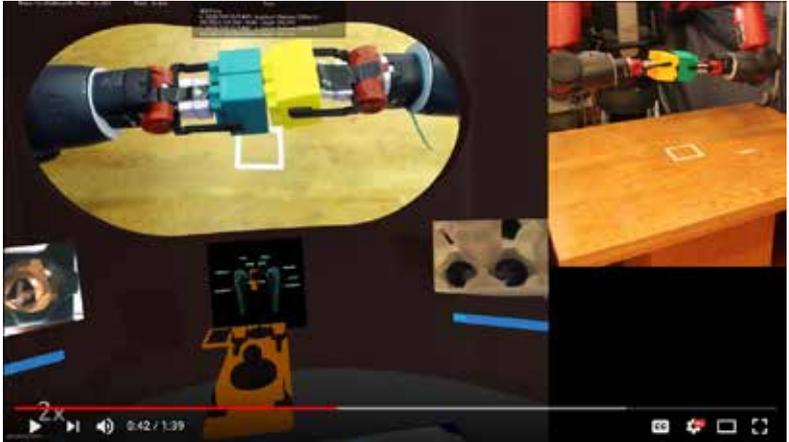
Une autre application possible serait l'introduction de la réalité virtuelle en téléopération –i.e. la possibilité de contrôler une machine à distance, parfois grâce à la téléprésence. Depuis les années 50, de nombreuses expériences ont essayé d'associer la dextérité et la capacité d'analyse de l'humain avec la précision et l'autonomie d'un robot. Par exemple, le *Handyman* développé par Ralph Mosher pour *General Electric* en 1958-1959 introduit pour la première fois le retour de force sous la forme d'un exosquelette connecté aux pinces robotiques. Le fait d'avoir un retour haptique augmenta considérablement la performance des manipulateurs. Depuis, les technologies de téléopération se sont bien développées, et sont aujourd'hui utilisées dans de nombreux domaines comme l'exploration spatiale et la médecine. Jeffrey Lipton, Aidan Fay et Daniela Rus du *MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory* ont exploré la possibilité d'utilisation de la réalité virtuelle pour la téléopération robotique ¹³². Via l'utilisation d'une *Virtual Reality Control Room (VRCR)*, dans laquelle les mouvements virtuels de l'opérateur sont transmis au robot, ils ont pu augmenter la précision et la rapidité d'opérations complexes. D'après eux, passer par l'intermédiaire de la réalité virtuelle pour l'opération permet de réduire la fatigue et l'inconfort provoqué par un *mapping* direct entre les mouvements de l'utilisateur et ceux du robot, et évite le lourd calcul de modéliser dans un espace virtuel partagé l'utilisateur et le robot.

130 SHoP/Sharples, Holden, Pasquarelli, « Introduction », in *Versioning: Evolutionary Techniques in Architecture*, éd. par SHoP, AD Profile 159, AD 72, 2002, pp 7-9. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 132-135).

131 Migayrou, Frédéric, Manuel Jimenez Garcia, Constantinos Miltiadis et Corneel Cannaerts. Plexus 26 : 'Expanse'. Paris, 16 Novembre 2016. Consultable sur <https://www.youtube.com/watch?v=tdlYUGjKQqo>.

132 Jeffrey Lipton, Aidan Fay, et Daniela Rus, « Baxter's Homunculus: Virtual Reality Spaces for Teleoperation in Manufacturing », 3 Mars 2017, arXiv:1703.01270 [cs.RO]. Consultable sur <https://arxiv.org/pdf/1703.01270.pdf>.





J. Lipton, A. Fay et D. Rus, *Operating Robots with Virtual Reality*, 2017.
Youtube video, consulté 15/12/2017. <https://www.youtube.com/watch?v=4a-W3Od5-t8>,
© MITCSAIL

Au-delà de modifier la manière dont l'espace construit est perçu par ses utilisateurs, la réalité virtuelle a donc également le potentiel de transformer la manière dont celui-ci est construit, d'autant plus si la production de biens physiques devient elle aussi décentralisée et horizontalement distribuée, comme le suggère Jeremy Rifkin. En effet, ce dernier considère que la Troisième Révolution Industrielle donnera au *prosumer* la capacité de produire des biens physiques aussi facilement qu'il produit aujourd'hui de l'information, notamment grâce aux technologies d'impression 3D¹³³. En retour, la production facilitée de biens matériels permet aux *prosumers* de mettre en place l'infrastructure physique support de la Troisième Révolution Industrielle, dans une dynamique de cercle vertueux. Dans son article *Post-capitalist Design : Design in the Age of Access*, l'architecte et *game designer* José Sanchez reprend les concepts développés par Jeremy Rifkin. D'après lui, on assiste à une transition de production de masse vers une production par les masses, qui bouleverse complètement le système traditionnel¹³⁴:

«The attitude of constant social iteration sits on the opposite side of the knowledge developed and research generated by centralized organizations. Here, crowd sourcing is not in the interests of a single entity harvesting ideas or labour from multiple users, but is a truly parallel network that gives rise to social capital and can gradually establish its own position, what Rifkin describes as the Collaborative Commons, in turn pushing back capitalism as the only possible recognizable economic model»

Pour José Sanchez, l'accès aux ressources et aux logiciels jouent un rôle primordial dans un tel paradigme, notamment via l'éducation libre et gratuite – idée développée par les *Massive Open Online Course* (MOOC) comme *Stanford Online*, *Coursera* ou *Open Classrooms*. Si le développement des techniques d'impression 3D s'est fait aussi rapidement, c'est en partie grâce à l'approche collaborative et au partage des connaissances facilités par Internet – comme par exemple la *Reprap* créé par Adrien Bowyer entre 2004 et 2011, la première imprimante 3D bénéficiant d'une licence open-source ou la plateforme de modèles 3D open-source *Thingiverse*, lancée en 2008 par Zach Smith.

¹³³ Rifkin, *The Zero Marginal Cost Society*. *Op. cit.*

¹³⁴ José Sanchez, « Post-capitalist Design : Design in the Age of Access », in *Paradigms in Computing: Making, Machines, and Models for Design Agency in Architecture*, éd. par David Gerber et Mariana Ibañez (ACADIA, 2014).

VI

Modes d'accès aux outils

Comme nous l'avons vu précédemment, les modes d'accès aux outils de production, de diffusion et d'immersion des expériences en réalité virtuelle joueront un rôle crucial dans la manière dont se développe la technologie – que cela concerne son application dans le milieu de l'art, dans le développement de nouveaux modes d'interaction sociales, dans son utilisation pour favoriser la participation des utilisateurs, dans la manière dont elle change notre rapport à l'espace construction ou aux techniques de fabrication. Quelles stratégies adopter pour éviter d'en faire un instrument de contrôle ou commercial ? Peut-on s'inspirer du développement d'autres technologies comme Internet ou les imprimantes 3D ?

DÉSENCHÈTEMENT D'INTERNET ET OPEN-SOURCE

En fait, il se trouve que l'aspect démocratisé d'Internet est de moins en moins effectif : nous sommes passés d'un monde utralibertaire et horizontal à un monde de surveillance et d'assujettissement aux data et algorithmes, mis en avant par les lanceurs d'alertes comme Edward Snowden ou Julian Assange. Pour Bernard Stiegler ¹³⁵, nous sommes dans une ère d'innovation disruptive, bousculant les positions établies, qui commence en 1993 avec la réticulation numérique et la connexion généralisée, venant court-circuiter les systèmes établis. Pour Stiegler, le problème ne vient pas des ruptures technologiques, que les différentes civilisations ont déjà pu assimiler, mais de la fréquence de plus en plus rapprochée de celles-ci : nous n'avons plus le temps d'élaborer des savoirs entre deux ruptures. La disruption cultivée par l'industrie prend de toute vitesse la socialisation. Le modèle disruptif développé en Californie a déjà fondamentalement transformé Internet et l'a corrompu en développant des plateformes qui ne servent aujourd'hui qu'à calculer nos comportements. Nous faisons aujourd'hui face au « désenchantement numérique ». De nombreux *hackers* prônent aujourd'hui le combat contre des outils et réseaux qu'ils ont contribué à mettre en place pour inventer autre chose : un âge *post-hacker* plus responsable. Cette nouvelle mentalité et son côté paradoxal se retrouve dans le

135 Azoulay, Samuel, « La disruption rend impossible toute visibilité sur l'avenir - Entretien avec Bernard Stiegler », *RSLN Mag*, 28 Novembre 2016, <https://rslnmag.fr/cite/disruption-impossible-avenir-entretien-bernard-stiegler/>.

Deep Web -ensemble des sites non indexés par les moteurs de recherche - et le *Dark Web* - ensemble des sites inaccessibles depuis un navigateur standard - qui représentent la majorité de l'information stockée sur le réseau mais qui est masquée, encryptée et protégée dans une logique de distribution libre et de flexibilité.

Pour Tristan Nitot, défenseur depuis 20 ans du logiciel libre et open-source, fondateur de Mozilla Europe ¹³⁶, les dangers aujourd'hui sont la centralisation d'Internet dans la main d'énormes entreprises, la fin de la vie privée et l'utilisation des données personnelles - mais ce n'est pas la première fois qu'Internet est menacé de cette manière. Dans les années 90, *Microsoft*, en position de double monopole avec *Windows* et la suite *Office*, se voit menacé par l'émergence d'Internet et notamment le navigateur web *Netscape*. Il décide alors de créer *Internet Explorer* et de l'intégrer à son système d'exploitation *Windows* par défaut : le monopole devient complet. Cependant, la solution pour contrer ce monopole est venue d'anciens employés de *Netscape* qui publient en 1998 le code en open-source afin de l'améliorer collectivement. C'est le projet *Mozilla*. Alors que personne à l'époque ne le pensait capable de rivaliser *Microsoft*, le succès de son navigateur *Firefox* a prouvé le contraire. Selon Tristan Nitot, il faut faire tomber ces monopoles et offrir la possibilité aux consommateurs de faire un choix. Et ce choix est entre les mains des développeurs car soit le code est opaque et il est subi, soit il est transparent et modifiable.

La centralisation par quelques grands acteurs -*Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft* - rendent possible l'apparition d'une économie de la donnée et la surveillance de masse par l'accumulation des données personnelles, leur monétisation, et leur utilisation par les agences de renseignement. La plupart des utilisateurs ne protestent pas car les services proposés améliorent considérablement la qualité de vie et ce sont des sujets techniques difficiles à maîtriser. Aujourd'hui, le traitement réservé aux données personnelles est dans la plupart des cas opaque - par exemple *Facebook* qui teste de nouvelles fonctionnalités de son algorithme - sans pouvoir savoir comment nos informations sont diffusées. La philosophie du *World Wide Web* selon son créateur Tim Berners-Lee - à savoir autoriser n'importe qui, n'importe où, n'importe quand à partager des informations de manière libre sans avoir à demander une autorisation ou payer un frais - est remise en cause par ces grands acteurs qui isolent les données pour leur propre intérêt et s'éloignent de cette idée de partage libre de l'information.

Il faudrait alors reprendre le contrôle des algorithmes. L'Etat peut avoir un rôle d'exemplarité (ce qui est compliqué étant donné que les gouvernements ne comprennent pas beaucoup mieux que la société civile l'aspect technique) et de régulation (ce qui est compliqué car la technologie évolue beaucoup plus rapidement que la législation, quand ce n'est pas le gouvernement lui-même qui souhaite mettre en place un système de surveillance par les réseaux). Malgré l'aide apportée par des régulations à l'échelle européenne, comme par exemple le Règlement Européen sur la Protection des Données qui permettra la portabilité des données personnelles en 2018 ou les discussions en cours sur la neutralité du réseau, la défense la plus efficace se trouve d'après Tristan Nitot

¹³⁶ Belmont Pierre, « Internet, c'était mieux avant ? », *Nom de Zeus*, 20 Mars 2017, <http://nomdezeus.fr/numerique/internet-cetait-mieux-avant/>.

dans la décentralisation d'Internet et le logiciel libre.

Dans les années 70, en réponse à Bill Gates qui souhaite introduire la puissance computationnelle et le logiciel dans le secteur privé, Richard Stallman considère comme immoral et non-éthique de privatiser le code logiciel, nouveau langage de communication. Il prône alors la liberté du logiciel et lance le développement de GNU, un système d'exploitation pouvant être utilisé et modifié par n'importe quel individu. Il fonde en 1985 la *Free Software Foundation* et établit les quatre libertés fondamentales du logiciel libre¹³⁷ :

“The freedom to run the program, for any purpose. The freedom to study how the program works, and change it so it does your computing as you wish [...] The freedom to redistribute copies so you can help your neighbor. [And] the freedom to distribute copies of your modified version to others.”

En parallèle est créée une licence de logiciel libre, la *GNU General Public License*, offrant un support légal pour collaborer librement. Inspiré par cette dynamique, Linus Torvalds crée en 1991 un noyau logiciel pour les systèmes d'exploitation Unix : *Linux*. Aujourd'hui utilisé par la plupart des serveurs haut de gamme pour sa performance et sa flexibilité, il est la preuve que l'approche collaborative décentralisée et latéralement distribuée peut être tout aussi efficace qu'une logique traditionnelle d'accumulation des profits. La particularité de *Linux* n'est pas sa performance technique en tant que telle, mais son processus de développement : en appliquant la licence GPL, Linus Torvalds a encouragé, via la diffusion sur le site *Usenet* et par la structure modulaire de son noyau, des milliers de programmeurs à collaborer via Internet afin d'améliorer son code logiciel. Le terme *open-source* apparaît en 1998 avec la *Open Source Initiative*, fondée par Eric Raymond et Bruce Perens, qui craignaient que la philosophie derrière le logiciel libre ne soit associée à l'idée de gratuité et que cela freinerait la prolifération du logiciel libre dans l'industrie. L'*open-source* se base sur les mêmes types de licence mais se détache du mouvement social du logiciel libre.

COPYRIGHT ET DIFFUSION DE LA PRODUCTION

Charlotte Hess, protégée d'Elinor Ostrom, a catalogué les différents *Commons*. Elle met en avant le rôle de la technologie à ouvrir de nouveaux *Commons*¹³⁸.

“To say something is a Commons mean that it is held in common and collectively managed. The term Commons describes a form of governance. [...] Something can't become a Commons until the technological means are available to manage it. Forger/hunters enjoyed the bounty of nature, but did not manage it. The Commons

¹³⁷ Rifkin, *The Zero Marginal Cost Society*. *Op. cit.* Page 211.

¹³⁸ *Ibid.* Page 231.

begin with agriculture and pastoralism. The oceans didn't become a Commons until the invention of vessels to travel on them."

Peut-on considérer que la réalité virtuelle, par sa dimension immersive, ouvre la possibilité d'un « *Experience Commons* » - et la possibilité de la privatiser avec ? Ou un « *Augmented Commons* », géant la couche informationnelle superposée à l'espace physique dans le cas de la réalité augmentée ? Un créateur de contenu peut-il breveter une expérience, voire lui appliquer un copyright ? Que penser dans le cas où ce contenu lui-même n'est qu'un enregistrement des actions physiques de son créateur - c'est-à-dire sa vie « réelle » ?

