



HAL
open science

Modèles d'affaires, designs de produit et pre-shakeout : Une étude empirique de l'industrie créative de la réalité virtuelle

Fabrice Rochelandet, Inna Lyubareva

► To cite this version:

Fabrice Rochelandet, Inna Lyubareva. Modèles d'affaires, designs de produit et pre-shakeout : Une étude empirique de l'industrie créative de la réalité virtuelle. 2020. hal-02927041

HAL Id: hal-02927041

<https://hal.science/hal-02927041>

Preprint submitted on 1 Sep 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Modèles d'affaires, designs de produit et *pre-shakeout* :
Une étude empirique de l'industrie créative de la réalité virtuelle

Business models, product designs and pre-shakeout:
An empirical analysis of VR creative industry

Fabrice Rochelandet (Université Sorbonne Nouvelle)
Inna Lyubareva (IMT Atlantique)



Version préliminaire : 12 juin 2020.
Ne pas citer.

Résumé

Cette étude exploratoire propose une première analyse des modèles économiques autour de la production et de la valorisation des contenus immersifs. L'analyse empirique montre que cette industrie créative, si elle devait à terme émerger en tant que telle, se situe dans une phase de *pre-shakeout* marquée par l'absence d'un design dominant en matière de produits et une diversité d'usages et de modèles économiques. L'analyse de 93 contenus immersifs met en évidence six modèles situés entre, d'un côté, le monde des industries créatives et de l'autre, celui de l'art et des expérimentations artistiques.

Mots clés : émergence - design dominant - modèle économique - réalité virtuelle

Abstract

This exploratory study offers a first analysis of economic models based on the production and valorization of immersive content. Our empirical analysis suggests that this creative industry – if it should eventually emerge as such – is in a *pre-shakeout* phase characterized by the absence of a dominant design and a variety of uses and economic models. The analysis of 93 immersive contents highlights six economic models ranging from the world of creative industries to that of art and artistic experiments.

Key words: emergence - dominant design - economic model - virtual reality

Remerciements :

Cette étude a bénéficié d'un financement du Labex Industries culturelles et Création artistique (ICCA). Nous tenons à remercier les chercheurs de l'équipe Spatial Media de l'EnsadLab, en particulier François Garnier et Fabienne Tsai pour leurs commentaires avisés et les rencontres professionnelles organisées par leurs soins, ainsi que Christophe Cariou (Labex ICCA) pour la réalisation de l'analyse de données et les étudiant.e.s du master Industries créatives & Médiation numérique de la Sorbonne Nouvelle.

INTRODUCTION

La réalité virtuelle peut se définir comme un "domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel, le comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel entre elles et avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle par l'intermédiaire de canaux sensori-moteurs" (Fuchs et al., 2006). Cette catégorie de technologies immersives a des applications très variées : santé, jeux, services éducatifs, formation professionnelle, armée, industrie aéronautique, architecture, patrimoine, loisirs culturels etc.

Pour autant, les usages des technologies immersives n'aboutissent pas l'émergence d'une industrie créative spécifique, clairement identifiée, alors même qu'une offre diversifiée de contenus immersifs (fictions et documentaires, jeux, installations artistiques etc.) s'est développée et tend à s'accroître avec le lancement à partir de 2016 d'une offre d'équipements spécifiques comme les casques VR, les périphériques haptiques et de plateformes dédiées à la distribution de contenus immersifs : plateformes numériques comme Steamvr, Oculus Rift, Gear, HTC Vive, Valve Index, Arte... ou des lieux physiques ("location-based VR" comme Arcade VR reprenant MK2 VR). L'évolution d'une telle industrie créative aux contours encore flous s'avère actuellement incertaine et pourrait soit disparaître à l'instar du marché du CD-Rom multimédia culturel et éducatif (apparu au début des années 90, sans s'imposer finalement, avec le développement de l'usage des lecteurs de CD-Rom et de logiciels de conception et d'édition numérique), soit suivre la trajectoire de l'industrie du jeu vidéo (dont l'émergence a été permise en grande partie par le succès de la microinformatique, puis des consoles, au sein des foyers dans les années 80).

Un écosystème VR émerge néanmoins actuellement à partir de la coexistence de plusieurs groupes d'utilisateurs de ces technologies. D'une part, des producteurs de contenus immersifs (éditeurs de jeux, producteurs de films VR, producteurs spécialisés, artistes et laboratoires de recherche etc.), des consommateurs (équipés spécifiquement ou non), des prescripteurs (salons et festivals dédiés à la VR, sites internet spécialisés...) et des institutions culturelles (fondations, musées, expositions grand public...). D'autre part, des plateformes de distribution physiques (location-based VR) ou numériques (les sites des marques, les distributeurs de contenus, les magasins d'applications mobiles). Certains producteurs utilisateurs VR/XR s'associent exclusivement aux fournisseurs spécifiques de l'équipement, les autres favorisent la compatibilité accrue (Within, Netflix, etc).

Une logique de marchés multi-versants (Rochet & Tirole, 2003) pourrait caractériser cet écosystème organisé autour d'une ou plusieurs plateformes mettant en relation ces différents groupes d'utilisateurs, chacun constituant un versant du marché et étant relié aux autres à travers des effets de réseaux croisés. Dans une telle configuration, les bénéfices pour chaque utilisateur d'un groupe à adopter l'une ou l'autre des plateformes dépend de la taille des autres groupes, des représentations et des anticipations de chacun. Or, en pratique, malgré la diversité de l'offre et la démocratisation progressive des équipements, ce processus a du mal à s'enclencher : l'usage de la part des utilisateurs finals reste insuffisant pour garantir le développement d'une industrie à part entière. Cela s'illustre notamment par le nombre d'échecs non négligeable comme les fermetures des salles VR et de plateformes leaders comme Jaunt VR, qui s'est réorientée vers les projets de réalité augmentée après l'abandon définitif de la VR).

Dans cette étude, nous explorons l'hypothèse que dans cette phase d'émergence industrielle, la viabilité des modèles économiques des acteurs au sein de tels écosystèmes, en particulier des producteurs de contenus immersifs, joue le rôle déterminant dans la dynamisation du marché.