Pour Rifkin, c'est l'imprimerie qui a introduit l'idée d'auteur et de propriété intellectuelle. Avant, certaines portions des écrits étaient modifiées par les scribes chargés de leur reproduction, mais ils n'étaient pas considérés comme contributeurs. L'invention du *copyright* a introduit l'idée de posséder ses idées et ses mots, et donc leurs rétentions - « *all rights reserved* ». Alors que la notion d'auteur devient collaborative et en constante évolution avec Internet, un cadre légal et standardisé développé en 2001 - les licences *Creative Commons* - permet de donner un certain nombre de liberté aux utilisateurs, comme le droit d'utiliser la création de manière commerciale ou non, ou le droit de modifier le contenu et le rediffuser¹³⁹. Une telle initiative favorise le partage de contenus et la réappropriation par d'autres individus, tout en conservant certains droits du créateur - s'il le souhaite, la licence CC0 lève tout droit de propriété. Dans les années à venir, il sera crucial de déterminer quels types de licence seront applicables aux expériences virtuelles si une approche collaborative veut être facilitée, et il sera peut-être nécessaire de mettre en place de nouveaux types de licences adaptés à cette nouvelle technologie.

Afin d'éviter l'association de la réalité virtuelle à la surveillance de masse et son appropriation par les grandes structures à but lucratif comme l'est devenu Internet, et afin de pouvoir maximiser son potentiel de mise en relation des individus dans un réseau libre, décentralisé et dispersé par le partage des ressources et outils - dont l'importance a été montrée dans la pratique artistique - il est devenu nécessaire de réfléchir à la manière dont son développement s'effectuera dans les années à venir.

Ce développement aurait par exemple tout intérêt à s'inspirer de la culture des *gamers*, considérés par Jose Sanchez¹⁴⁰ comme une communauté très représentative du *Collaborative Commons*, par la favorisation de l'approche par itération, individuelle et collective, l'acceptation de l'échec et sa réinterprétation en challenge et par l'échange d'informations parfois complexes et de compréhension profonde des mécanismes de jeux :

«Player patterns are one of the key ingredients to reach Rifkin's Collaborative Commons. For the world of design and making to move from mass production to production of the masses, perhaps the prosumers of tomorrow will look more like gamers, that are in direct feedback

¹³⁹ Contrairement aux licences open-source qui ne sont applicables qu'à des logiciels, les licences Creative Commons sont applicables à tout type de contenu créatif.

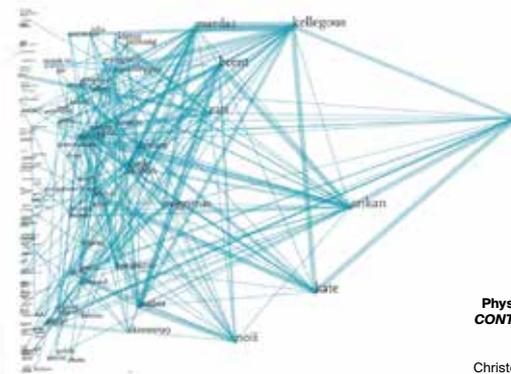
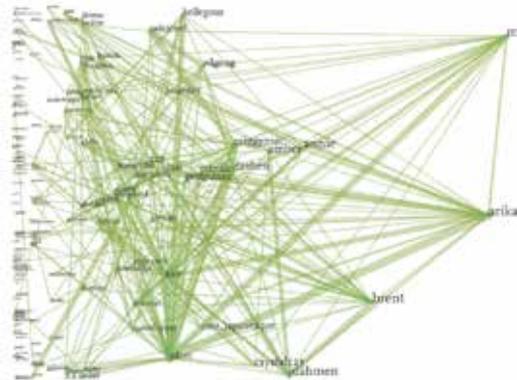
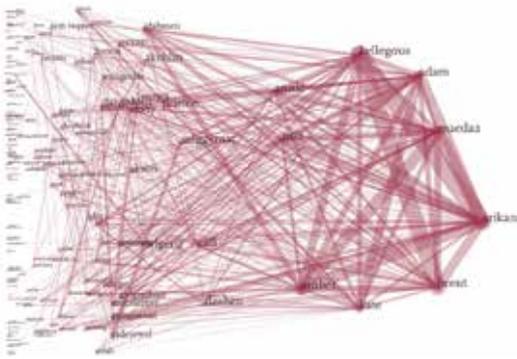
¹⁴⁰ Sanchez, « Post-capitalist Design : Design in the Age of Access ». *Op. cit.*

loops with the simulation and resources that they are using. This is what J.C.R. Licklider would describe as 'Man-Computer Symbiosis' in his book of the same name. Design will not end up automated and optimized by intelligent algorithms, but in the hands of many, mediated by layers of computational infrastructure that can facilitate and give evidence to expert knowledge. At the same time, such systems, if adopting a free software ethics, will have the possibility to be constantly modified and updated just like a Wiki.»

Avec le web 2.0, les années 2000 ont été particulièrement riches en expérimentation sur les moyens permettant de créer et partager du contenu créatif. John Maeda, directeur du *Physical Language Workshop* au *MIT Media Lab* et spécialisé dans l'étude de la cognition collective et du *social software*, développe par exemple en 2006 OPENSTUDIO, un écosystème expérimental à destination des artistes, *designers* et étudiants en réponse aux organisations centralisées et verticalisées des industries créatives¹⁴¹. OPENSTUDIO est une plateforme de partage permettant aux utilisateurs de créer, collecter et vendre de l'art numérique. Selon John Maeda, son système expérimental de propriété et de paternité (*authorship*) permettant d'accéder au code source, de le modifier et le redistribuer encourage la création. Son interface de programmation d'application (*API*) donne la possibilité aux utilisateurs de visualiser les différentes interactions entre les membres et les œuvres d'art, mettant en évidence de nouveaux modèles et nouvelles tendances concernant les mécanismes d'attribution de valeur et d'échange des œuvres d'art dans un espace dynamique participatif.

Un autre exemple est celui de *Processing*, initié en 2001 par Benjamin Fry et Casey Reas, deux anciens étudiants de John Maeda. *Processing* est un langage de programmation à destination des artistes visuels, qui se démarque radicalement des langages de programmation traditionnels et logiciels commerciaux. En plus du langage de programmation, il comprend un environnement de développement et une méthodologie pédagogique via un site web très interactif et encourageant la participation. Au-delà d'un code simplifié permettant aux artistes visuels d'apprendre les bases de la programmation, c'est avant tout une structure éducative, un système ouvert et transparent dont le code est visible et modifiable. L'aspect le plus intéressant de *Processing* reste sans doute sa communauté engagée, qui alimente régulièrement le site de nouvelles créations, partageant techniques créatives et méthodes de production. Peut-on s'inspirer de ces différentes plateformes pour favoriser la création et le partage d'expériences en réalité virtuelle ?

141 Tierney, « Collective Cognition: Neural Fabrics and Social Software ». *Op. cit.*



**Physical Language Workshop, MIT Media Lab,
 CONTINUUM business- (red), exhibitee- (blue)
 and exhibitor (green) networks, 2006.**
 In *Collective Intelligence in Design*, éd. par
 Christopher Hight et Chris Perry, AD Profile 183, AD
 76 No 5 (London: Wiley, 2006), p 40,41.
 © Physical Language Workshop, MIT Media Lab



Exhibition. A curated collection of projects created with Processing. New software added each month.

Curated by Filip Vranje of CreativeApplications.net



Particle Flow
by NEMANJIC

[Links](#) [NEMANJIC](#),
[CreativeApplications.net](#)



Objectify
by Ajay Karmann

[Links](#) [Ajay Karmann](#),
[CreativeApplications.net](#)



Random Access Memory
by Rafi Baruch

[Links](#) [Rafi Baruch](#),
[CreativeApplications.net](#)



Behavioral Complexity
by AADZ

[Links](#) [AADZ](#),
[CreativeApplications.net](#)



Dataprints
by Gillian Levin, David Newbury, Kyle McGonigal, Brent Alvarado, Amin Towari, Mansi Sahner and The Fractalotype STUDIO for Creative Inquiry

[Links](#) [Dataprints](#)



Fluid Trains
by Barbara Van Baar

[Links](#) [Barbara Van Baar](#)

[Home](#)

[Download](#)

[Donate](#)

[Exhibition](#)

[Reference](#)

[Literature](#)

[Tools](#)

[Environment](#)

[Tutorials](#)

[Examples](#)

[Books](#)

[Handbook](#)

[Overview](#)

[People](#)

[Help](#)

[+ Forum](#)

[+ GitHub](#)

[+ Draw](#)

[+ Blog](#)

[+ Mail](#)

[+ Twitter](#)

[+ Facebook](#)

[+ Medium](#)



r/ly/ly Times
by Tili Nagel and Christopher Netch

[Links](#) [r/ly/ly Times](#)



Apartheid, Deceit
by Students and Teachers at Digital Media Browser

[Links](#) [Digital Media Browser](#)



Possible, Possible, Potential
by Miguel Nunez

[Links](#) [Miguel Nunez](#)



Shovel - A manually-invented interface for a fully autonomous cat
by rick.koi

[Links](#) [rick.koi](#)



Tones, Physical Programming of Perform Making in soft Matter
by Dana Delig

[Links](#) [Vimeo](#), [More info](#)



Large Napkin
by rick.koi

[Links](#) [Rick.koi](#), [More info](#)

Page: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

Processing was initiated by Ben Fry and Casey Reas. It is developed by a crowd, mass of volunteers.

© 2020

CONCLUSION

S'APPROPRIER LA RÉALITÉ VIRTUELLE

La réalité virtuelle est une réalité de notre temps. C'est à la fois un outil de représentation et de communication, et donc une interface supplémentaire nous permettant d'explorer la richesse du virtuel. Les concepts et notions qu'elle met en jeu concernent tous les pans de la société et il est donc du devoir de l'architecte de s'y intéresser pour en comprendre les enjeux, se l'approprier, la réinterpréter ou la critiquer.

Particulièrement intéressant pour l'architecte est la possibilité d'explorer la notion d'espace : sa perception, sa conception, sa représentation, sa discontinuité, sa temporalité, ou sa relation au corps. L'implication du corps fait de la réalité virtuelle une interface sensible, permettant d'appréhender d'une nouvelle manière l'information et l'immatériel, de mettre à distance la réalité matérielle pour mieux la comprendre. Son utilisation en arts nous informe sur sa capacité à favoriser la collaboration, composante cruciale de la conception architecturale, et sur la richesse qui peut ressortir d'une mise en dialogue entre l'espace matériel et l'espace virtuel. En rendant possible la navigation entre les différents niveaux de réalité, la réalité virtuelle nous fait radicalement revoir notre rapport à l'espace construit et à sa construction-même, et donc la position de l'architecte dans la société.

Alors que l'utilisation d'Internet en arts a évolué d'outil technique à technologie constitutive d'un nouveau contexte socio-politique, il semblerait incomplet de s'intéresser à la technologie de réalité virtuelle pour ce qu'elle est sans considérer son rapport à la société et son potentiel à la transformer. Nous avons vu que ce qui fait la puissance de la réalité virtuelle en fait aussi son danger: la manipulation et la réinterprétation de notions psychologiques, cognitives, identitaires, sociales et corporelles pose de sérieuses questions éthiques et laisse entrevoir le risque d'une aliénation totale aux plaisirs du virtuel. Aussi bien que le contexte social, économique, politique est transformé par la réalité virtuelle, c'est lui qui va guider la manière dont elle va se développer.

IMAGINER DEMAIN

Or, ce contexte est en crise - écologique, politique, économique, sociale... L'automatisation croissante, l'augmentation de *surplus population*, la mise en réseau mondiale et l'Internet of Things annoncent la fin du capitalisme tel que nous le connaissons aujourd'hui, couplé à un néolibéralisme agressif et résilient.

Ce contexte en crise invite à l'élaboration de nouveaux projets de société, d'alternatives au système actuel, favorisant l'organisation collective, l'économie et le partage des ressources, l'interdépendance et la collaboration. L'élaboration de tels projets ouvre le champ des possibles, mobilise la critique sur le fonctionnement actuel et fédère les efforts autour d'une vision commune, une direction à suivre qui ne cherche pas pour autant à s'imposer comme but, mais qui garde une certaine flexibilité laissant le droit à l'erreur et à la reconfiguration.

La réalité virtuelle facilite l'élaboration de tels projets, voire leurs mises en place, car elle permet d'augmenter nos capacités intellectuelles et faciliter notre compréhension du monde. C'est un outil d'expérimentation qui questionne les valeurs auxquelles nous sommes attachés et nous fait reconsidérer les notions

d'être humain et d'identité. Sa complexité et son potentiel favorisent la mise en relation des individus et de leur intelligence, développe l'empathie et le partage des expériences.

STRATÉGIES DE DÉVELOPPEMENT

Concrètement, quelles stratégies de développement peut-on mettre en place dès maintenant pour favoriser une utilisation éclairée et responsable de la réalité virtuelle afin d'en tirer le meilleur ? Nous en proposons ici sept : la sensibilisation, le financement, la régulation, l'enseignement, l'accès aux outils de production, l'accès aux plateformes de diffusion et l'accès aux outils de visualisation.

SENSIBILISATION

La sur-médiatisation, l'intérêt que portent les grandes entreprises à son déploiement et la tendance dystopique des fictions contemporaines facilitent l'assimilation de la réalité virtuelle à un outil d'aliénation qui nous détacherait du réel. Il s'agit donc dans un premier temps d'informer sur les possibilités qu'elle apporte, que ça soit dans notre rapport à l'espace ou à notre identité, dans notre interaction avec l'information, dans notre réévaluation du dialogue subtil entre virtuel et réel, dans la pratique artistique, dans notre approche de la collaboration ou encore dans notre relation à l'espace construit et à la fabrication. Cela passe bien évidemment par le discours, mais aussi par la création d'expériences inédites et expérimentales, comme le proposent le *Virtual Dream Center* ou le studio *Monochrome*. Il ne s'agit pas que de louer la réalité virtuelle comme outil émancipatoire, mais également de regarder en détails quels sont les risques liés à son utilisation, aussi bien d'un point de vue psychologique que politique ou éthique.

FINANCEMENT

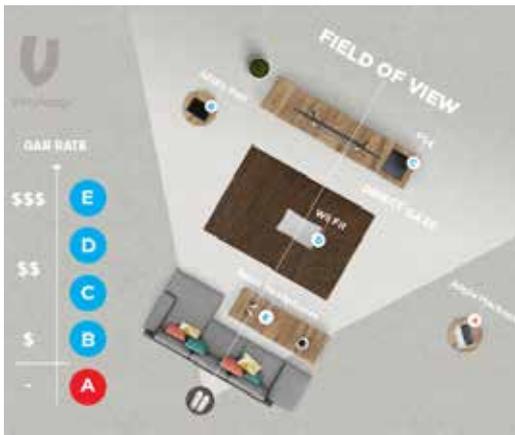
Afin de bien comprendre ces risques et ces avantages, il est crucial de financer intensivement la recherche, que ce soit en neuropsychologie, en histoire des médias ou en sciences de l'information. En Novembre 2017, l'organisation à but non lucratif européenne *EUVR*, dédiée au développement de l'industrie VR en Europe, a officiellement soutenu l'utilisation du *Gaze-at-Ratio (GAR)* comme standard de mesure publicitaire¹⁴². L'algorithme GAR, développé par *VirtualLeap*¹⁴³détermine la valeur que prend le regard de l'utilisateur vis-à-vis d'un objet publicitaire dans l'espace virtuel, en fonction de sa distance à l'objet, son orientation et le temps passé dans le champ de vision de l'utilisateur. D'après les créateurs de l'algorithme, cette approche « passive », où la publicité est intégrée dans l'environnement ou dans la narration, permet de financer la production d'expériences virtuelles tout en évitant les publicités trop intrusives et distrayantes qui peuvent grandement réduire la qualité globale de l'expérience.