Dans cette perspective, nous cherchons à décrire les modèles économiques mis en place par les producteurs VR dans cette phase d'émergence industrielle. Dans quelle mesure ces modèles forment-ils un ensemble plus ou moins homogène et original par rapport aux industries créatives et culturelles traditionnelles ? Observe-t-on finalement les prémices d'une industrie créative et culturelle originale avec ses spécificités économiques ou bien une extension technologique et marchande d'industries déjà bien matures ?

Une base de données inédite a été élaborée à partir de laquelle des modèles économiques spécifiques ont été mis en évidence et pour chacun d'entre eux, les projets et leur acceptabilité par les utilisateurs ont été évalués. La suite de cet article est organisée de la manière suivante. La deuxième section consiste en une revue de littérature. La troisième section présente un rapide historique et le contexte actuel de l'offre de contenus VR. La quatrième section détaille notre méthode et les variables utilisées pour mettre en évidence les modèles économiques. La cinquième section présente nos principaux résultats. Enfin la dernière conclut en présentant les perspectives de recherche envisagées à partir des résultats présentés dans cette étude.

LITTÉRATURE

Si les technologies immersives (réalité virtuelle, réalité mixte, réalité augmentée...) et leurs producteurs et promoteurs (Gear, HTC, Oculus, Samsung, Valve... du côté des équipements, Unreal engine, Unity, Amazon Lumberyard... du côté logiciel et des plateformes techniques) sont relativement bien identifiés, l'offre de contenus immersifs dans le domaine des industries culturelles et créatives repose sur des produits encore mal définis. Les œuvres VR se situent ainsi entre des installations artistiques ou ludo-éducatives, des jeux vidéo, des fictions et des documentaires, eux-mêmes reposant sur des modèles économiques et des usages très variés et évolutifs (de la fréquentation dans des musées ou les festivals à la consommation à domicile...) faisant intervenir des acteurs originaires de secteurs très différents.

Cette situation peut être analysée sous l'angle de la théorie du cycle de vie du produit comme une période de *pre-shakeout* et d'absence de design dominant. A cette variété de designs de produits est associée une diversité de modèles économiques et d'usages allant des projets artistiques fondés sur des aides publiques et ciblant des publics de niches aux productions numériques tout publiques et recourant à des intermédiaires spécialisés, en particulier des plateformes numériques et ainsi basés sur des logiques de type *multisided markets*. Entre ces deux polarités, des modèles très diversifiés sont susceptibles d'émerger et probablement voués à disparaître pour l'essentiel.

Emergence industrielle, pre-shakeout et designs dominants

Un design de produit est défini comme "the concepts that define how the components of the product interact or relate to each other" (Christensen et al. 1998) et un design dominant consiste en des composantes standardisées interagissant à travers des interfaces techniques elles-mêmes standardisées (Afuah & Utterback 1997). Selon cette approche du cycle de vie des produits (Utterback & Abernathy, 1975, Klepper, 1996, 1997), les producteurs présents dans les premiers temps d'une industrie (phase d'émergence) se concurrencent en proposant chacun des designs de produit alternatifs. Ces designs se différencient fortement en raison de

leurs caractéristiques physiques de base ou des solutions techniques qu'ils offrent. Cette phase émergente est marquée par un processus intense d'expérimentation sur les caractéristiques des produits par les producteurs initialement présents (et, dans certains cas et une certaine mesure, par les primo-adoptants des produits nouveaux selon une logique d'innovation ascendante). Durant cette phase d'émergence, des firmes de petite taille ou s'adressant à des niches de marché et surtout se différenciant entre elles selon leurs expertises dans l'innovation de produit ou leurs capacités dans le processus de R&D développent différentes variantes d'un produit visant des segments particuliers de la demande, composés notamment de clients prêts à payer et à prendre des risques face à la nouveauté. Cette phase du cycle est précisément celle de *pre-shakeout*.

Ce processus peut aboutir progressivement à une seconde phase qui voit l'émergence d'un (ou parfois deux) designs dominants représentant une solution effective sur la base de laquelle de nouvelles firmes entrent à un rythme accéléré. L'imitation de produit devient un comportement répandu (chacun observant les pratiques d'innovation des autres et une forme de convergence s'établissant autour de composants/de produits devenant alors des standards) facilitant la convergence autour de standards partagés. De même, leur base s'élargissant, les clients se focalisent de plus en plus sur les produits les plus standards. Suite à la phase initiale de *pre-shakeout*, un déclin du niveau d'innovation dans le design de produits alternatifs s'opère à la faveur d'innovations de procédé visant à la recherche d'économies d'échelle et de savoir-faire dans la production. Un processus de *shakeout* se met en place où les producteurs qui ne se conforment pas au design dominant disparaissent de l'industrie qui se met en place au profit d'entreprises et d'une concurrence s'articulant autour des innovations de procédé, d'innovations incrémentales et du développement de ressources complémentaires (comme le marketing et les réseaux de distribution) se structurant autour du design dominant (Teece, 1986)¹.

S'intéressant à la production de contenus immersifs VR, cette étude se focalise principalement sur la phase de *pre-shakeout*. Historiquement, l'industrie du cinéma des premiers temps (à laquelle ressemble à première vue l'industrie VR dans sa phase actuelle) a fait l'objet d'une vaste littérature en histoire économique et constitue un bon exemple d'une coexistence initiale de designs de produits variés en concurrence pour attirer le public : le Kinétoscope et le Kinétophone de Thomas Edison, les kinétophones comme le Mustoscope et l'Eidoloscope..., le Cinématographe des frères Lumières, les services de projection dans des foires, basés sur une consommation individuelle puis collective dans des salles fixes non dédiées, puis dédiées...² Si in fine la projection publique payante s'impose après 1895 dans les pratiques de consommation³, il ne s'agit en fait que d'un élément de la marchandise culturelle "cinéma" et l'industrie cinématographique n'émerge finalement qu'autour d'un design dominant couplant les "inventions" esthétiques de George Méliès, l'émergence de la salle de cinéma (dispositif dédié à ce spectacle) et finalement un modèle économique original organisé autour de la location de copies aux exploitants et défini notamment par Charles Pathé pour mettre fin aux pratiques de resquillage du monde forain (Farchy & Rochelandet, 2002). La sortie de la phase

¹ Un certain nombre d'études empiriques ont vérifié cette théorie (Suarez & Utterback 1995; Christensen et al. 1998; Tegarden, Hatfield & Echols 1999)

² Cf. Travaux de Jean Mitry ou de Charles Musser sur l'émergence du cinéma. Voir également Farchy & Rochelandet (2002) "La mise en place du droit d'auteur dans les industries du disque et du cinéma en France", in Jacques Marseille et Patrick Eveno (sous la direction de) *Histoire des industries culturelles en France, XIXe-XXe siècles*, ADHE, pp.157-182.

³ La première séance publique payante est organisée par les frères Lumière le 28 décembre 1895 et ce service supplantera le modèle de consommation individuelle matérialisée par le Kinétoscope et les appareils concurrents basés sur le même mode de consommation.

de *pre-shakeout* ne se réduit pas dans cet exemple à la fin de la concurrence entre des objets techniques, mais elle a supposé la définition d'un modèle économique viable.

Différentes stratégies et pratiques expliquent ce processus de convergence des designs de produits vers un type dominant comme la performance supérieure de certaines composantes, les comportements de tâtonnement, les relations de coopération, les effets d'imitation (*observational learning*, isomorphisme institutionnel...) et de réseaux etc. L'étude des différents stades d'évolution d'une industrie nécessite en particulier d'étudier les modèles économiques associés aux différents designs en concurrence, en particulier pour ce qui nous intéresse lors de la phase de *pre-shakeout*.

Modèles économiques, modèles d'affaires numériques et économie de plateformes.

Un modèle économique consiste à définir une offre originale et les moyens adaptés pour s'approprier la valeur économique de cette offre. Les modèles économiques ne se résument ni à l'innovation de produit ("proposition de valeur"), ni à la mise en place d'un modèle de revenus et de tarification, mais consistent dans leur combinaison avec d'autres facteurs tout aussi fondamentaux tels que le mode de financement de la production, le ciblage des clients, le choix des canaux de valorisation, les partenariats stratégiques et l'externalisation ou non des compétences. Cette variété de composantes des modèles économiques peut expliquer l'absence de définition commune dans la littérature⁴.

Plus précisément, un modèle économique consiste pour une organisation à (1) définir une valeur d'usage nouvelle s'adressant à un marché clairement défini (un nouveau produit de niche, un service grand public, une solution professionnelle pour résoudre un problème...), (2) combiner les moyens pour la produire et la valoriser (financements, compétences et ressources, réseau de production et partenariats, canaux de distribution et lieux de consommation, prescripteurs potentiels...) et (3) s'approprier cette valeur directement ou indirectement auprès d'un ensemble de clients (modèles de revenus, interactions avec les consommateurs...) ⁵.

Depuis l'avènement de l'internet et des médias sociaux, les entreprises ont dû apprendre et expérimenter de nouveaux modèles économiques (*freemium* par ex.) ou adapter des modèles plus anciens au contexte numérique (modèle publicitaire par ex.). Elles ont notamment été confrontées à des comportements inédits des consommateurs en ligne (interactions, échanges d'informations en mode pair à pair etc.), de nouveaux types de données à intégrer dans leurs stratégies (audience, données personnelles...) et très souvent à la "gratuité" des offres concurrentes. Ainsi proposer des contenus ou des services en accès libre ("gratuitement") ne constitue bien souvent pas un choix pour leurs producteurs, mais une nécessité souvent liée à la concurrence (difficile de faire payer les consommateurs lorsque des biens substituables à

⁴ Cf. Christoph Zott, Raphael Amit, Lorenzo Massa (2011), "The Business Model: Recent Developments and Future Research", *Journal of Management*, 37(4):1019-1042. Amit R, Zott C (2001) Value creation in e-business. *Strategic Management Journal* ; Chesbrough, H. (2010) "Business Model Innovation: Opportunities and Barriers." *Long Range Planning* ; Hedman, J., T.Kalling (2003) "The business model concept", *European Journal of Information Systems* ; Shafer, S. M., H. J. Smith, J. C. Linder (2005) "The Power of Business Model." *Business Horizons*; Teece, D. J. (2010) "Business Models, Business Strategy and Innovation." *Long Range Planning* ; Timmers, P (1998) *Business models for electronic markets*. *Electronic Market*.

⁵ "[...] business model [...] describes the design or architecture of the value creation, delivery, and capture mechanisms [that the enterprise] employs. The essence of a business model is in defining the manner by which the enterprise delivers value to customers, entices customers to pay for value, and converts those payments to profit." (Teece, 2010)

son offre leur sont offerts gratuitement) ou à la stimulation de la demande pour des biens d'expérience et en présence d'effets de réseaux (c'est-à-dire convaincre des consommateurs d'utiliser un bien ou un service dont la qualité et le succès économique sont incertaine). C'est particulièrement le cas pour une industrie émergente où par définition, la nouveauté de l'offre ne fournit pas aux clients des points de comparaison avec le passé et donc les place dans une situation d'incertitude qualitative.

Un autre facteur essentiel dans cette économie numérique est la primauté des effets réseaux du côté de la demande. Confrontés à une incertitude radicale face à des produits nouveaux, les clients (consommateurs, entreprises...) ont tendance à prendre en compte les choix des autres dans leurs propres calculs. Bien souvent, une masse critique d'utilisateurs doit être atteinte pour "convaincre" les nouveaux clients d'adopter le produit (anticipations positives) et en-deçà de ce seuil, le réseau s'effondre (Arthur, 1989, Katz & Shapiro, 1985).

Ce processus est à la base des logiques de plateformes en œuvre dans l'économie numérique dont les marchés multi-versants sont une représentation (Rochet & Tirole, 2003). Sur ce type de marché, à la différence des intermédiaires traditionnels, les plateformes numériques présentent trois spécificités notables : (i) l'importance des effets de réseaux croisés entre des groupes d'utilisateurs clairement identifiés ; (ii) les formes de tarification prenant la forme d'une structure de prix asymétriques visant précisément à stimuler les effets de réseaux ; (iii) la nature exclusive ou non de l'usage de chaque plateforme présente (*single vs. multi homing*). En particulier, les effets réseaux croisés sont indispensables à l'émergence et au développement d'une industrie basée sur une économie de plateformes pour atteindre une masse critique d'utilisateurs (Rohlf's, 1974; Oren & Smith, 1981) et faciliter l'avènement de designs dominants. Une des manières de les stimuler en présence de biens d'expérience est de les associer à une forme de tarification basée sur la gratuité. En particulier, cette tarification doit cibler le versant "money-side" du marché, en général les consommateurs dont l'élasticité-prix est la plus forte en raison précisément de l'incertitude qualitative marquant le produit. Si ces derniers ne paient pas directement pour accéder au produit, ce sont en conséquence les autres versants du marché qui contribuent au financement de l'offre, par exemple des annonceurs, des mécènes, l'Etat, des distributeurs procédant à des commandes etc.