¹⁴² Amir-Esmaeil Bozorgzadeh, Thomas Balouet, et Hossein Jalali, « European VR companies institute standards for watching you watch ads », *Venture Beat*, 29 Novembre 2017, <https://venturebeat.com/2017/11/29/european-vr-companies-institute-standards-for-watching-you-watch-ads/>.

¹⁴³ Amir-Esmaeil Bozorgzadeh, Thomas Balouet, et Hossein Jalali, « The VR industry needs to avoid intrusive ads for as long as possible », *Venture Beat*, 25 Octobre 2017, <https://venturebeat.com/2017/11/29/european-vr-companies-institute-standards-for-watching-you-watch-ads/>.



Mark Zuckerberg circulant dans le public du Mobile World Congress, 22/02/2014.
 Road To VR, 2016. <https://www.roadtovr.com>.
 © Mark Zuckerberg / Facebook



Virtuleap, Gaze-at-Ratio Illustration, 2017.
 VentureBeat, consulté 15/12/2017.
<https://venturebeat.com>
 © Virtuleap

Ils envisagent déjà l'ajout de paramètres de mesure supplémentaires quand les technologies seront disponibles, comme la dilatation de la pupille, la fréquence cardiaque et respiratoire ou la température de la peau... Il est vrai que la création de contenu reste une aventure financièrement risquée, mais souhaitons-nous pour autant introduire dans l'espace virtuel des publicités toujours plus personnalisées et/ou non-identifiables en tant que tel ?

Certaines alternatives de financement peuvent être envisagées, comme la crypto-monnaie *Matryx* évoquée en partie 2. Sur ce point, nous rejoignons l'avis de Nick Srnicek et Alex Williams¹⁴⁴ : c'est au gouvernement de fournir des investissements sur le long terme, car il n'est pas contraint par la rentabilité – c'est d'ailleurs lui qui est à l'origine de la plupart des projets révolutionnaires comme Internet, les nanotechnologies, le micro-processeur ou le GPS. Cependant, l'orientation prise par le gouvernement en finançant telle ou telle recherche doit pouvoir se faire avec plus de contrôle démocratique qu'aujourd'hui.

RÉGULATION

Bien que vieille de presque 30 ans, la réalité virtuelle n'a pas connu de démocratisation susceptible d'inquiéter les autorités avant 2012. Cependant, elle évolue maintenant à un rythme qui dépasse toute législation et la fait tomber dans un flou aussi bien éthique que juridique. Et comme nous l'avons vu, les questions liées à la régulation sont nombreuses : par exemple dans quelle mesure le profil psychologique de l'utilisateur peut être modifié à son insu ? Doit-on condamner le crime virtuel ? Quelles données biométriques peut-on récolter, stocker et monétiser ? Quel droit de propriété existe dans l'espace virtuel ? L'absence de régulation favorise le développement et l'expérimentation de la part d'institutions privées – petites ou grandes sociétés – ou d'artistes et amateurs, qui dans le meilleur des cas s'approprient ces questions et dans le pire des cas ne les considèrent pas du tout. Pour éviter que tous les aspects de la réalité virtuelle ne se plient à un modèle capitaliste favorisant l'accumulation des profits, il devient plus qu'urgent aux institutions publiques d'encadrer ce développement, et ce de manière éclairée en faisant appel aux différents spécialistes concernés.

ENSEIGNEMENT

La complexité technique et l'approche transdisciplinaire requise font de la production d'expériences virtuelles un format non adapté à l'enseignement actuel, très sectorisé et s'effectuant sur des temporalités courtes (aspect bloquant pour Constantinos Miltiadis, cf entretien en annexe). Pour autant, les avantages à explorer cette nouvelle technologie sont considérables, notamment pour les architectes. Au même titre que les logiciels de conception 3D, favoriser l'enseignement des logiciels de conception en réalité virtuelle dans les écoles d'architecture à travers une approche pluridisciplinaire pourrait favoriser l'exploration conceptuelle de ce medium et ses possibilités d'application.

¹⁴⁴ Nick Srnicek et Alex Williams, *Inventing the Future: Postcapitalism and a World without Work*, 2016. Op. cit.

ACCÈS AUX OUTILS DE PRODUCTION

Comme nous l'avons vu dans la pratique artistique avec l'exemple du *Post-Internet Art*, *Fruity Loops* ou *Processing*, le mode d'accès aux outils de production est crucial dans le développement d'une approche critique sur et par le médium, et c'est dans la diversité des productions que s'enrichit la qualité globale. Une approche open-source serait idéale, permettant aux utilisateurs d'accéder au code source, de le modifier et de participer activement à l'amélioration de l'outil de production, comme le permet la plateforme *GitHub* – pour l'instant la plus grosse collection de projets open-source. Mais cette approche nécessite de nouveaux modèles économiques permettant aux éditeurs de logiciel libre de survivre financièrement sans se plier aux règles du marché. Actuellement, cela passe par des dons de particuliers ou de fondations, un financement de l'Etat, ou la mise en place d'une licence spécifique pour les entreprises (ce qui rend le logiciel plus vraiment open-source). Il faut alors réfléchir à des nouveaux modèles économiques rendus possibles par les nouvelles technologies.

L'exemple du moteur de jeu *Unreal Engine* est parlant et prometteur : début 2015, son éditeur *Epic Games* rend l'accès au moteur de jeu gratuit, tant que les revenus commerciaux ne dépassent pas 3 000\$ par jeu et par trimestre – dans ce cas 5% des revenus sont prélevés. Cette initiative encourage les amateurs et petites entreprises à expérimenter et développer leurs propres expériences VR, sans pour autant faire de concession sur la qualité. Car comme nous le confirment Vincent Barué de *Foundation* et Jean-Baptiste Lenglet du *Virtual Dream Center* – cf entretiens en annexe – l'*Unreal Engine* est un outil extrêmement puissant et flexible, très peu limitant. Dans le cas du VDC, c'est d'ailleurs ce nouveau système de licence qui a déterminé le format du projet, initialement pensé sous forme de livre. Mais comme pour *Processing*, c'est tout l'écosystème collaboratif gravitant autour du moteur de jeu qui en fait sa richesse : nombreux tutoriels, entraide communautaire sur les forums, *marketplace* participative... Actuellement, *Epic Games* est en train de mettre en place '*Unreal Engine for enterprise*' à destination des sociétés qui souhaiteraient utiliser le moteur de jeu pour des applications autres que du jeu vidéo – par exemple visualisation architecturale, visualisation de données, ou films d'animation – mais qui n'ont pas le bagage technique ou l'infrastructure leur permettant d'exploiter pleinement le logiciel. *Epic Games* propose alors de développer une offre de support dont le coût et la forme peuvent être personnalisés en fonction des besoins précis de chaque entreprise.

ACCÈS AUX PLATEFORMES DE DIFFUSION

Nous l'avons vu pour *Soundcloud* et *OPENSTUDIO*, l'existence de plateformes de partage gratuites et ouvertes à tous est tout aussi important que l'accès aux outils de production – il n'est en effet pas utile de pouvoir créer facilement du contenu si les expériences ne sont pas partagées. Là encore, de nouveaux modèles économiques sont à inventer pour faciliter ce partage : investissement public, utilisation de la *blockchain* pour connecter directement créateurs de contenu et utilisateurs... Actuellement il n'existe pas de telle plateforme, les principales étant *SteamVR* et *Oculus Store*, tous deux se réservant le droit de refuser l'expérience proposée. Le statut ouvert d'une plateforme de partage

d'expériences virtuelles est discutable, étant donné les impacts psychologiques qu'elles peuvent avoir sur les utilisateurs : là encore, il faudra définir qui exerce ce contrôle, de quelle manière et sur quels critères.

ACCÈS AUX OUTILS DE VISUALISATION

Enfin, il faut faciliter l'accès aux technologies de visualisation. Pour l'instant, les casques d'immersion sont excessivement chers (400€ pour un *Oculus Rift*, 700€ pour un *HTC Vive*, sans compter le coût de l'ordinateur haut de gamme requis pour faire tourner les simulations en temps réel), mais il se développe de plus en plus d'alternatives moins coûteuses – au prix d'une expérience moins immersive comme avec par exemple le *Samsung Gear VR* ou plus récemment l'*Oculus Go*. Bien que l'immersion ne soit pas d'aussi grande qualité pour des raisons purement techniques, ces options restent un bon moyen pour s'initier à la réalité virtuelle et en comprendre les concepts mis en jeu. Idéalement, il faudrait adopter une approche *open-source hardware (OSH)* comme le fait par exemple *Arduino*, dont les produits peuvent être analysés, modifiés et partagés librement, ce qui en a fait un composant privilégié en *design* expérimental. Les nouvelles techniques de fabrication comme les imprimantes 3D, désormais capables d'imprimer différents matériaux, ouvrent de nouvelles possibilités quant à la confection de *hardware* immersifs à faible coût de fabrication. Une fois encore, de nouveaux modèles économiques sont à trouver pour inciter à la conception de matériel et surtout au partage des plans de fabrication.

AU DELÀ DE LA VIRTUALISATION

Au delà de la virtualisation et de la réalité virtuelle se trouve donc un outil extrêmement puissant dont l'impact qu'il aura sur la civilisation dépend grandement du contexte dans lequel il va se développer. Nous avons la chance de nous trouver à une période charnière de l'histoire où des possibilités de réorganisation radicales sont envisageables. Il faut saisir cette chance pour extraire le meilleur de cette technologie, sans nécessairement attendre l'établissement d'un nouveau modèle de société, car c'est en partie par la manipulation-même de cet outil que de nouvelles directions pourront être imaginées et poursuivies. Il faut faire dialoguer la réalité virtuelle avec son contexte pour créer une véritable synergie susceptible d'améliorer la condition humaine. Les stratégies énumérées précédemment peuvent être considérées comme point de départ pour un développement renforçant l'intellect humain, la collaboration, la mise en relation des individus et les interconnexions toujours plus complexes.

Il est souvent craint que le virtuel prenne le pas sur le réel et vienne le remplacer, que l'on s'enferme toujours plus dans des mondes immatériels qui ne sont pas ancrés dans le réel. Le problème est plutôt de comprendre pourquoi, dans certains cas, le virtuel est préféré à la réalité matérielle ? Si ce n'est qu'un simulacre de la «vraie» réalité, comment expliquer son attrait ? Qu'est ce qui en poussent certains à préférer interagir virtuellement que physiquement ? La position est ici d'affirmer que ce sont des raisons politiques, économiques, sociales et normatives, qui limitent et cadrent nos interactions physiques. Si l'on

veut éviter l'enfermement de l'humain dans le virtuel, il faut alors encore plus favoriser et valoriser ces interactions physiques, notamment via la remise en question de l'architecture, cadre de toute interaction sociale. La réalité virtuelle permet d'enrichir cette remise en question, comme nous l'avons vu tout au long de ce mémoire. Au delà de la réalité virtuelle, il y a donc l'humain, et l'ensemble des relations qu'il peut entretenir avec son environnement.

ANNEXES

ENTRETIENS

Virtual Dream Center **Jean-Baptiste Lenglet** **& Jean-Baptiste Geley**

Contact :

<http://virtualdreamcenter.xyz/en/>

Le Virtual Dream Center est un centre d'art virtuel, un espace d'exposition autonome co-fondé par Jean-Baptiste Lenglet et Jessica Boubetra. Son activité principale est la production et la diffusion d'expositions virtuelles conçues spécifiquement pour l'application, dans une architecture considérée comme œuvre d'art en soi. Il cherche à développer de nouvelles formes d'expériences artistiques en intégrant des principes du jeu vidéo comme la navigation et d'interactivité.

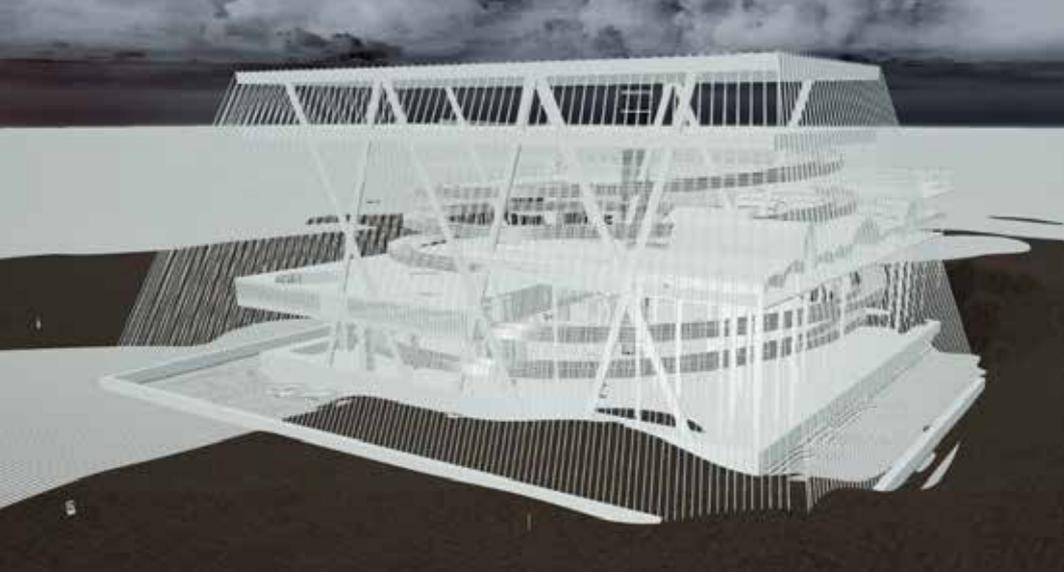
Pour sa version 2.0, la quatrième application du VDC disponible depuis le 1er novembre 2017 inaugurant la deuxième saison, le centre d'art collabore avec l'architecte Jean-Baptiste Geley qui s'est vu confier la conception du décor accueillant le visiteur, une architecture virtuelle en collaboration avec le sound designer Julien Loubère. Son œuvre, intitulée Compactus, est un bâtiment qui revisite de manière citationnelle différentes architectures muséales : la grotte de Lascaux, le Parthénon, la villa Rotonda d'Andrea Palladio, la cathédrale Notre Dame d'Amiens, le Crystal Palace de Joseph Paxton, le Centre Pompidou de Richard Rogers, Renzo Piano et Gianfranco Franchini.

30/10/2017

Adrien Grigorescu (AG) / Comment la conception du hall d'accueil a-t-elle été abordée par un architecte ?

Jean-Baptiste Geley (JBG) / J'étais tout d'abord intéressé par des questions techniques de modélisation en temps réel, mais surtout par l'organisation de l'espace dans un musée virtuel par rapport à un musée physique, que j'ai abordé de manière artistique, sociale et culturelle : par exemple comment laisser place à la part artistique tout en permettant au visiteur de s'approprier l'espace ? De la même manière qu'on choisit un matériau pour un élément de construction, j'ai pour ma part choisi de travailler avec la matière virtuelle qu'on peut trouver sur Internet. Je suis alors parti de la banque de données gratuite Google Warehouse, où on peut trouver de nombreux modèles de différents types de musée comme les grottes de Lascaux ou la villa Rotonda de Palladio. J'ai trouvé intéressant que chacun puisse ajouter ses propres modèles à la base de données, que chacun puisse

1. Jean-Baptiste Geley, *Lobby pour le VDC 2.0*, 2017.
2. Nicholas Steindorg, *Zach_Version.1.0*, 2016. VDC 1.0
3. Benoît Aubard, *Mauvaise porte*, 2017. VDC 1.3
Virtual Dream Center, consulté 17/12/2017.
<http://virtualdreamcenter.xyz>
© Virtual Dream Center



s'approprier l'architecture. Parfois les bâtiments sont parfaitement modélisés, parfois ils utilisent des techniques d'écriture peu communes comme la photogrammétrie. J'ai voulu de me destituer de ça et d'en faire un assemblage spatial de modèles 3D nommé Compactus. Ainsi, chacun peut y retrouver des signes avec lesquels il est familier. Au fur et à mesure, nous en sommes venus à définir les espaces d'exposition et c'est vraiment là l'aboutissement du travail, l'appropriation d'un espace, comme «en vrai». J'ai également trouvé ça intéressant d'explorer de nouveaux modes d'appréhension de l'espace, de pouvoir jouer dedans, se déplacer. C'est une nouvelle forme de projection complètement différente de la représentation en perspective ou les autres outils classiques de représentation.

AG / Quels ont été les outils utilisés pour cette conception ?

JBG / Essentiellement Rhino pour redessiner les modèles SketchUp afin de se les réapproprier.

Jean-Baptiste Lenglet (JBL) / Pour ma part, je compile la production de l'architecte et celle des artistes sur Unreal. Avec le Virtual Dream Center, nous sommes très intéressés de travailler avec le monde de l'architecture, que l'on considère bien plus en avance que le monde de l'art sur l'utilisation de la réalité virtuelle. Je pense que ça intéresse également les architectes, car c'est une production absolument artistique et spéculative. L'architecte est complètement libre donc l'espace proposé devient un espace de création pure, produit d'une recherche architecturale sans contrainte. C'est l'essence du VDC : laisser totale liberté aux artistes, dont l'architecte. Dans ce cadre très ouvert, Jean-Baptiste a fait une vraie proposition conceptuelle d'architecture du même ordre qu'une maquette ou un dessin. On n'a pas besoin de la construire pour qu'elle existe. C'est un vrai bâtiment qui intègre l'histoire de l'architecture avec la revisite d'une architecture canonique à chaque étage. La première proposition architecturale pour le VDC 1.0 était plus d'ordre urbanistique. La deuxième a été réalisée par un artiste, donc elle était plus de l'ordre de la reconstruction que de la proposition. La troisième a été réalisée pendant un workshop d'étudiants à Malaquais, qui lui donnait un caractère plus décousue et très orientée jeux vidéo dans l'esthétique et l'interaction. Avec Jean-Baptiste, nous avons affaire à une vraie œuvre signée.

AG / Quel est le rôle de l'espace d'exposition par rapport à ce qui est exposé ? Peut-on considérer que c'est fondamentalement différent du monde physique, où la plupart des œuvres sont présentées dans un *white cube*, puisqu'il y a ici possibilité de créer des espaces aussi riches que les œuvres exposées et capables de créer un vrai dialogue ? Comment se passe la collaboration entre le Virtual Dream Center, l'architecte et l'artiste ?

JBG / Comme dans le monde physique, il y avait un programme défini avec le nombre d'artistes, le type d'œuvre exposée etc... Pour la conception architecturale, nous avons choisi de proposer un espace appropriable dans lequel les artistes se placent où ils le désirent. Le virtuel est très souple et permet de faire de nombreux aller-retours. On peut alors facilement changer les éléments de place, sans attendre la livraison du chantier pour se rendre compte de l'espace produit. De plus, des questions techniques sont dégagées comme la ventilation ou l'éclairage.

JBL / En plus des œuvres exposées dans le hall d'accueil, les autres œuvres sont exposées dans des espaces séparés par un point de téléportation. On revient un peu sur cette

idée de *white cube* mais le niveau est complètement vierge, il n'y a même pas besoin de murs. L'artiste peut absolument tout y faire. Chaque artiste conçoit son propre espace d'exposition.

AG / Pourquoi utiliser la téléportation ? N'est-ce pas une manière d'éviter le dialogue qui peut se créer entre l'œuvre d'art et son espace d'exposition ?

JBL / Il y a une question pratique qui permet une optimisation technique, mais sur le fond, cela libère à la fois l'architecte et l'artiste : on n'est pas obligé d'adapter l'œuvre de l'artiste à l'architecture ou l'inverse. Dans certains cas, l'œuvre peut même complètement redéfinir l'architecture.

AG / En disant ça, j'ai l'impression que tu considères que l'architecture du musée, même virtuelle, impose des contraintes sur l'exposition de l'artiste. En voulant se libérer des contraintes du réel, on en retrouve de nouvelles ?

JBL / Pour moi, la véritable architecture d'une application comme la nôtre, ce n'est pas la modélisation, mais plutôt l'arborescence des niveaux par exemple. Cela pose de nouvelles questions d'ordre architectural, mais les bâtiments modélisés ne sont qu'un artefact d'architecture. Cela reste une proposition d'architecture mais c'est plus de l'ordre du décor.

JBG / C'est aussi une pensée artistique *sur* l'architecture. L'architecture de l'application est bien l'arborescence des niveaux. Ce qui m'intéresse vraiment est l'aspect culturel qui questionne ce qu'est l'architecture. C'est plus une œuvre d'art explorable qui parle d'architecture plutôt qu'une architecture fonctionnelle.

AG / Les artistes sont-ils intéressés de collaborer avec des architectes afin de générer un nouveau rapport entre œuvre d'art/espace d'exposition, leur permettant par exemple d'avoir un nouveau regard sur leurs propres productions, ou bien préfèrent-ils rester en contrôle total de l'espace d'exposition ?

JBL / C'est du cas par cas mais le Virtual Dream Center est de nature collaborative. Les contraintes techniques d'Unreal et l'intégration des œuvres de l'artiste entraîne forcément un dialogue. La plupart des artistes ont une vision assez «simple» de l'architecture et c'est là que ça devient intéressant de travailler avec des architectes. Les architectes ont bien plus de liberté par rapport à la conception d'un univers 3D, un sens de l'espace complètement différent d'un peintre, sculpteur ou vidéaste. L'enjeu du travail des artistes n'est pas dans l'architecture - mais ça peut être le cas pour les sculpteurs comme Anne-Charlotte Yver dans le VDC 1.0, dont les sculptures sont en prolongation de l'espace.

AG / Quelle est votre vision sur la relation entre réel et virtuel ? Certains artistes produisent des œuvres virtuelles spécifiquement pour les VDC, d'autres produisent des œuvres physiques numérisées, d'autres encore sont ensuite reproduits dans des galeries physiques [comme le projet d'Anne-Charlotte Yver qui a été exposé à Pantin]. Quelles relations s'établissent entre le musée virtuel et la galerie physique ?

JBL / C'est pour nous le vrai enjeu du VDC. On a mis en place cet espace d'exposition virtuel et maintenant nous réfléchissons à comment donner une réalité aux œuvres avec des expositions physiques, tout en y intégrant le virtuel et la réalité virtuelle. Il y a un vrai potentiel à exploiter. Pour Anne-Charlotte, le VDC était de l'ordre d'un prototype qui a permis

la concrétisation du projet dans le monde physique.

AG / Ce retour à l'espace physique est-il un enjeu commercial ou conceptuel ? Est-il difficile de financer un projet virtuel ?

JBL / Les deux. C'est encore dur de vendre et il y a en effet un blocage à être 100% virtuel, mais qui est celui du marché de l'art de manière général. C'est un secteur extrêmement pointu qui a un public très restreint. Il y a aussi beaucoup d'a priori sur le virtuel, le jeu vidéo... revenir au physique permet de sensibiliser. Ça devient de l'art au même titre qu'une sculpture. Mais il y a aussi un vrai enjeu artistique à explorer l'interaction entre espace réel et virtuel. L'exemple d'Anne-Charlotte est très gratifiant.

JBG / [*ndla* : compagnon d'Anne-Charlotte] Les principes mis en place dans le virtuel ont été réutilisés. Cela lui a permis de comprendre des choses et a servi à la fois d'exutoire et d'analyse de ce qu'elle pouvait faire.

JBL / Tout à fait. Elle a d'abord modélisé dans Sketchup mais l'insertion dans Unreal lui a permis d'expérimenter l'espace, ce qui a alimenté le projet en retour.

JBG / Cela soulève également des questions d'ambiance, par exemple avec la bande-son, ce qui renforce l'expérience et intensifie la stimulation.

AG / Est-ce d'ailleurs une piste que tu souhaiterais explorer ? Par exemple via la création d'espaces jouant avec la perception des sens, beaucoup plus qu'avec l'architecture construite ?

JBG / Pour moi, ça me sert de médium pour pouvoir présenter l'architecture, faire comprendre de nouvelles dimensions et faire découvrir de nouveaux champs de possibilités. Il y a par exemple la possibilité d'archiver dans le virtuel les projets non construits, ce qui permet de transmettre la philosophie de l'architecte et son approche. Comment l'espace est perçu si on y rajoute de la musique ? Et si on change les couleurs ou l'éclairage ? L'exploration virtuelle devient une vraie exploration conceptuelle. Au même titre que n'importe quel logiciel de représentation 2D, ça vaut le coup d'apprendre à maîtriser ces outils. Chacun des logiciels utilisés influence l'écriture architecturale ou artistique, en la limitant ou l'amplifiant. Par exemple le passage de Sketchup à Rhino change les intuitions, les manières de poser un volume et travailler la modélisation. Le passage à Unreal est encore différent et très intéressant car il ouvre de nouvelles manières de composer et de faire. Certaines personnes sont très critiques ou réticentes de l'inclusion du « jeu vidéo » dans l'architecture mais c'est une forme culturelle et sociale de notre temps, et il faut s'en emparer.

JBL / J'ai l'impression que la perception est différente dans le monde de l'architecture... le côté jeu-vidéo a l'air d'être mieux accepté. Il y a de vraies questions qui sont soulevées : l'architecture virtuelle est-elle une architecture ?

AG / Quelles sont les pistes d'exploration que vous privilégiez actuellement ? Est-ce la dissociation avec tout espace physique ? L'aspect interactif ? Ou encore le retour à l'espace physique avec la matérialisation de ce qui est produit ?

JBL / Il est vraiment essentiel de comprendre que réel et virtuel ne sont pas opposés. C'est un a priori négatif que la plupart des gens ont. C'est ce lien entre virtuel et réel qui est le plus

intéressant à mon sens. Pour un artiste, le virtuel est un médium à part entière au même titre que la peinture, mais il est extrêmement riche en termes de signes et de possibilités expressives. Le virtuel peut être considéré comme une feuille de brouillon où on pose des idées et ça impacte notre réalité. Le plus excitant serait d'inventer de nouvelles choses dans le réel, comme par exemple la fait l'impression 3D. Il y a un potentiel énorme mais peu d'idées vraiment nouvelles. La plupart du temps on réplique ce qui existe. L'idée du Virtual Dream Center est vraiment de se concentrer sur la production de nouveaux types d'œuvres. Si on regarde la plupart des musées virtuels aujourd'hui, ça reste très représentatif de l'espace construit.

AG / Peut-on imputer ça aux outils de production ou de diffusion ? Ou bien est-ce un problème conceptuel qui nous empêche d'imaginer autre chose que ce qui est connu ?

JBL / Je pense que c'est avant tout une raison commerciale : pour vendre le projet, il faut le rendre familier puis ça devient difficile de se détacher de la représentation pour proposer de nouveaux concepts. Mais il y a aussi le problème des outils, c'est quand même très lourd à apprendre et à manipuler.

AG / Vous envisagez un passage du Virtual Dream Center en réalité virtuelle ?

JBL / Oui c'est l'étape d'après. L'utilisation de la réalité virtuelle change complètement les règles. Je pense que si on avait travaillé avec le casque, ça n'aurait pas donné la même architecture. À l'avenir, nous aimerions inviter des artistes qui se concentrent sur la réalité virtuelle car ça ne crée pas les mêmes œuvres d'art : il faut penser la navigation, les interactions... La plupart des œuvres actuelles sont faites dans Tilt Brush car c'est la solution la plus évidente, la transposition directe des médiums classiques. De notre côté, nous souhaiterions que l'artiste exposé développe son propre Tilt Brush, qu'il explore les outils à disposition. Pour ma part, je vais commencer à travailler avec le casque sur la transposition d'une pièce vidéo existante en réalité virtuelle. Mais il faut réaliser que la réalité virtuelle n'est pas du tout encore démocratisée, et il y a aussi le problème du visiocasque : son prix, les contraintes amenées par les capteurs, l'isolement vis-à-vis de l'espace physique...

AG / En discutant, j'ai l'impression qu'il y a un rapport très fort entre l'œuvre produite, d'un point de vue artistique et conceptuel, les outils qu'on a à disposition et les contraintes physiques de réalisation, comme par exemple le besoin de mettre un casque, acte physique très concret qui impacte fortement la manière dont on pense l'œuvre ou l'exposition.

JBL / En effet, c'est quelque chose auquel je suis sensible car la pièce est faite en fonction des contraintes d'exposition classiques du monde de l'art, mais aussi de la signification des gestes - par exemple suspendre ou poser sur le sol.

JBG / L'utilisation du médium écran n'est qu'une question d'usage. Le casque est pour l'instant très lourd pour parler d'architecture. C'est très intéressant pour concevoir mais moins pour l'intelligence sociale : on «aveugle» son interlocuteur alors que l'objectif est de le resituer dans un cadre réel. À l'inverse, l'écran est aujourd'hui considéré comme concret et réel, tout le monde en est familier donc ça reste un bon outil pour communiquer.

JBL / C'est un problème d'ordre général pour la réalité virtuelle. Pour l'instant, ça reste une

expérience solitaire. Dans le cadre du Virtual Dream Center, on cherche surtout à créer du lien entre les individus qui participent au projet, en questionnant les relations de travail entre artistes et architectes qu'on a pas forcément dans nos pratiques respectives. Un nouveau dialogue s'opère, du moins dans la réalisation. Dans la réception, c'est là où le présenter dans un contexte réel peut être utile.

AG / Vous êtes déjà en contact avec des musées ou galeries ?

JBL / Quelques-uns mais c'est encore un peu tôt. Les casques ne sont pas assez démocratisés et ça nécessite beaucoup d'argent à investir. Les marques de luxe mises pas mal dessus mais ça reste rare.

AG / Le mode d'accès aux outils est-il important ? Par exemple le fait qu'Unreal soit gratuit, avec un écosystème riche en tutoriels et supports ?

JBL / Oui tout à fait. Le projet Virtual Dream Center devait au début être un livre mais quand Unreal a annoncé leur nouveau système de licence, nous avons complètement refaçonné le projet. Unreal est utilisé par de nombreux studios de jeux-vidéos donc c'est un outil puissant très peu limitant. C'est très bien vu de leur part de l'avoir rendu gratuit car le prix aurait été un vrai problème pour pousser les artistes à l'utiliser. La gratuité, les nombreux tutoriels et la grande communauté motivent à apprendre.

Monochrome

Guillaume Nicollet

Contact :

<https://www.monochrome.paris/>

Monochrome est un studio de production 3D créé en 2016 par Axel Aubert, Guillaume Nicollet et Jean-Bernard Grasset. Ils se concentrent principalement sur la production d'expériences 3D temps-réel en réalité virtuelle pour des marques de luxe ou des institutions culturelles comme Dior ou la DSL Collection. En parallèle, ils mènent une démarche collaborative avec des artistes souhaitant explorer ce médium, comme Yang Yongliang ou Ines Alpha & Panteros666. Leurs productions ont été exposées et récompensées lors d'événements reconnus comme le festival Kaleidoscope à San Francisco.

13/11/2017

Adrien Grigorescu (AG) / Comment en êtes-vous arrivés à créer Monochrome?