Dans une guerre entre plateformes, la logique de "gratuité" devient un levier essentiel de la concurrence : en offrant à un prix nul ou modique des contenus exclusifs et originaux, un opérateur peut espérer capter une partie de la demande au détriment de ses concurrents et atteindre plus rapidement une masse critique permettant un développement automatique de son réseau à travers les anticipations positives des nouveaux clients. Dans le cas d'un marché biface de type contenu/matériel, il s'agit donc de "subventionner" le versant du marché le plus sensible au prix (les consommateurs finals confrontés à des biens d'expérience et à l'incertaine évolution du marché) et de tarifier le versant dont la réaction est la plus forte en réaction à l'autre versant. Plus de consommateurs de contenus (à prix nul) crée une base de clients pour le matériel (une console de jeux par exemple) dont les ventes permettront aux opérateurs de financer de nouveaux contenus pour alimenter leurs plateformes, ce qui attirera à son tour les producteurs desdits contenus. Les contenus sont quasi-gratuits et le matériel est proposé à un prix permettant de couvrir les coûts permettant une stratégie de production de contenus immersifs. Des modèles de plateformes plus élaborés peuvent se baser sur la collecte et la valorisation des données d'usage des plateformes (alors elles-mêmes gratuites, à l'instar de Facebook ou d'une chaîne de télévision en clair) pour cibler des communautés spécifiques ("prescriptives") de clients et nécessitant de trouver des partenariats ou à acquérir des ressources spécifiques.

L'EXEMPLE DE L'INDUSTRIE DE LA VR

Le temps des expérimentateurs

L'écosystème basé sur l'usage des technologies VR, comme nous l'avons noté plus haut, s'organise autour de plusieurs designs de produits et groupes d'acteurs. Cette forme apparentée à la phase de *pre-shakeout* s'explique notamment par l'histoire des expériences immersives dans le monde de la VR. Celles-ci ont été menées dès la fin des années 50. Le prototype *Sensorama* d'immersion visuelle et auditive conçu en 1956 par le producteur de films Morton Heilig est souvent considérée comme l'évènement précurseur. L'objectif était donc dès le départ de faire vivre à un ou plusieurs spectateurs une expérience d'immersion à travers une activité sensori-motrice et cognitive dans un monde créé artificiellement en simulant ou non le monde réel. Plusieurs domaines d'activités à la croisée de l'informatique, de l'électronique, des arts et de la recherche militaire ont dans les décennies suivantes pleinement contribué au développement des techniques de réalité industrielle.

Dès la fin des années 60, différentes inventions de produits se sont succédées. Un des premiers casques de réalité virtuelle connus fut mis au point en 1968 par l'équipe d'Ivan Sutherland à l'Université de l'Utah (*Ultimate Display*, encore appelé *The Sword of Damocles*). Il a inspiré un chercheur comme Daniel Vickers qui réalisa, outre un casque, un dispositif haptique baptisé *DataGlove* permettant de suivre les mouvements de l'utilisateur. Autre grand pionnier, Thomas A. Furness développa à partir de 1968 pour l'armée de l'air étatsunienne un cockpit virtuel sous la forme d'un casque baptisé "Visually Coupled Airbone Systems Simulator" opérationnel en 1982. Une série d'inventions issues de travaux scientifiques aboutirent à des designs variés, notamment dans des centres de recherche universitaires tels que l'Université de Caroline du Nord⁶. Dans les années 80, l'agence militaire DARPA (*Defense Advanced Research Project Agency*) mit au point le simulateur SIMNET, réseau de simulateurs utilisé pendant la première guerre du Golfe pour coordonner l'action de différents corps d'armée et ayant abouti à des simulateurs de tanks, d'hélicoptères... pour entraîner les soldats. D'autres équipements autour de l'enregistrement des mouvements de l'utilisateur furent également conçus durant cette décennie, notamment par une firme pionnière comme VPL Research fondée en 1984 par Jaron Lanier et Jean-Jacques Grimaud⁷. Enfin, on trouve en 1985 une expérience de monde virtuel, *Habitat*, projet développé par Lucasfilm Games en coopération avec Quantum Computer Services (spécialisé dans la mise en réseau d'ordinateurs pour le jeu vidéo en ligne et qui deviendra AOL en 1989)⁸.

Dans le domaine des arts, parmi les premières installations fondées sur un environnement immersif interactif figurent les expériences développées à partir de 1969 par les

⁶ Notamment des applications comme la navigation dans un bâtiment virtuel modifiable, un outil de design moléculaire ou encore une *mountain byke* permettant de simuler l'effort dans un paysage de données fait de montées, de descentes et de faux plat (cf. Quéau, 1993, pp.52 et svtes).

⁷ Cette société fit faillite en 1999 et ses brevets rachetés par Sun Microsystems. Elle fut à l'origine de différents équipements comme le *DataGlove* (gant permettant de capter le mouvement et l'orientation), le *EyePhone* (casque immersif enregistrant les mouvements de la tête) et le *DataSuit* (combinaison avec des capteurs de mouvements corporels).

⁸ Il s'agit d'un environnement mettant en relation des milliers de joueurs dans un jeu de rôle basé sur une interface graphique minimale permettant aux utilisateurs d'interagir à travers des avatars. Ce jeu peut être considéré comme un ancêtre de *Second Life*, plateforme basée sur une technologie VR.

informaticiens et artistes Myron Krueger et Dan Sandin de l'Université Wisconsin-Madison⁹. Ce type de projets multimédia, hybridant techniques numériques et création artistique, ont le plus souvent été valorisés lors de séminaires, rencontres scientifiques etc. comme SIGGRAPH. En 1988, un artiste australien, Jeffrey Shaw, crée une expérience de visite virtuelle utilisant un grand écran et à travers le spectateur déambule en pédalant dans une ville virtuelle (préfigurant des offres actuelles comme Zwift). Des installations artistiques basées sur un dispositif immersif similaire (grand écran, dispositif interactif) ont été développées par les artistes et chercheurs Maurice Benayoun en 1994 (*Dieu est-il plat ?*, *Le Diable est-il courbe ?*) et Christa Sommerer et Laurent Mignonneau (*Interactive Plan Growing*). Philippe Quéau cite différentes expériences dont une installation de coprésence virtuelle présentée lors du salon IMAGINA'93 organisé par l'INA (Quéau, 1993)¹⁰.