Guillaume Nicollet (GN) / On travaillait ensemble chez ultranoir, un studio de webdesign qui produit des expériences immersives en webGL. On explorait la réalité virtuelle ponctuellement : Axel faisait déjà de la 3D temps réel, moi j'étais plus sur l'image et un peu de son. On a commandé un Oculus Rift, et on a vraiment été bluffé. On a alors décidé de se lancer dedans à plein temps.

AG / Pourquoi avoir décidé de se concentrer principalement sur la réalité virtuelle, plutôt que la réalité augmentée ou mixte ?

GN / Aujourd'hui, beaucoup de débats tournent autour du casque. Pour l'instant ce sont de mauvaises interfaces, qui commencent à être pas mal mais ne seront bien que dans une dizaine d'années. La qualité commence à devenir acceptable, suffisante pour s'y projeter donc ça permet de créer un marché. De notre côté, nous essayons de tirer profit des défauts de l'interface et nous essayons de développer une réelle scénographie autour de nos diffusions, dans des salons ou des musées : comment le présenter, avec quels outils... L'interface mobile et la réalité augmentée participeront fortement à la démocratisation car la qualité augmente rapidement - il est maintenant possible de rajouter des caméras pour détecter les mouvements du corps et favoriser l'interaction. Ça reste un peu cher mais ça deviendra vite accessible. Mais notre intérêt se porte surtout vers la réalité virtuelle, qui permet de se détacher de la représentation réaliste, d'explorer la temporalité ou de déformer

1. Ines Alpha & Panteros666, *Hyper Alliance*, 2017.

2. Yang Longyang, *Eternal Landscape*, 2017.

3. Monochrome, *Made In Labs Factory*, 2017.

Monochrome, consulté 17/12/2017.

<https://www.monochrome.paris>

© Monochrome



l'espace. C'est une porte vers l'imaginaire, qui ne remplacera sans doute pas ce qui est fonctionnel, et les gens ont encore du mal à s'y intéresser, car il faut pouvoir se projeter au-delà du quotidien. La réalité augmentée est une porte vers le futur de notre quotidien, les gens sont plus familiers. Nous cherchons à faire du creative content, à créer des passerelles vers l'imaginaire. Par exemple, nous souhaiterions recréer des environnements célèbres, comme l'exposition universelle de 1889 ou l'usine du film Metropolis, mais en y ajoutant une touche personnelle, par exemple des shaders reproduisant la colorimétrie et la distorsion des films des années 50, comme si on vivait le film. On comprend que les gens soient déçus par la VR car beaucoup de projets actuels reproduisent des environnements existants, et souvent mal. On reproche aussi souvent un manque de contenu mais c'est normal, les ressources humaines sont extrêmement dures à trouver.

AG / Quels sont les profils avec lesquels vous êtes amenés à travailler ?

GN / Majoritairement, on travaille avec des marques de luxe ou de sport pour des productions in-store. Cela nous permet de financer notre activité artistique que nous développons en collaboration avec des artistes qui souhaitent recréer leur univers en VR, comme Yang Yongliang ou Inès Alpha et Panteros666. On apprécie vraiment leur regard, qui n'a rien à voir avec les constats du quotidien. Ça nous permet de nous adapter à leurs méthodes et d'explorer de nouvelles visions. Par exemple avec Panteros et Inès, on réfléchit au futur du clip musical en VR, à la possibilité de faire des concerts en VR... Ce ne sont pour l'instant que des questions... Au début, on avait un peu peur de travailler avec des artistes ou des architectes, qu'on pensait hermétique au médium mais certains d'entre eux ont très bien compris le potentiel créatif. Par exemple, certaines agences d'architecture qui maîtrisent déjà la modélisation 3D dans les moindres détails nous a contacté car elles souhaitent introduire dans leurs projets une dimension de storytelling avec notre touche personnelle. Ils veulent pouvoir présenter un projet architectural non pas en en se déplaçant dans un environnement blanc aseptisé, mais plutôt proposer une immersion qui incorpore des éléments de narration, de l'interaction...

AG / Par rapport à l'architecture, je m'intéresse beaucoup dans mon mémoire à la notion d'espace-temps, et la possibilité de discontinuité offerte par la VR. C'est quelque chose que vous avez exploré ?

GN / Sur la temporalité un peu. On s'est rendu compte qu'avec le leap motion ou les contrôleurs, on peut faire bien plus que déplacer des objets : on peut interférer toute l'image, comme déchirer l'écran et arriver dans un autre espace. On a fait quelques prototypes sur la manipulation du temps... On aimerait sortir en 2018 notre première expérience VR sous notre propre nom. Plus qu'un nouvel outil, c'est pour nous surtout un moyen d'amener du rêve et de la fantaisie dans des expériences «classiques». Il y a un vrai potentiel d'émerveillement, impossible à obtenir avec les autres media comme le site web ou le film. Avec l'automatisation du travail et la démocratisation des outils de production - comme les plateformes WiX ou Wordpress - beaucoup de métiers de la création numérique (graphiste, UX Designer...) vont disparaître, et il ne restera plus que la conception de contenu créatif.

AG / L'idée du studio est donc d'amener une réelle plus-value artistique, plus que technique ?

GN / Absolument. On vient tous les trois du monde de l'image donc on voulait développer des expériences visuelles. Maintenant qu'on a expérimenté avec l'interaction, on veut

produire une expérience intégrale avec musique, narration... Nous ne cherchons pas à faire des expériences de gaming.

AG / Vous avez déjà une idée pour la diffusion d'une telle production ?

GN / On mise beaucoup sur les productions annexes à l'application, comme les vidéos 360° ou les capture d'image. Ça permet aux gens de se projeter sans tester. Sinon nous avons dans nos locaux une borne accessible au public certains jours. Quand c'est une production pour un client, c'est souvent dans un espace déterminé comme un salon ou un musée, mais en France c'est encore très marginal. Quand on fait un musée virtuel, lui-même exposé dans un musée physique, comme c'est le cas pour la DSL Collection, ça pose de nouvelles questions.

AG / Justement par rapport à ça, j'ai l'impression que ces nouvelles questions ne sont que peu abordées. Je pense par exemple à l'évolution du Net Art, dont l'existence dépend d'Internet, en Post-Internet Art qui se concentre sur la critique de l'influence d'Internet sur nos modes de vie. J'ai l'impression que cette critique ne se fait pas du tout en VR...

GN / Oui c'est vrai, ce qui est complètement paradoxal car les enjeux éthiques sont énormes. Mais les gens ne s'inquiètent pas car ça ne se répand pas comme d'autres technologies. Il faut aussi faire attention avec des mouvements comme le Post-Internet Art car si certains artistes font ça très bien, j'ai l'impression que l'aspect déconstruit et la récupération des codes soulève un amateurisme qui peut nuire au message initial. Pour s'exprimer en VR, il faut faire de la VR et c'est très compliqué techniquement pour manier les logiciels de 3D ou de simulation comme Unreal et Houdini. J'ai hâte de voir s'il y aura des projets contestataires.

AG / C'est une piste que vous allez exploiter ?

GN / Eventuellement. On avait par exemple pensé à un projet qui amplifierait le phénomène de *motion sickness*. La limite du Post-Internet Art, c'est que tous les projets intéressants, conceptuellement et artistiquement, sont beaucoup trop sectaires et élitistes. A mon avis, on ne peut pas prétendre amener une révolution culturelle de masse avec un medium aussi élitiste que la VR, à une époque où tout le monde est connecté. En VR, il y aura de véritables mouvements contestataires quand chaque personne aura un casque chez elle, même si je l'espère avant. Mais ce n'est pas si simple. Paradoxalement, nous n'avons jamais eu accès à autant de sources d'informations, mais avec le phénomène d'*echo chamber*, on voit les mêmes films et on lit les mêmes articles que nos proches. Dès que quelque chose de nouveau peut changer la donne, vu que tout le monde cherche à s'exprimer sur le sujet et à s'individualiser, ça donne une réponse globale qui divise plus qu'autre chose. On l'a bien vu avec la réaction des gens après les attentats de 2015, ou pendant les élections présidentielles. Je suis persuadé que beaucoup d'électeurs d'extrême droite cherchent simplement à se raccrocher à des valeurs leur permettant de s'individualiser. Ce qui est rassurant d'un côté, car ça veut aussi dire qu'il est possible de les orienter différemment.

AG / C'est quelque chose que vous pensez pouvoir faire avec la VR ? Proposer de nouvelles valeurs avec lesquelles les gens peuvent s'identifier ?

GN / Oui, on peut tout amener avec la VR. Pour l'instant, on essaie de lancer le studio, donc on fait des projets pour des marques de luxe afin de se financer et on est en discussion avec

des artistes pour soulever des questions intéressantes. A terme, nous aimerions produire des expériences qui provoquent de l'émerveillement, car on se rend compte que ça ravive une âme d'enfant. Ça réintroduit les gens au rêve et au possible, contrairement aux autres productions actuelles plutôt dystopiques. Personnellement, je n'arrive plus à croire qu'on puisse faire passer un message par un discours intelligent car les gens n'y croient plus. C'est l'idée de révolution sans discours, où la forme peut être plus impactante que le fond. Quand je vis des expériences virtuelles fortes, je me retrouve à suivre des tendances ou courants artistiques parfois très engagés, mais qui ne m'ont initialement pas attiré par leur message. C'est un vrai coup de foudre émotionnel. J'ai l'impression que les gens arrivent à saturation, que leur relation au travail devient plus compliquée que la génération de nos parents, qui se contentaient d'avoir un travail leur permettant de vivre à côté. Aujourd'hui, on ne peut plus travailler sans passion car le niveau de vie à côté du travail a vraiment diminué, on a des privilèges qui sont très fictifs au final - comme les toboggans dans les locaux de Google alors que les employés travaillent 70h par semaine. Les gens ont besoin de revenir à des passions, à l'émerveillement qu'ils ont quand ils sont enfants. Pour atteindre cette insouciance, il faut repartir de zéro et la VR permet cela. Tout est encore à explorer. Est-ce qu'on pourra créer de la cohésion autour de la VR ? Je ne sais pas mais je le souhaite...

AG / Tu parles beaucoup de votre collaboration avec des artistes. Est-ce que le fait de collaborer avec gens qui n'avaient pas forcément les outils permettant de communiquer n'est pas déjà en soi une nouvelle forme de cohésion ?

GN / Si tout à fait. Le travail avec les artistes est basé sur une vraie collaboration, on ne se contente pas de juste introduire les assets, on doit recréer leur univers. Par exemple dans le cas de la collaboration avec Yang Yongliang, il nous a d'abord montré la scène qu'il souhaitait recréer sur Photoshop. Par la suite, nous avons échangé par Tilt Brush. Il nous montrait la disposition des éléments, nous envoyait quelques assets qu'il avait et quelques astuces qu'il a développées au cours de sa pratique. C'était la première fois que je voyais un artiste partager ses techniques de production. Mais plus que partager leurs approches, ils nous demandent en général d'aller plus loin, de rajouter de la narration ou une ambiance sonore. De notre côté, on adore ça car on ne cherche pas à avoir notre propre style pour l'instant. On est vraiment dans l'échange, contrairement à notre ancien travail dans le webdesign, où les clients nous donnaient des briefs très définis. Pour la VR, il y a peu de demandes précises car les gens ont du mal à se projeter et expliquer leurs idées. Ça nous permet d'être force de proposition et d'engager un vrai dialogue. A terme nous aimerions adopter une démarche artistique personnelle sous forme d'installations.

AG / Des installations virtuelles ou physiques ?

GN / Les deux. Le dialogue entre virtuel et réel est indispensable. Lorsqu'on présente une expérience virtuelle dans un musée, il faut avoir des œuvres physiques en correspondance qui créent un dialogue.

AG / Est-ce pour rendre l'expérience plus accessible ou c'est une vraie question de fond ?

GN / C'est une vraie question de fond. Lors de mon passage à Kaléidoscope à San Francisco, j'ai participé à une table ronde avec les *curators* du MOMA. Nous avons longtemps débattu sur le statut de l'œuvre d'art en VR. Pour moi, c'est une œuvre d'art, mais le cadre d'exposition est crucial : il faut travailler la scénographie, le rapport à l'espace... L'immersion

fait partie intégrante de l'œuvre, on ne peut pas se contenter de poser un visiocasque. Cela pose des vraies questions de fond, et c'est rassurant que des pointures comme le MOMA se posent les mêmes. Il n'y a pas de réponse toute faite, ce qui rend le dialogue intéressant. Les marques avec lesquelles on travaille pensent souvent à la personnalisation, ou la visualisation de produit. De notre côté, on essaie de les éloigner des codes existants. C'est un nouveau médium que chacun peut apprivoiser comme il le souhaite, même si ça reste compliqué techniquement.

AG / Est-ce que le mode d'accès aux outils de production comme le Unreal Engine, qui a un écosystème riche en tutoriels et support n'aident pas à démocratiser la production ?

GN / Si, sauf que la plupart des gens ont des productions similaires, car ils sont incapables de se détacher des habitudes de production plus traditionnelles. Pour l'instant, je trouve ça bien que ça ne soit pas trop démocratisé, ça laisse l'opportunité d'expérimenter librement, notamment aux artistes. Mais je pense que les outils qui ont un réel potentiel disruptif sont nécessairement compliqués. Le fait de pouvoir produire sans effort baisse le niveau général. Dans le web, nous l'avons vu avec Wordpress par exemple. En VR il faut tout maîtriser, aussi bien en modélisation/animation, qu'en *game design*, narration ou psychologie... On commence à parler de «design émotionnel».

AG / Justement en voulant contrôler les émotions des utilisateurs par des paramètres déterminés et quantifiables, tu ne penses pas qu'il y ait un risque de monétiser les ressentis ou les émotions ?

GN / Si, il suffit déjà de regarder le prix des expériences VR. Des fictions réalistes comme Black Mirror posent des questions très intelligentes sur la direction que peuvent prendre les technologies actuelles. J'espère que d'ici à ce que la VR soit démocratisée, elle sera réglementée. Mais je ne m'inquiète pas trop, tellement elle alimente des réflexions artistiques et des discussions comme on en a là. Les discussions et débats que nous avons sont de plus en plus intéressants et de plus en plus concis - les gens ne s'arrêtent plus sur la résolution du casque par exemple. Pour aller plus loin, je pense qu'il y aura très rapidement une vraie scission amorcée par la disparition du travail, mais je crois fortement dans la VR pour reconnecter les gens. Maintenant que nous avons les outils et que nous commençons à collaborer, il y a une vraie cohésion. Je suis très surpris du nombre de gens intéressés pour se fédérer autour de la VR sans aucun moment vouloir se l'approprier. Mais ça évolue très vite, et les gens qui réfléchissent aux implications de la VR sont pris de court par les entreprises comme Facebook qui investissent dans ces outils. Cela fait rentrer la VR dans un système qui exploite totalement les rouages de notre société. Dans les années à venir, nous aimerions ouvrir un atelier collaboratif ouvert à tous. Les collaborations qu'on fait pour l'instant n'ont pas trop de cohérence entre elles, mais ça nous permet de voir s'il peut se construire un discours éthique ou politique par la pratique. Pour l'instant, ça prouve qu'il est possible de créer une réelle cohésion, car la complexité du médium requiert des spécialistes de l'espace, du design ou du son, et ça ne va que s'amplifier. C'est une bonne illustration de la démarche à mettre en place. Je ne sais pas si ça va suffire, mais ça vaut le coup d'essayer.

studioany

Constantinos Miltiadis

Contact :

<http://studioany.com/>

Constantinos Miltiadis est un architecte-ingénieur diplômé de la *National Technical University of Athens* en 2012. Fondateur de l'agence *studioany* et enseignant à la *Graz University of Technology* (TU Graz) en Autriche, son activité se concentre principalement sur la conception d'environnements interactifs en réalité virtuelle et réalité augmentée, la théorie de l'architecture et les *game studies* (études du jeu). Il a été récompensé à de multiples reprises pour ses travaux et régulièrement invité à présenter sa recherche sous forme de conférences, de workshops ou de publications.

13/11/2017

Adrien Grigorescu (AG) / What is your current activity and how do you relate to Virtual Reality as an architect?

Constantinos Miltiadis (CM) / I am currently an assistant at the Institute of Architecture and Media, of the Architecture Faculty of TU Graz, where I research and teach aspects of game design and game development in the context of architecture. Here I founded a master studio course that I teach to architecture students, the last iteration being "16m² Labyrinths"¹. It is interesting how it resonates with architecture students, that validates my argument, I believe, on the proximity of architecture and the design of virtual interactive environments. My teaching and research tries to bring together aspects of architecture theory, game studies, as well as, media, film and literature studies, besides design.

My work at ETH Zurich was focused on a proof of concept for the possibility of sensible digital architectural environments, with the use of gloves, body tracking and Head Mounted Display in a virtual environment². The objective was to create a space you can walk in and do things with your bodily presence. From there on I theorized the idea of an "architectural continuum", that could include VR. In VR you have a spatial phenomenon. Can you call it architecture though? It depends on your definition of architecture I would say. Is it the design of buildings? The design of space and how we act in space? I consider architecture as the discipline and study of space, so digital space can be regarded as a platform for the extension of the architecturally relevant space. One could consider ideas in drawings as architecture³, while we now have all these technologies to draw and experience space that Brunelleschi and Alberti did not have in their time. VR could be about the experience and presence in complex notions of spacetime not possible to come across in the physical world.

1 https://iam.tugraz.at/course/studio_ss_17/

2 <http://studioany.com/projects/project-anywhere/>

3 Carpo, Mario. "The Art of Drawing." *Architectural Design* 83, no. 5 (September 1, 2013): 128–33.

1. Vesa Burjaku, *Nonmuseum*, 2017.

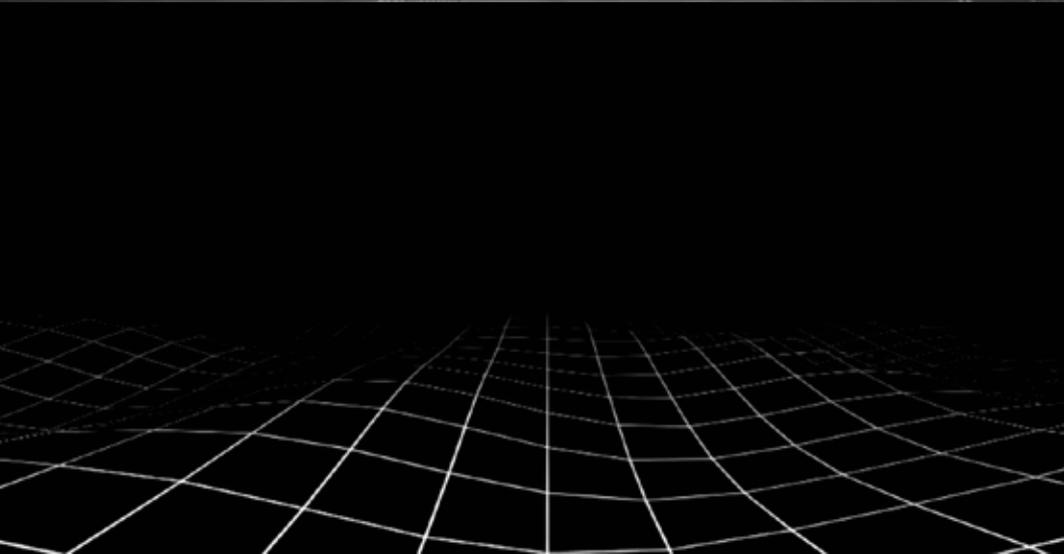
2. Valentin Moser, *Chronicles*, 2017.

3. Xavier Burkat, #o, 2017.

studioany, consulté 17/12/2017.

<http://studioany.com>

© studioany



AG / Do you try to materialize your research with built projects?

CM / No, I'm not interested in using VR for representation or for materializing buildings in the real world. I'm focused on weaving game design and architecture, and it's quite interesting to see how the physical immateriality of these environments can challenge architecture. I want to create environments, interactive or not, for the virtual domain and treat them as architecture. For example, how can you create immaterial space that still has architectural qualities? When you read a book, you adopt a passive position, you just read the lines. In videogames you have to select and make decisions in order to progress, which is beyond trivial. In game studies this property is called ergodic ⁴, and I believe it give some sort of agency to the user and the space itself.

AG / Is that a richer way to interact with your environment and apprehend space?

CM / Architecture has to do with agency on space. When you design a virtual environment, you have to give users a framework of control on the agency of space. With a film, the spectator has the agency of space delivered to them. In games, the player takes part in space. Their participation has different consequences. The other thing is that you're able to experience differently with VR as with games, you can have human interactions, play with presence, appearance, you can use your hands, body, walk around, perform actions... Lev Manovich ⁵ theorized this concept as "navigable space". Being "here" defines how you interact with space: you can design temporal aspects of space and explore spaces that are non-linear and non-Euclidean. This opens up a whole new set of experiences of space that can be developed with video games and VR. That's what I try to explore in my research and with my students.

AG / Do you think that the fact that you can explore non-linear spaces, as you say, can change our perception of the real world and how we think about built architecture?

CM / I don't know if these things are applicable or transferable, but we do still have a long way to go in exploring our perceptive potential. However, many things possible in virtual and digital spaces are inherently not realizable in physical space. Again, for me it's about what you consider architecture to be. Is it what is there to be designed or what is there to be perceived and experienced? There are a lot of different uses of VR: some people use it for psychological or sociological studies, architects often use VR to preview their designs. Who cares though if you design buildings differently in terms of software if there are no methodological implications? I am personally not interested in developing "tooling" software for design. With my students, we try to apply it to design the experience of space, different timelines, senses stimulation, narration and identity. I don't offer a thematic topic to them so they define their own problematics or phenomena they want to explore, and also approach it as a poetic medium. I believe there is a much more creative potential with these technologies than just representation of what is to be built.

AG / Have you tried to collaborate through VR? Do you think it can help people to better understand each other in different disciplines?

⁴ Aarseth, Espen J. "Introduction to Ergodic Literature." In *Cybertext: Perspectives on Ergodic Literature*. Baltimore, Md: Johns Hopkins University Press, 1997.

⁵ Manovich, Lev. "Navigable Space." *The Language of New Media*, 1998, 251-252.

CM / I am currently collaborating with electronic musicians who are exploring similar aspects in the field of spatial audio, and it is interesting how certain emergent properties like spacetime relativity that I am studying, are transferable into that domain. However, I haven't tried it yet in classes. Game design is not that easy and it encompasses skills from many disciplines. It includes concept design, storyboarding, 3d modelling, sound design, also more technical aspects like programming and so on... It is already quite challenging to cover these things in one academic semester, and come up with interesting results. One idea I was thinking was to do a "superstudio" with computer science and electronic music students. There is also, for example, this thing called a "game jam" where people gather to design a game competitively, usually in 72 hours. I am thinking to do that with my students together with game design students from the Computer Science department and see what we can come up with. There are also some ideas for doing joined classes with computer music students, which might be interesting if one regards that architects are trained on spatiality and musicians on temporality. This could incorporate or scrutinize more deeply the notion of time in architecture. Ultimately, game design and VR can help the understanding of other disciplines, but in terms of classes the one semester timeframe is too short to pursue extensive collaborations.

AG / **Your post-graduate project, the Omniproject and Intelligloves explored the implication of the body in VR. Is that something you continue to research, for example through the integration of haptics?**

CM / Not really any more. I'm not interested in the development of hardware, since there are a lot of people quite more capable than me researching the subject, and already a few commercial products available. These prototypes I had to develop out of necessity. My focus is on bridging game studies and architecture.

Foundation Vincent Barué

Contact :

<http://foundation-bnd.com/>

Foundation est une société fondée en 2014 par Vincent Barué et Nicolas Boutet, anciennement associés de l'agence d'architecture VBNB. Elle se spécialise dans la modélisation et la gestion d'actifs immobiliers au sein du groupe La Foncière Numérique, en partenariat avec des sociétés de consulting immobilier (Ackle Consulting), un éditeur de logiciels (Sopra Steria), de valorisation de l'information (La Place de l'Immobilier) et de gestion juridique et financière (Opaline). Elle intervient en phase conception-construction (BIM management, modélisation et ingénierie BIM) mais surtout en phase de gestion-exploitation (modélisation des actifs existants, maintien à jour des maquettes numériques, gestion de bases de données architecturales et techniques) pour un total 15 salariés et 2 fondateurs.

13/11/2017

Adrien Grigorescu (AG) / Quelle intérêt trouvez-vous à utiliser la réalité virtuelle ou augmentée dans votre pratique ?

Vincent Barué (VB) / Nous sommes spécialisés dans l'immobilier donc nous nous concentrons sur l'exploitation, la gestion et la maintenance des bâtiments, ce qui représente 98% du cycle de vie d'un bâtiment et génère 80% de son coût global. Notre métier de base est l'utilisation du BIM pour la création d'un référentiel unifié de données immobilières (incluant la maquette numérique BIM). Dans ce cadre-là, nous développons des applications de réalité virtuelle pour la commercialisation, de réalité augmentée pour la maintenance, ainsi que la conception de films, visuels et visites en temps réel. Il faut bien faire la distinction entre ces différentes notions : la réalité virtuelle est une interface qui immerge à l'échelle 1 et isole du monde réel, la réalité augmentée est une augmentation de la réalité et la visite en temps réel peut se faire sur écran, à distance ou sur site mais ce n'est pas une visite virtuelle à échelle réelle car il n'y a pas d'interface qui permette de se projeter.

AG / Les demandes de prestation viennent-elles de l'exploitant ?

VB / Oui mais également du propriétaire, car c'est un outil d'aide à la vente. La maquette numérique permet de bénéficier de suite de toutes les informations et le fait de pouvoir

1. Fondation Luma, 2016.
2. Appartement type, 2017.
3. Bataclan, 2017.
Foundation, consulté 17/12/2017.
<http://foundation-bnd.com>
© Foundation



extraire des films, images ou photosphères est très valorisant lors de la vente. Les visites virtuelles et la possibilité de modifier l'aménagement en temps réel sont des outils de valorisation et de communication qui permettent aux futurs locataires de mieux se projeter dans l'espace. En plus d'être un outil d'aide à la vente, nous nous en servons comme outil de maintenance «augmentée». Dans un bâtiment existant, nous capturons des photosphères dans des endroits spécifiques, souvent des pièces techniques ou sujettes à différents types d'aménagement. Les mêmes captures sont effectuées dans la maquette BIM, ce qui permet ensuite au mainteneur de passer de manière fluide entre réel et virtuel. Il peut alors par exemple localiser le passage des réseaux, déterminer leur nature, ou voir le cheminement global. Le mainteneur a ce besoin d'avoir une vision augmentée lui permettant d'être plus efficace. Les applications VR et AR que nous produisons utilisent des modèles assez techniques liés à des bases de données. Grâce à cela, nous pouvons interroger n'importe quel élément dans l'espace et extraire les données de la maquette numérique (données de gestion, performances thermiques, bail...). Il faut savoir que l'accès aux informations est crucial dans l'immobilier : 80% des coûts d'un bâtiment sont liés à son exploitation. L'intervention de prestataires divers amenant des expertises redondantes génère un coût d'activité énorme. Le BIM et la réalité virtuelle/augmentée permet de rendre plus efficace des métiers qui gravitent autour de l'immobilier. La précision de la maquette numérique permet par exemple d'éviter la venue d'un assureur, puis d'un cordiste pour faire des mesures, l'établissement d'un devis etc...

AG / Comment s'effectue l'intégration entre les moteurs de rendu temps réel et les maquettes BIM ?

VB / Au départ, nous avons beaucoup travaillé en interne les modalités d'exports et la jointure entre les logiciels. Maintenant c'est quasiment instantané à partir du modèle BIM. On utilise des logiciels de jeu-vidéo comme Unreal Engine car ils sont très puissants. La vraie difficulté est le traitement des redondances et des simulations d'éclairage. Cependant, il faut encore expliquer à quoi ça sert : nos interlocuteurs s'interrogent sur l'utilisation au quotidien. Il faut être vigilant avec les casques de réalité virtuelle car ils nécessitent une puissance de calcul et un investissement qui les rend difficiles à déployer. On l'a par exemple fait pour la Fondation Luma de Frank Gehry mais ça reste rare. On se porte davantage sur des solutions plus faciles à déployer, comme des applications smartphones ou des interfaces web. Les gens ne sont pas très confortables à l'idée de s'isoler dans un casque. D'autre part, tout ce qui nécessite une interface lourde (comme l'installation d'un logiciel) est oublié car nos interlocuteurs doivent souvent passer par un service informatique, ne maîtrisent pas de tels outils ou n'ont pas les ressources nécessaires pour correctement les faire tourner.

AG / Est-ce utile de passer par un moteur de jeu pour cela ?

VB / Non mais la flexibilité de l'outil élargit les possibilités d'export. Avec le même outil, nous pouvons déployer des visites en temps réel, des photosphères ou connecter des casques de réalité virtuelle. Ils arrivent parfois que le propriétaire d'un immeuble souhaite installer une borne VR temporairement, par exemple en cas de visite des investisseurs. Ce n'est pas simplement pour séduire mais pour montrer qu'ils maîtrisent leur projet et leur environnement. Cela montre qu'ils ont une connaissance profonde de l'actif immobilier.

AG / Les difficultés de déploiement vous ont-elles incitées à créer une salle immersive dans vos locaux ?

VB / Non car nos clients se déplacent très peu. Cela peut avoir du sens en conception-

construction, par exemple chez Bouygues ou Eiffage pour que l'équipe puisse se concerter. En exploitation-maintenance, le déploiement se fait surtout sur site. On passe d'un monde où les acteurs sont très bien équipés, avec des outils évolués et un même intérêt qui est de construire, à un monde moins bien équipé (smartphones, tablettes...) et avec des objectifs divergents. Dans l'immobilier, nous avons affaire à une trentaine de métier différents. Nous interagissons par exemple avec des asset managers qui ont besoin de consolider l'information sur des tours de bureaux ou des *property manager* qui cherchent à améliorer leur gestion. Les actifs immobiliers passent de main en main donc il faut beaucoup de souplesse et il est important de créer un référentiel unifié des données immobilières.

AG / Cela permet donc de réunir des gens qui n'ont pas la même maîtrise du bâtiment ? Est-ce un outil utilisé lors des réunions ?

VB / Oui, ils n'ont pas le même besoin de vision (réseaux, locataires, indicateurs financiers...). En réunion, c'est un outil qui apparaît de plus en plus mais cela reste très émergent. Sur Paris, nous n'avons que 4 ou 5 projets où la maquette numérique est sortie en réunion pour s'y déplacer en temps réel et fédérer autour d'une vision commune. C'est bien plus compliqué de fédérer une vision unique avec des plans et des coupes. La réalité virtuelle facilite l'adhésion et la compréhension des bâtiments. Il faut comprendre que la gestion d'un bâtiment est très complexe et que la plupart des informations ne se voient pas. Ce sont des services, des espaces, des locaux qui ont une valeur et qui vivent.