Dans cette veine des pièces immersives, un design de produit émergea en 1992 : le CAVE (*Cave automatic virtual environment*) défini par une salle, généralement cubique, dont les murs servent d'écrans à des vidéoprojecteurs et au milieu de laquelle est immergé le spectateur dont les mouvements sont captés pour créer des interactions. Ce dispositif fut mis au point par Carolina Cruz-Neira au sein d'une équipe des chercheurs, ingénieurs et artistes de l'Université d'Illinois à Chicago¹¹ puis amélioré en 2012 par l'utilisation de panneaux LCD. Ce dispositif a été appliqué dans beaucoup de domaines : éducation, recherche universitaire (visualisation de données, médecine du cerveau), développement et test de prototypes, entraînement au vol, jeu vidéo (Unreal), monde virtuel (Second Life) (Muhanna, 2015). Pour autant, son coût élevé, la puissance de calcul et les compétences informatiques nécessaires constituent des barrières à l'entrée pour le plus grand nombre d'artistes. On trouve toutefois des installations artistiques comme *The Observer Effect* présentée en 2016 au 9e2 Festival à Seattle. Il semble néanmoins que cette technique a laissé davantage la place à l'usage de casques VR dans le domaine des expositions artistiques et patrimoniales¹².

Dans l'industrie du jeu vidéo, l'entrée de la VR s'est opérée initialement par le biais des salles d'arcade avec des firmes comme Sega et Virtuality. La première développe à partir de 1991 un casque VR (combinant écrans LCD, capteurs inertiels, son stéréophonique) dédié à des jeux vidéo interactifs et destiné à ses propres consoles et à des bornes d'arcade (via ses parcs Sega World destinés à promouvoir ses jeux). Ce fut un échec technique en raison des maux de têtes et de la cinétose qu'il affligeait aux testeurs et seules les bornes d'arcade servirent à déployer une offre très limitée de jeux vidéo VR. La même année, la société Virtuality lança un système technique VR (casques et gains produisant une expérience immersive de qualité) qui permit notamment son entrée sur le marché des salles d'arcade à travers des jeux multijoueurs et connut un certain succès dans différents pays. En revanche, dans la sphère domestique, après l'échec technique du Sega VR, le premier casque grand public

⁹ Les plus connus sont l'environnement *Glowflow* (une forme de spectacle son et lumière interactif) et surtout le projet *Videoplace* (immersion dans un monde généré informatiquement et habité par plusieurs participants), ce dernier bénéficiant d'un financement du National Endowment for the arts. Krueger développa également une expérience immersive, *Small Planet*, valorisée dans différents séminaires, expositions et événements.

¹⁰ Cette installation permit la coprésence numérique dans l'Abbaye de Cluny de deux participants équipés de casques et éloignés géographiquement (l'un à Paris, l'autre à Monaco) à travers leurs avatars qui pouvaient déambuler, communiquer et même voler dans l'abbaye.

¹¹ Carolina Cruz-Neira, Daniel J. Sandin, and Thomas A. DeFanti

¹² Cf. inter alia l'exploration des Nymphéas de Monet au musée de l'Orangerie (novembre 2018), exposition Modigliani à la Tate Modern (novembre 2017), visite virtuelle de l'atelier de Courbet au musée Courbet à Ornans (juillet 2017), expérience autour de l'œuvre de Dali au musée Salvador Dali à St. Peterburg en Floride (janvier 2016), parcours virtuel au plaisir de Néron à Rome (avril 2019), la visite de la maison d'Ann Frank à Amsterdam (juin 2018), du Théâtre Antique d'Orange (avril 2018), de l'œuvre "le long de la rivière" au Palais de la Cité Interdite (mars 2018).

commercialisé par Nintendo (baptisé Virtual Boy) se solda à nouveau par un échec lourd en concentrant notamment un grand nombre de facteurs négatifs (cinétoise, ergonomie insuffisante, mais également faible catalogue avec peu de contenus réellement immersifs...) bloquant ainsi les effets de réseau nécessaire pour le succès de ce type de produits. Face à la consommation à domicile, le succès relatif d'un marché de consommation collective en extérieur (les bornes dans les salles d'arcade) peut également expliquer la coexistence actuelle entre ces deux designs de produit.

Cependant, cette histoire des premiers temps de la VR montre que les inventions se sont essentiellement focalisées sur le matériel et l'équipement des utilisateurs (casques, gants, capteurs, combinaisons, salles immersives...) et beaucoup moins sur les contenus (formes narratives originales) qui notamment étaient coûteux à produire et nécessitait de la puissance de calcul (cartes graphiques notamment) et des compétences informatiques créant des barrières à l'entrée pour l'essentiel des artistes et des collectifs. De manière générale, cette première période ne permit pas l'émergence d'un marché grand public des contenus immersifs et expériences VR. Le coût des équipements et la puissance de calcul limitée empêcha à la fois le développement d'une offre diversifiée de contenus et l'adoption massive des équipements (casques) permettant de rentabiliser une telle offre et donc d'inciter des producteurs à se lancer dans un tel secteur. Jusqu'à une période récente, la VR et ses multiples variantes ont essentiellement fourni des applications dans d'autres industries et activités comme l'armée, la santé, l'éducation, les loisirs etc.

Le contexte actuel : une émergence difficile

Plus récemment, dans les années 2010, la mise sur le marché d'équipements (en particulier, les casques VR) moins onéreux, plus performants et la mise à disposition d'outils de création numérique plus accessibles¹³ élargissent potentiellement le vivier de création. L'offre de casques VR économiquement et ergonomiquement acceptables ont transformé l'écosystème de la VR en introduisant des acteurs numériques opérant des plateformes dédiées ou diversifiant leurs propres plateformes dans le champ des contenus VR.