AG / Avez-vous déjà des indicateurs des économies réalisées ?

VB / Oui et elles sont considérables. On estime que le coût engendré par la numérisation et le référencement des informations - à savoir hébergement, sécurisation, habilitation, codification, maintien à jour et mise en disponibilité - est 6 fois rentabilisé dans le tertiaire et 10 fois dans le logement. Cela s'explique par la réduction du temps mis à accéder à l'information, qui n'était auparavant pas à jour ou fiable, voire maintenue en rétention. L'habilitation de la donnée - qui y accède - est très contrôlée, ce qui vaut pour la VR/AR, qui n'est qu'une extension de ces informations, mais qui peut elle-même restituer des informations que d'autres ne voudraient pas voir partagées.

AG / Des équipes de Maîtrise d'Œuvre ont-elles déjà fait appels à vous pour la conception ?

VB / C'est arrivé sur des tours de logements pour aider à la pré-commercialisation, mais aussi pour aider les architectes à mieux percevoir l'espace, notamment la hauteur sous plafond, dont le ressenti dépend de nombreux paramètres pas forcément évidents à percevoir sur des plans et des coupes, comme le taux de réflectivité. Cela permet aussi de jouer en temps réel sur ces paramètres, ce qui a été utile pour le cadencement des panneaux de façade par exemple. L'immersion apporte une instantanéité dans la prise de décision. Il y a aussi un impact important sur la phase de construction, avec par exemple la possibilité en réalité augmentée de voir l'assemblage de produits industriels directement sur site. Enfin, il y a aussi la possibilité à long terme de faire valoir légalement une visite virtuelle au même titre qu'une visite physique. Sur tout ce qui touche à l'exploitation-maintenance, en plus de la maintenance augmentée, de la connaissance profonde d'un actif immobilier et la capacité de s'y déplacer à distance, il y a aussi la possibilité d'utiliser ces outils pour la sécurisation des lieux et des personnes. Par exemple pour la rénovation du Bataclan suite aux attentats de 2015, nous avons été sollicités pour réaliser la maquette numérique dans son existant afin

d'aider la Maîtrise d'Œuvre dans sa prise de décision, mais nous avons surtout produit des applications de réalité virtuelle et augmentée que la BRI, le GIGN ou les pompiers peuvent utiliser en cas d'intervention. L'application permet de rapidement indiquer les évacuations, les éléments d'incendies... Le propriétaire a à sa disposition, immédiatement et sur fichier transférable, l'application et la maquette numérique qu'il peut fournir aux autorités en cas de besoin. Vu que c'est une salle de concert, il y a également la possibilité d'indiquer la capacité des supports de charges ou la présence de ventilateurs, ce qui peut servir aux promoteurs et prestataires scénographiques.

AG / C'est une demande qui vient du propriétaire ?

VB / Non, c'est une proposition que nous avons faite. On voulait donner du sens à notre intervention sur un sujet aussi sensible et c'en est un : on donne les moyens aux intervenant d'agir plus vite. Les propriétaires souhaitent maintenant le faire sur d'autres salles de spectacle.

AG / De telles informations seraient-elles monétisées ?

VB / Oui car ils l'ont acheté à un certain coût. Ils peuvent choisir de les diluer dans les charges ou les vendre comme telles. C'est au propriétaire de décider.

AG / Quelle place prend le suivi de la production ?

VB / Nous maintenons à jour tous nos avatars numériques, composés de la maquette numérique, du champ juridique, réglementaire et financier, et des données marché et tendances références à l'actif. Ce sont des processus qui doivent être parfaitement cadrés : le *property manager* peut faire remonter un événement, la réglementation peut évoluer, il peut y avoir une réhabilitation...

AG / En cas d'immersion en réalité virtuelle, par quels moyens renforcez-vous l'immersion ?

VB / Un élément qui renforce considérablement l'immersion est l'ajout de mains virtuelles qui permettent de pointer du doigt, montrer des réseaux ou sélectionner des éléments. Nous ajoutons aussi parfois une ambiance sonore.

AG / Comment la réalité virtuelle permet-elle de créer de nouveaux métiers ou à l'inverse en fait disparaître d'autres ?

VB / Nos interlocuteurs passent presque 50% de leur temps à chercher des informations. La VR/AR permettra d'économiser ce temps car elle facilitera les échanges, la conception, la maîtrise des lieux, le délai d'exécution. Nécessairement, ces métiers vont se transformer, voire disparaître. Mais en parallèle, cela crée de nouveaux secteurs d'activité. Par exemple notre activité est inédite, elle n'a jamais existé auparavant.

AG / Est-ce par exemple le cas avec votre équipe, qui mélange architectes, ingénieurs et programmeurs ? Peut-on parler d'un métier hybride qui unifie ces trois disciplines ?

VB / Pas vraiment... Pour l'instant chacun reste sur des expertises qui lui sont propres. On

essaie de partager les savoirs et de favoriser la collaboration entre développeurs de jeux-vidéos, ingénieurs de synthèse et architectes ; mais le process est simplifié pour que les tâches de chacun correspondent à ses compétences.

AG / En tant que superviseur, vous avez quand même des connaissances dans les trois domaines ?

VB / Oui tout à fait. C'est important de garder les mains dans la pratique. Pour moi c'est un plaisir, mais il y a aussi un réel besoin de comprendre comment se font les choses pour estimer le temps et les compétences nécessaires à leur réalisation.

BIBLIOGRAPHIE

Généralités sur l'Architecture Numérique

- Cache, Bernard. « Philibert De L'Orme Pavilion : Towards an Associative Architecture ». In *Surface Consciousness*, édité par Mark Taylor, pp 21-25. AD Profile 162, AD 73, 2003. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 153-157).
- Carpo, Mario. « Introduction: Twenty Years of Digital Design ». In *The Digital Turn in Architecture 1992-2012*, édité par Mario Carpo, pp 8-14. Chichester, UK: Wiley, 2013.
- Carpo, Mario. *The Digital Turn in Architecture 1992-2012*. AD Reader. London: Wiley, 2013.
- Textes de M. Carpo, B. Cache, P. Eisenman, J. Frazer, C. Jencks, G. Lynn, A. Menges, P. Schumacher, S. Allen, Ch. Jencks, K. Oosterhuis, S. Perrella, M. Hensel & A. Menges & M. Weinstock, M. McCulloch, Ch. Hight & C. Pery; Ph. Morel, Ali Rahim, R. Garber, M-F. Gage
- De Rycke, Klaas, Christoph Gengnagel, Olivier Baverel, Jane Burry, Caitlin Mueller, Minh Man Nguyen, Philippe Rahm, et Mette Ramsgaard Thomsen. *Humanizing Digital Reality Design Modelling Symposium Paris 2017*. Paris : ENSAV/Springer, 2017.
- Kwinter, Sanford. « The Computational Fallacy ». In *Thresholds - Denatured*, No 26, pp 90-1, 2003. Repris in *Computational Design Thinking* sous la direction de Achim Menges et Sean Ahlquist (Wiley, 2011, pp 211-215).
- McCullough, Malcolm. « 20 Years of Scripted Space ». In *Programming Cultures: Art and Architecture in the Age of Software*, édité par Mike Silver, pp 12-15. AD Profile 182, AD 76. Wiley, 2006. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 183-187).
- Menges, Achim, et Sean Ahlquist. *Computational Design Thinking*. AD Reader. London: Wiley, 2011.
- Textes de Goethe, D'Arcy Thompson, E. Mayr, L. von Bertalanffy, G. Pask, Ch. Alexander, J. Holland, N. Negroponce, W. Mitchell, P.J. Bentley & D. W. Corne, S. Kwinter, J. Frazer, K. Terzidis, M. Weinstock & A. Menges, M. Burry, J. Burry, M. DeLanda, P. Trummer
- SHoP/Sharples, Holden, Pasquarelli. « Introduction ». In *Versioning: Evolutionary Techniques in Architecture*, édité par SHoP, pp 7-9. AD Profile 159, AD 72. Wiley, 2002. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 132-135).

Intelligence Collective / Emergence

- Azoulay, Samuel. « La disruption rend impossible toute visibilité sur l'avenir - Entretien avec Bernard Stiegler ». *RSLN Mag*, 28 novembre 2016 [Web, consulté le 15/01/2017].
<https://rslnmag.fr/cite/disruption-impossible-avenir-entretien-bernard-stiegler/>
- Belmont Pierre, « Internet, c'était mieux avant ? », *Nom de Zeus*, 20 mars 2017 [Web, consulté le 04/06/2017].
<http://nomdezeus.fr/numerique/internet-cetait-mieux-avant/>
- Burke, Anthony. « After BitTorrent: Darknets to Native Data ». In *Collective Intelligence in Design*, édité par Christopher Hight et Chris Perry, pp 88-95. AD Profile 183, AD 76 No 5. London: Wiley, 2006.
- Burrow, Andrew, et Jane Burry. « Working with Wiki, by Design ». In *Collective Intelligence in Design*, édité par Christopher Hight et Chris Perry, pp 96-99. AD Profile 183, AD 76 No 5. London : Wiley, 2006.
- Deguine, Louise, *Open source, outils numériques et robotique appliqués à l'architecture : quels potentiels ? (Mémoire de Master)*, ENSA Paris Malaquais, 2016.
- Ednie-Brown, Pia, et Alisa Andrasek. « CONTINUUM: A Self-Engineering Creature-Culture ». In *Collective Intelligence in Design*, édité par Christopher Hight et Chris Perry, pp 18-25. AD Profile 183, AD 76 No 5. London: Wiley, 2006.
- Engelbart, Douglas. « Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework », 1962. Consultable sur <http://www.dougenelbart.org/pubs/augment-3906.html> [consulté le 24/11/2016].
- Hensel, Ed. « Evolving Synergy: OCEAN Currents, Current OCEANs and Why Networks Must Displace Themselves ». In *Collective Intelligence in Design*, édité par Christopher Hight et Chris Perry, pp 104-108. AD Profile 183, AD 76 No 5. London: Wiley, 2006.
- Hight, Christopher, et Michael Hardt. « Designing Commonsplaces: Riffing with Michael Hardt on the Multitude and Collective Intelligence ». In *Collective Intelligence in Design*, édité par Christopher Hight et Chris Perry, pp 70-73. AD Profile 183, AD 76 No 5. London: Wiley, 2006.
- Hight, Christopher, et Chris Perry. « Introduction ». In *Collective Intelligence in Design*, édité par Christopher Hight et Chris Perry, pp 5-9. AD Profile 183, AD 76 No 5. London: Wiley, 2006.
- Keller, Ed, et Carla Leitao. « Agent Intellects: Pattern as a Form of Thought ». In *Collective Intelligence in Design*, édité par Christopher Hight et Chris Perry, pp 10-17. AD Profile 183, AD 76 No 5. London: Wiley, 2006.
- Kennon, Kevin. « Does Collaboration Work? » In *Collective Intelligence in Design*, édité par Christopher Hight et Chris Perry, pp 50-53. AD Profile 183, AD 76 No 5. London: Wiley, 2006.
- Morel, Philippe. « Computational Intelligence: The Grid as a Post-Human Network ». In *Collective Intelligence in Design*, édité par Christopher Hight et Chris Perry, pp 100-103. AD Profile 183, AD 76 No 5. London: Wiley, 2006.
- Morel, Philippe. « The Communism of Genius ». In *Next Generation Building Volume 1*, édité par Kas Oosterhuis, pp 55-60. 2014.
- Poulsgaard, Kåre Stokholm, et Ryan Clausen. « Modelling Workflow Data, Collaboration and Dynamic Modelling Practice ». In *Humanizing Digital Reality - Design Modelling Symposium Paris 2017*, édité par Klaas De Rycke, pp 479-492. Paris : ENSAV / Springer, 2017.

- Rifkin, Jeremy. *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*, New York: St. Martin's Griffin, 2014.
- Salomon, Ed. « Strength in Numbers ». In *Collective Intelligence in Design*, édité par Christopher Hight et Chris Perry, pp 54-57. AD Profile 183, AD 76 No 5. London: Wiley, 2006.
- Sanchez, José. « Post-capitalist Design: Design in the Age of Access ». In *Paradigms in Computing: Making, Machines, and Models for Design Agency in Architecture*, édité par David Gerber et Mariana Ibañez. ACADIA, 2014.
- Tierney, Ed. « Collective Cognition: Neural Fabrics and Social Software ». In *Collective Intelligence in Design*, édité par Christopher Hight et Chris Perry, pp 36-45. AD Profile 183, AD 76 No 5. London: Wiley, 2006.
- Weinstock, Michael. *The Architecture of Emergence: The Evolution of Form in Nature and Civilisation*. Chichester UK: Wiley, 2010.

Applications et critiques - Société

- Carpo, Mario. « Big Data and the End of History ». *Perspecta : the Yale architectural journal* Volume 48, Amnesia (2015): pp 46-59.
- Echeverría, Bolívar. « Peut-on critiquer le capitalisme en régime capitaliste ? » In *Période*, 21 Février 2016. Consultable sur <http://revueperiode.net/peut-on-critiquer-le-capitalisme-en-regime-capitaliste/> [consulté le 12/12/2017].
- Discours prononcé à Caracas le 24 juillet 2007 lors de la remise du Prix Libertador Simón Bolívar al Pensamiento Crítico pour son livre *Vuelta de siglo*, originellement publié sous le titre de « Discurso crítico desde América Latina », Dans *Antología*. Bolívar Echeverría, *Crítica de la modernidad capitalista*, La Paz-Bolivia, Vicepresidencia de Estado Plurinacional de Bolivia, 2011.
- Haque, Usman. « Mutually Assured Construction ». In *Humanizing Digital Reality - Design Modelling Symposium Paris 2017*, édité par Klaas De Rycke, pp 41-46. Paris : ENSAV / Springer, 2017.
- Lecourt, Dominique. *Humain, posthumain : la technique et la vie*. Paris : Presses universitaires de France, 2003.
- Licklider, J. C. R. « Man-Computer Symbiosis ». *IRE Transactions on Human Factors in Electronics* Volume HFE-1 (Mars 1960): pp 4-11.
- Meillassoux, Claude. « De la reproduction à la production ». Paris : Anthropos, 1977. Repris In *Terrains et théories*, extrait publié dans *Période* le 21 Mars 2016. Consultable en ligne sur <http://revueperiode.net/de-La-Reproduction-A-La-Production/> [consulté le 12/12/2017].
- Morris, William. « La société de l'avenir, suivi de L'âge de l'ersatz, suivi de Où en sommes-nous? », 1887-1894. Brochure mise en page consultable sur <https://infokiosques.net/spip.php?article119> [consulté le 12/12/2017]
- Parton, Steven. « You'll Have to Choose Sooner Than You Think: Basic Income or Dystopian Slavery ». *Curious Apes*, 24 Février 2016 [Web, consulté le 24/11/2016].
- <http://www.curiousapes.com/youll-have-to-choose-sooner-than-you-think-basic-income-or-dystopian-slavery/>
- Raymond, Eric. « Économie collaborative : Pourquoi Jeremy Rifkin se plante sur toute la ligne ». *Contrepoints*, 17 Avril 2015 [Web, consulté le 25/10/2017]
- <https://www.contrepoints.org/2015/04/17/204306-logiciel-libre-et-le-raisonnement-marginal-nul-de-jeremy-rifkin-pourquoi-se-plante-til-sur-toute-la-ligne>
- Ricardo, David. « On Machinery ». In *On the Principles of Political Economy and Taxation*, reedited 1821. London: John Murray, 1817.
- Srnicek, Nick, et Alex Williams. *Inventing the Future: Postcapitalism and a World without Work*. London / NY: Verso, 2016.