A partir de 2015, une diversité de casques, de boîtiers avec lentilles, de plateformes et de services dédiées à la VR (Oculus VR/Facebook, Samsung Gear VR, HTC Vive, Steam VR, PlayStation VR, Google Cardboard, StarVR/Acer etc.) ont vu le jour pour permettre au grand public d'accéder à des contenus immersifs. L'usage et la valorisation de ces équipements se fait dans des contextes diversifiés : des lieux culturels (musées, galeries, festivals, théâtres, salles de cinéma, salles d'arcade...) à la consommation à domicile à partir d'un ordinateur, d'un équipement mobile ou d'une console de jeu en passant par les salles de divertissement dédiées à la VR (location-based VR ou "parcs d'attraction" virtuels). Les producteurs d'œuvres VR (fictions, documentaires, expériences et installations, jeux vidéo...) sont eux-mêmes issus de secteurs assez différents : sociétés de production audiovisuelle, studios de jeux vidéo, artistes et collectifs indépendants, centres de recherche universitaires et écoles d'art, grandes institutions culturelles etc.

Dans ce contexte, les designs de produits proposés aux consommateurs et aux professionnels exploitant des contenus VR se situent entre la consommation à domicile (terminal avec casque VR) et la consommation en extérieur (salle dédiée à la VR, location based VR)

¹³ Par exemple, la plateforme open source OpenSimulator créée en 2007 permet d'héberger des mondes virtuels ; le moteur 3D libre multi-plateformes OGRE créé en 2005 vise à simplifier la création de programmes 3D temps réel.

constituant les deux principaux débouchés actuels pour la production de contenus VR. Les casques s'imposent progressivement comme une composante incontournable de ces designs de produits. Toutefois, le développement de ces marchés et donc d'une industrie créative spécifique se heurte à plusieurs obstacles comme la visibilité de l'offre (matériel, services et contenus), la taille des catalogues de contenus disponibles et finalement la viabilité du modèle économique des producteurs VR.

S'agissant de la visibilité de l'offre, la concurrence entre une variété de casques s'ajoute à celle des services collectifs comme les location-based VR. Ce dispositif fut développé en 2017 par la firme Imax à travers l'ouverture d'espaces physiques dédiés à la consommation de contenus immersifs via des casques (Acer) à Los Angeles, puis au niveau international (Manchester, Bangkok, Toronto...). Pour autant, ce fut un échec et les salles furent fermées en raison notamment d'une originalité insuffisante et de contenus VR peu différenciés par rapport à l'offre disponible sur les plateformes de consommation à domicile (Steam, Oculus etc.). D'autres chaînes de salles sous la forme de parcs d'attraction VR/XR se sont développées comme la franchise étatsunienne The Void (liée en 2016 à Sony pour exploiter l'univers Ghostbusters puis en 2017 à Disney pour des attractions Star Wars ou Marvel) et sa concurrente australienne Zero Latency créée en 2013 et également présente dans plusieurs pays. La société Dreamscape Immersive créée en 2016 se différencie pour sa part en proposant des univers fictionnels immersifs (Alien Zoo, Men in Black VR...) ¹⁴. En France, par exemple, Virtual Time et Illucity offrent des services de location-based VR. Pour autant, cette forme d'exploitation des contenus VR n'atteint pas à ce jour les niveaux de pratiques et d'audience des industries culturelles plus classiques et donc une activité de production large et diversifiée.

La consommation de contenus VR à domicile (en mode *home entertainment*) émerge aussi difficilement. Plusieurs raisons peuvent être avancées : un rejet du casque VR, des problèmes de confort et des risques possibles pour la santé, une compatibilité souvent limitée entre les équipements (par exemple, dans le domaine des casques mobiles certains modèles sont compatibles uniquement avec certains matériels, comme le Gear VR de Samsung ou le PlayStation VR, qui ne fonctionne qu'avec la PS4), la concurrence d'autres loisirs à domicile (SVOD, réseaux sociaux, jeux non VR sur consoles...), l'isolement créé par l'usage domestique de ces casques et, plus récemment, celle des expériences immersives proposées par les location-bases VR dont les contenus sont souvent plus élaborés et répondent davantage aux attentes des amateurs de contenus VR/XR.

D'une manière plus générale, l'industrie créative de la VR semble confrontée à un problème de type "chicken and egg" (Economides & Himmelberg, 1995) : la taille du marché de contenus VR anticipée par les consommateurs est insuffisante pour les inciter à adopter les équipements (aboutissant donc à une demande insuffisante) ; inversement, le niveau d'adoption des équipements est trop faible pour stimuler la production massive et diversifiée de contenus VR suscitant l'engouement des consommateurs ¹⁵. Dans les industries créatives et culturelles, ce problème a souvent été résolu par la stimulation des effets de réseaux. D'une

¹⁴ On trouve également ce type d'offres de loisirs au Japon qui se sont développées à partir des salles d'arcades très répandues dans ce pays. Mario Kart et des mangas célèbres comme Dragon Ball Z peuvent être joués en mode VR.

¹⁵ On retrouve ici les raisons de l'échec de standards comme le Bétamax, le Laserdisc et le DAT qui ont souffert entre autres d'un catalogue insuffisant de titres, ce qui a pu justifier par la suite le rachat de majors par les géants de l'électronique grand public (Philips, Sony...). Ce type de guerre de standards peut augmenter les risques en matière de choix pour les consommateurs souhaitant éviter de devenir des "angry orphans".

part, les promoteurs des technologies, en acquérant des droits ou en commandant des œuvres, alimentent l'offre présente sur leurs plateformes. D'autre part, ils proposent ces contenus gratuitement ou à un prix faible pour rendre leur offre plus attractive pour des consommateurs dont la disposition à payer pour des biens d'expérience (marqués par une incertitude qualitative) est par définition faible (au-delà de l'effet de nouveauté et la curiosité inhérente). Dans le contexte de la VR, il s'agirait de "subventionner" ceux qui sont supposés stimuler le développement du marché, en l'occurrence les œuvres immersives qui se développent moins vite que l'équipement. Offrir gratuitement les contenus immersifs annule certes les recettes tirées du côté du marché de l'édition, mais accroît les recettes tirées directement ou indirectement de la vente de matériel (casques VR, terminaux équipés) ou de la monétisation de l'audience.

L'opération s'avère profitable si l'accroissement de recettes excède l'absence ou la faiblesse de revenus directs et donc les déficits associés à la production de contenus VR. Il s'agit donc de "subventionner" le versant du marché le plus sensible au prix (les consommateurs finals confrontés à des biens d'expérience et à l'incertaine évolution du marché) et de tarifer les versants les moins réactifs. Plus de consommateurs de contenus VR (proposés à prix nul) crée une base de clients ou une audience selon le modèle de plateforme dont les opérateurs financeront d'autant plus les contenus VR pour alimenter leurs plateformes et ce qui attirera à son tour les producteurs desdits contenus.

Parallèlement, une guerre entre ces mêmes plateformes de distribution numérique se greffe sur ce premier niveau d'incertitude, chaque acteur tentant d'imposer sa plateforme pour préempter un écosystème VR encore émergent. Pour des équipementiers comme Samsung ou HTC, il s'agit avant tout de vendre des terminaux, tandis que pour Facebook et Google, la logique est de verrouiller les utilisateurs de leur plateforme respective et de conforter ainsi leur modèle économique basé sur une logique de revenu indirect (Rallet & Rochelandet, 2012). Des stratégies d'incompatibilité ou d'exclusivité dans l'exploitation de contenus originaux pourraient alors augmenter les coûts d'opportunité pour les consommateurs sur le marché de la consommation à domicile¹⁶.

L'ensemble des stratégies a une influence sur les modèles économiques des producteurs VR dont les coûts fixes sont bien souvent financés par les préachats, commandes, mécénats et aides publiques. Certains contenus sont voués à la promotion d'autres biens et services (alimentation de catalogues sur les plateformes numériques mais aussi distribution dans des médias cherchant à se différencier qualitativement, expositions dans des institutions culturelles renommées, etc.), d'autres au contraire visent une diffusion plus confidentielle (expérimentations et œuvres d'artistes s'adressant à des niches culturelles) ou s'adressant une cible de marché précise, potentiellement plus profitable (le public des location-based VR). A leur tour, le choix des modèles économiques peut avoir des conséquences sur le niveau de créativité (l'invention de nouvelles narrations) et donc de différenciation des contenus en découlant. Ce qui peut compliquer in fine l'émergence d'une industrie culturelle spécifique et différente des industries créatives déjà existantes. Pour mieux comprendre cette émergence difficile, il nous paraît essentiel d'analyser les modèles économiques sous-jacents à la production de contenus VR.

¹⁶ De ce point de vue, les location-based VR disposent d'un avantage en n'imposant aucun achat d'équipement spécifique aux consommateurs individuels. La concurrence s'exerce alors davantage sur la différenciation des expériences proposées dans ces lieux de divertissement.

ÉTUDE EMPIRIQUE¹⁷

Variables et méthode

Cette section vise à mettre évidence les modèles économiques des producteurs de contenus VR et de discuter de leur originalité vis-à-vis des modèles qui prévalent dans les industries culturelles et créatives. Pour cela, deux types de variables sont mobilisées : d'une part, des variables caractérisant le modèle économique du projet et regroupées en 5 catégories : les clients ciblés, les lieux de consommation, le modèle de financement, le réseau de production et de partenariats et le modèles de revenu (cf. tableau A1 en annexe) ; d'autre part, des variables caractérisant les contenus et l'expérience immersive proposées : les caractéristiques de l'œuvre (genre, date de publication, scénarisation, possibilités d'usages, durée de consommation...), du producteur (secteur d'activité, statut), les équipements complémentaires au contenu, les dispositifs d'interaction (cf. tableau A2 en annexe)

Sur la base de ces variables, une base de données originale de 93 projets a été construite par codification par observation directe complétée par des entretiens auprès de professionnels rencontrés à l'occasion de salons professionnels (Laval Virtual, New Images etc.). Cet échantillon a été défini par l'équipe Spatial Media de l'EnsadLab/ENSAD composée de chercheurs et professionnels spécialistes de la réalité virtuelle et des médias immersifs.

Il faut toutefois noter que, s'il est d'une taille suffisante pour réaliser une analyse de données et comprend des œuvres immersives assez variées, cet échantillon de 93 œuvres n'a pas vocation à être représentatif. Comme noté plus haut, l'industrie créative (potentielle) associée à la VR/XR est située très en amont dans la phase d'émergence du cycle de vie du produit et aucun design dominant ne permet aux acteurs du marché (producteurs, associations professionnelles, consultants etc.) d'en avoir une représentation institutionnelle et statistique précise.

En revanche, cet échantillon comprend une variété de projets permettant de prendre en compte la diversité des situations depuis l'apparition des premiers projets initiés par des artistes et des chercheurs dans les années 90 jusqu'aux productions contemporaines d'éditeurs comme UbiSoft et d'institutions culturelles s'adressant au grand public. L'enjeu est d'intégrer une perspective historique en prenant en compte des briques élémentaires apparues bien avant le lancement des équipements VR actuels (casques) et les logiques économiques associées pour déterminer dans quelles mesures les modèles sous-jacents sont prégnants dans cette période de *pre-shakeout*. A cet égard, une variable temporelle a été codifiée (date2016) permettant de savoir si le projet est apparu avant le lancement des casques VR auprès du grand public. Le tableau 1 présente la composition de l'échantillon par rapport aux producteurs, aux genres et à la date de production¹⁸.

Tableau 1 : Composition de l'échantillon (93 projets, pourcentages)

Activité du producteur	Arts et culture	20
	Production audiovisuelle	19
	Production multimédia	18

¹⁷ Cette partie est issue d'un travail mené par les auteurs dans le cadre d'un projet de recherche financé par le Labex ICCA et reprenant leur cadre méthodologique pour analyser les modèles d'affaires dans la presse en ligne (Lyubareva & Rochelandet, 2016). Les variables utilisées dans ce travail précédent ont été adaptées pour prendre en compte les spécificités de la VR.

¹⁸ Le découpage temporel proposé ici n'a pas vocation à être précis, mais simplement indicatif. La date de 2016 correspond toutefois au lancement de casques VR "grand public".