Virtuel / Réalité Virtuelle

- Blascovich, Jim, et Jeremy Bailenson. *Infinite Reality: The Hidden Blueprint of Our Virtual Lives*. New York: William Morrow, 2012.
- Borradori, Giovanna. « Against the Technological Interpretation of Virtuality ». In *Hypersurface Architecture*, pp 26-31. AD Volume 69, Issue 9. Wiley, 1999.
- Bozorgzadeh, Amir-Esmaeil, Thomas Balouet, et Hossein Jalali. « European VR companies institute standards for watching you watch ads ». *Venture Beat*, 29 Novembre 2017 [Web, consulté le 12/12/2017].
<https://venturebeat.com/2017/11/29/european-vr-companies-institute-standards-for-watching-you-watch-ads/>
- Bozorgzadeh, Amir-Esmaeil, Thomas Balouet, et Hossein Jalali. « The VR industry needs to avoid intrusive ads for as long as possible ». *Venture Beat*, 25 octobre 2017 [Web, consulté le 12/12/2017].
<https://venturebeat.com/2017/11/29/european-vr-companies-institute-standards-for-watching-you-watch-ads/>
- DeLanda, Manuel. « Real Virtuality ». In *Computational Design Thinking*, édité par Achim Menges et Sean Ahlquist, pp 142-148. London: Wiley, 2011.
- Deleuze, Gilles, Claire Parnet, Hugh Tomlinson, et Barbara Habberjam. *Dialogues*. New York: Columbia University Press, 1987.
- Fuchs, Philippe, Guillaume Moreau, Jean-Paul Papin, et A Berthoz. *Le traité de la réalité virtuelle*. Paris: Ecole des Mines de Paris, 2001.
- Heeter, C. « Being there: the subjective experience of presence ». *Presence* 1 (1992): pp 262-271.
- Kelly, Kevin. « The Untold Story of Magic Leap, the World's Most Secretive Startup ». *WIRED*, Mai 2016 [Web, consulté le 10/05/2016].
<http://www.wired.com/2016/04/magic-leap-vr/>
- Krietemeyer, Bess. « Projective Empowerment: Co-creative Sustainable Design Processes ». In *4D Hyperlocal: A Cultural Toolkit for the Open-Source City*, édité par Lucy Bullivant, pp 36-43. AD Profile 245, AD 87 No 1. London : Wiley, 2017.
- Lévy, Pierre. *Qu'est-ce que le virtuel ?* Paris : La Découverte, 1995.
- Lipton, Jeffrey, Aidan Fay, et Daniela Rus. « Baxter's Homunculus: Virtual Reality Spaces for Teleoperation in Manufacturing », 3 Mars 2017. arXiv:1703.01270 [cs.RO]. Consultable sur <https://arxiv.org/pdf/1703.01270.pdf> [consulté le 12/12/2017]
- Markopoulou, Areti, Marco Ingrassia, Angelos Chronis, et Aurel Richard. « City Gaming and Participation ». In *Humanizing Digital Reality - Design Modelling Symposium Paris 2017*, édité par Klaas De Rycke, pp 225-236. Paris : ENSAV / Springer, 2017.
- Milon, Alain. *La réalité virtuelle : avec ou sans le corps ?* Paris : Autrement, 2005.
- Pfeiffer, Oswald. *Réalité(s) - Penser l'architecture par la simulation immersive (Mémoire de Master)*. ENSA Paris Malaquais, 2016.
- Quéau, Philippe. *Le virtuel : vertus et vertiges*. Seyssel, France: Champ Vallon, 1993.
- Ranen, Matt. « We've Not Thought Through the Legal and Ethical Disruption of Augmented Reality ». *NewCo Shift*, 25 octobre 2017 [Web, consulté le 12/12/2017].
<https://shift.newco.co/weve-not-thought-through-the-legal-and-ethical-disruption-of-augmented-reality-e244769c6e9b>

- Sutherland, Ivan E. « The Ultimate Display ». Information Processing Techniques Office, ARPA, OSD, 1965. Consultable sur <https://www.wired.com/2009/09/augmented-reality-the-ultimate-display-by-ivan-sutherland-1965/> [consulté le 26/10/2017]
- Weinbaum, Stanley. « Pygmalion's Spectacle ». In *Wonder Stories*, 1935. Version électronique réalisée par Malcolm Farmer (Australia, 2006). Consultable sur <http://gutenberg.net.au/ebooks06/0607251h.html>.

Architecture

- Frazer, John. « The Architectural Relevance of Cyberspace ». In *Architects in Cyberspace*, édité par Martin Pearce et Neil Spiller, pp 76-77. AD Profile 118, AD 65, 1995. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 49-52).
- Longo, Giuseppe, et Nabi Zakhama. « Le modèle comme regard organisateur du réel ». In *Naturaliser l'architecture Archilab 2013*, édité par F Migayrou et M-A Brayer, pp 158-187. Orléans: Editions HXX, 2013.
- Mitchell, William J, et Patrick Purcell, éd. « A New Agenda for Computer-Aided Design ». In *The Electronic Design Studio: Architectural Education in the Computer Era*, pp 1-2,6-8,11-13,13-15. MIT Press, 1990. Repris in *Computational Design Thinking* sous la direction de Achim Menges et Sean Ahlquist (Wiley, 2011, pp 86-93).
- Negroponte, Nicholas. « Towards a Humanism Through Machines ». In *Architectural Design*, September issue no 7/6: pp 511-12. London: Wiley, 1969. Repris in *Computational Design Thinking* sous la direction de Achim Menges et Sean Ahlquist (Wiley, 2011, pp 78-85).
- Novak, Marcos. « Trans-architecture ». *Fen-om Theory*, 1994. Consultable sur <http://www.fen-om.com/theory/theory12.pdf> [consulté 02/03/2017]
- Oosterhuis, Kas. « Salt Water Live, Behaviour of the Salt Water Pavilion ». In *Hypersurface Architecture*, édité par Stephen Perrella, pp 56-61. AD Profile 133, AD 68, 1998. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 117-123).
- Pedersen, Jens, Ryan Hughes, et Corneel Cannaearts. « Navigating the Intangible Spatial-Data-Driven Design Modelling in Architecture ». In *Humanizing Digital Reality - Design Modelling Symposium Paris 2017*, édité par Klaas De Rycke, pp 431-439. Paris : ENSAV / Springer, 2017.
- Spuybroek, Lars. « Motor Geometry ». In *Hypersurface Architecture*, édité par Stephen Perrella, pp 49-55. AD Profile 133, AD 68, 1998. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 109-116).

Perception de l'espace / Neuroscience

- Burphy, Jane. « Philosophy of Mathematics for Computational Design. Spatial Intuition Versus Logic ». In *Computational Design Thinking*, édité par Achim Menges et Sean Ahlquist, pp 168-178. London: Wiley, 2011.
- Condillac, Etienne Bonnot de. « Traité des sensations ». In *Oeuvres de Condillac, revues, corrigées par l'auteur*. Paris : Ch. Houel, Imprimeur, 1798. Version électronique réalisée par Jean-Marc Simonet (Canada, 2015) à partir du Corpus de oeuvres de philosophie en langue française (Librairie Arthème Fayard, Paris, 1984).
- Eisenman, Peter. « Visions Unfolding: Architecture in the Age of Electronic Media ». *IncalcDomus 734*, , pp 17-24, 1992. Repris in *The Digital Turn in Architecture 1992-2012* sous la direction de Mario Carpo (Wiley, 2013, pp 16-22).
- Insko, Brent Edward. « Passive Haptics Significantly Enhances Virtual Environments (Dissertation) ». University of North Carolina, Department of Computer Science, 2001. Consultable sur <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.294.8545&rep=rep1&type=pdf> [consulté le 12/12/2017].
- Klinger, Evelyne, Rose-Marie Marie, et Philippe Fuchs. « Réalité Virtuelle et Sciences Cognitives : Applications en Psychiatrie et Neuropsychologie ». In *Cognito* Volume 3(2) (2006): pp 1-31.
- Manovich, Lev. « The Poetics of Augmented Space ». *Visual Communication* Volume 5, n° Issue 2 (2006): pp 219-240.
- Madary, M, et TK Metzinger. « Real Virtuality: A Code of Ethical Conduct. Recommendations for Good Scientific Practice and the Consumers of VR-Technology ». *Front. Robot.*, n° Issue AI3:3, 2016.
- Rapp, Joanna Barbara. « A geometrical analysis of multiple viewpoint perspective in the work of Giovanni Battista Piranesi: an application of geometric restitution of perspective ». *The Journal of Architecture* 13:6 (2008): pp 701-736.
- Steinicke, Franck, Gerd Bruder, Klaus Hinrich, Jason Jerald, Harald Frenz, et Markus Lappe. « Real Walking through Virtual Environments by Redirection Techniques ». *Journal of Virtual Reality and Broadcasting*, n° 6 (2009)
- Viaud-Delmon, Isabelle. « Corps, action et cognition : la réalité virtuelle au défi des sciences cognitives ». *Intellectica*, n° 45 (2007): 37-58.

Arts

Chatonsky, Grégory. « Entre matérialisation numérique et matérialité post-digitale ». [Chatonsky.net](http://chatonsky.net), 2015 [Web, consulté le 18/10/2017].

<http://chatonsky.net/entre-materialisation-numerique-et-materialite-post-digitale/>

Connor, Michael. « What's Postinternet Got to do with Net Art? » *Rhizome*, 11 Janvier 2013 [Web, consulté le 18/10/2017].

<https://rhizome.org/editorial/2013/nov/01/postinternet/>

Cook, Alexander. *Rojutama.com (Music Computing Major Project)*. Goldsmiths, University of London, 2013.

Grégoire, Thibaut, Grégory Lacroix, et Malorie Paulus. « Net Art, les origines ». *NET art ou une autre façon de voir l'art sur Internet*, 17 mai 2009 [Web, consulté le 18/10/2017].

<https://netart09.wordpress.com/un-petit-bout-dhistoire/net-art-les-origines/>

Harper, Adam. « System Focus: Adam Harper on the Divine Surrealism of Epic Collage Producers E+E, Total Freedom and Diamond Black Hearted Boy ». *The FADER*, 5 Juillet 2014 [Web, consulté le 18/10/2017].

<http://www.thefader.com/2014/05/07/system-focus-adam-harper-on-the-divine-surrealism-of-epic-collage-producers-ee-total-freedom-and-diamond-black-hearted-boy>

Harper, Adam. « The New Hi-Tech Underground ». *Norient*, 15 Janvier 2016 [Consulté le 18/10/2017].

<http://norient.com/stories/the-new-hi-tech-underground/>

Harper, Adam. « Why Today's Underground Club Music Sounds Cybernetic ». *The FADER*, 7 Septembre 2015 [Web, consulté le 18/10/2017].

<http://www.thefader.com/2015/07/09/system-focus-cybernetic-club-music>

« Internet Art ». *Wikipedia*, 29 Octobre 2001 [Web, consulté le 18/10/2017].

https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_art

Ledit, Guillaume. « L'art et le design sont-ils entrés dans l'ère post-numérique ? » *Usbek&Rica*, 9 Avril 2017 [Web, consulté le 18/10/2017].

<https://usbeketrica.com/article/art-post-numerique-design>

« Postinternet ». *Wikipedia*, 20 Juin 2014 [Web, consulté le 18/10/2017].

<https://en.wikipedia.org/wiki/Postinternet>

Royer, Alizée. *Le Net Art, une problématique (Mémoire de Master)*. ENSA Paris Malaquais, 2017.

VictorE. « Music, Technology & the Future PART 1: The Carousel of Modern Culture ». *Generation Bass*, 19 Mai 2016 [Web, consulté le 18/10/2017].

<http://www.generationbass.com/2016/05/19/music-technology-the-future-part-1-the-carousel-of-modern-culture/>

Wallace, Ian. « What Is Post-Internet Art? Understanding the Revolutionary New Art Movement ». *Artspace*, 18 Mars 2014 [Web, consulté le 18/10/2017].

http://www.artspace.com/magazine/interviews_features/trend_report/post_internet_art-52138

Conférences

Fourmentraux, Jean-Paul et Donatien Aubert. *Exposer la recherche en art // La modélisation 3D, au seuil d'un nouveau régime anthropologique*. Paris, 26 Février 2016.

Rubio, Emmanuel et George Dupin. *L'espace informatique, de la science-fiction cyberpunk à l'art de construire*, in séminaire *Attention au blob : rêves et cauchemars de l'architecture à l'heure de l'informatique*. Paris, 18 Octobre 2016

Migayrou, Frédéric, Intervention séminaire *La connaissance computationnelle*. ENSA Paris Malaquais, 03 Novembre 2016.

Migayrou, Frédéric, Manuel Jimenez Garcia, Constantinos Miltiadis et Corneel Cannaerts. *Plexus 26 : 'Expanse'*. Paris, 16 Novembre 2016. Consultable sur <https://www.youtube.com/watch?v=tdlYUGjKQqo>.

Varenne, Franck. Intervention séminaire *La connaissance computationnelle*. ENSA Paris Malaquais, 15 Décembre 2016.

Schmid, Anne-Françoise. Intervention séminaire *La connaissance computationnelle*. ENSA Paris Malaquais, 09 Mars 2017.

Retsin, Gilles, Manuel Jimenez Garcia, Jenny Sabin, Joris Laarman, Philippe Morel, Frédéric Migayrou, Olga Neuwirth, Greg Lynn, Frank Madlener. *Vertigo – Forum Art Innovation*, Séance *Architecture et conception 3D*, organisé par l'IRCAM/CNACG Pompidou dans le cadre de l'exposition *Mutations Créations / Imprimer le monde*. Paris, 15 Mars 2017.

Cutellic, Pierre. Intervention séminaire *La connaissance computationnelle*. ENSA Paris Malaquais, 16 Mars 2017.

Elashry, Khaled, Elif Erdine, Alexandros Kallegias, Katharina Lindenberg, Enrique Lluís, Vassilis Paplexopoulos. *3rd Digital Knowledge Study Day – Research in practice & Practice of research*, organisé par le département *Digital Knowledge*, ENSA Paris Malaquais, 27 Avril 2017.

Franceschelli, Sarah. Intervention séminaire *La connaissance computationnelle*. ENSA Paris Malaquais, 04 Mai 2017.

Longo, Giuseppe. Intervention séminaire *La connaissance computationnelle*. ENSA Paris Malaquais, 11 Mai 2017.

Lecomte, Jeremy. Intervention séminaire *La connaissance computationnelle*. ENSA Paris Malaquais, 26 Octobre 2017, 30 Novembre 2017 et 7 Décembre 2017.

Filmographie

Brooker, Charlie. *Black Mirror (Series)*. UK, 2011-2017.

Cronenberg, David. *eXistenZ*. USA, 1999.

Cronenberg, David. *Videodrome*. USA, 1983.

Curtis, Adam. *All Watched Over by Machines of Loving Grace (Series)*. UK, 2011.

Eklund, Anders. *Gaming the Real World*. Sweden, 2016.

Matsuda, Keiichi. *Hyper-Reality*. Vimeo, 2016. <https://vimeo.com/166807261>.

Oshii, Mamoru. *Ghost in the Shell*. Japon, 1995.

Rusnak, Josef. *The Thirteenth Floor*. USA, 1999.

Villeneuve, Denis. *Arrival*. USA, 2016.

Wachowski Brothers. *The Matrix*. USA, 1999.