	Jeux et logiciels	13
	Éducation et recherche	12
	Technologies numériques	6
	Administration culturelle	5
Statut du producteur	Société commerciale	47
	Indépendants	21
	Institutions publiques	18
	Institutions privées	7
Genre de l'œuvre	Expérience	36
	Fictions	23
	Jeux	17
	Documentaires	17
Date de production	1988-1999	8
	2000-2009	10
	2010-2015	26
	2015-2019	56

Une démarche statistique exploratoire multidimensionnelle basée sur une analyse de correspondances multiples a été mobilisée pour identifier les modèles économiques. Cette analyse a été appliquée sur les 93 projets de notre échantillon à partir de 29 variables discriminantes utilisées pour caractériser des composantes classiques des modèles économiques (cf. tableau A1) et variables illustratives (cf. tableau A2).

Les résultats de cette analyse quantitative ont été complétés et illustrés par des études de cas portant sur des individus représentatifs des clusters mis en évidence.

Résultats et discussion

Gratuité et logique de subventions croisées

Une première analyse statistique (tris à plat et croisés) de l'échantillon permet certaines observations.

La "gratuité", entendue ici comme l'accès libre sans contrepartie monétaire spécifique pour apprécier l'œuvre (la présentation de l'œuvre dans le cadre d'une exposition ou d'un festival est ainsi inclus dans cette catégorie), est vérifiée pour la majorité des contenus (52,7%), tandis que la vente à l'unité constitue le deuxième modèle de revenu (20,4%), les autres modèles payants (abonnement, *freemium*, micropaiements, crédit-temps) ne représentant chacun qu'entre 2% et 3% des cas. Cette disproportion montre bien qu'il s'agit pour les producteurs de stimuler la demande (constituée de consommateurs confrontés à des biens d'expérience et dont la disposition à payer est faible ou la crainte d'une déception est élevée). L'appropriabilité de la valeur s'opère de manière majoritairement indirecte.

Fait notable, l'absence de modèle de revenu concerne 14 projets (25,8%) de l'échantillon. Il s'agit essentiellement d'expériences (58,3%) développée en interne (83% avant 2016 (58%) par des indépendants ou au sein d'institutions publiques, ayant bénéficié de subvention et du mécénat et valorisées des festivals (67%), des musées (63%) ou encore dans des galeries (46%). Il s'agit pour la plupart d'installation ou d'expérimentations présentées ponctuellement lors de festivals ou dans des expositions (donc non librement accessibles) mais dont les

producteurs ne tirent pas de revenus de leur valorisation, les coûts fixes de production étant financés en amont¹⁹.

En revanche, les revenus publicitaires sont absents, alors que les contenus gratuits dans d'autres industries créatives sont habituellement valorisés par ce biais. Parmi les interprétations possibles, les spectateurs amateurs de VR sont pour une part, des publics de niche, publiphobes ou de taille insuffisante pour attirer des annonceurs et pour une autre part, des consommateurs payants (jeux vidéo).

Les modes de financement prédominants dans notre échantillon sont les subventions publiques (61,3% des projets en bénéficiant), l'autofinancement (55,9%), le mécénat (35,9%), le préachat (17,2%) et les levées de fonds (10,8%).

Analyse des modèles économiques (ACM et études de cas)

Au niveau des modèles économiques, l'analyse des correspondances multiples permet de mettre en évidence 6 clusters statistiques présentés dans le tableau A6 (en annexe). Chacun des clusters correspond en première analyse à un type différent de contenus, d'usages et de modèles.

Les **clusters 1, 2 et 3** sont proches au niveau des publics visés (éloignés de la cible tout public), des lieux de valorisation des contenus CR comme les musées, les galeries, les universités... et la nature non commerciale de leurs producteurs (très proches des écoles d'art et centres de recherche universitaires). Il semble que l'une des différences principales entre ces clusters concerne leur date de création et, par conséquent, les différentes étapes de la prolifération de VR et de la spécialisation des producteurs concernés.

Dans le **cluster 1**, le modèle de financement s'écarte de la levée de fonds et les producteurs proviennent essentiellement du secteur des arts et de la culture et sont éloignés des industries numériques. L'analyse des cas les plus représentatifs de ce cluster (**tableau 2.1**) révèle la présence d'expériences, souvent des premiers temps (le cluster 1 comprend l'essentiel des projets menés avant 2000 de l'échantillon, cf. **tableau A5**), et s'appuyant sur des projets d'écoles et de départements d'art (INREV/Université Paris 8, HEAD à Genève...) ou de recherche expérimentale. Ces projets s'insèrent parfaitement dans une phase d'exploration technique et artistique qui se poursuit jusqu'à aujourd'hui.

Tableau 2.1 : Cas représentatifs du cluster 1 (titre, année de production, genre, producteur)

Titres	Année	Genre	Producteur	Description
Ludico Ximoan	2017	Expérience	HEAD (école d'art, Genève)	Projet d'un master de média design, expérience immersive sonore.
Osmose	1995	Expérience	Softimage (prestataire technique)	Environnement virtuel immersif (visuels interactifs) créé par une artiste, dirigeant le département recherche de Softimage (expérimentation d'outils 3D, production d'effets spéciaux pour le cinéma, alors filiale de Microsoft).
I never promised you a garden	2017	Expérience	ECAL (école d'art)	Projet d'un master de design et médias (exploration immersive dans un jardin suspendu).
Le tunnel sous l'Atlantique	1995	Expérience	CNAP (école d'art) associée au CGP et au MAM	<i>Cf. étude de cas n°1.</i>

¹⁹ Seuls 2 parmi ces 14 projets ont un modèle économique proches d'une industrie créative.

			Montréal (+Ircam...)	
La porte	2018	Expérience	VRAC (collectif artistique), Universités Paris 8 (Inrev) et Paris Saclay	Œuvre artistique et exploration immersive.

Étude de cas n°1 : *Le tunnel sous l'Atlantique*

Le Tunnel sous l'Atlantique est une œuvre expérimentale de télévirtualité créée par le chercheur et artiste Maurice Benayoun et exposée du 19 au 24 septembre 1995 au Centre George Pompidou à Paris et au Musée d'Art Moderne à Montréal durant le colloque ISEA (Symposium International des Arts électroniques de Montréal, Québec). Cette expérience immersive est une commande publique des arts numériques du Centre National des Arts Plastiques en France. L'enjeu était de renforcer les liens historiques, affectifs et culturels entre la France et le Canada en rassemblant des spectateurs situés de chaque côté autour d'un tunnel virtuel et en les incitant à creuser cet espace fictif pour aller à la rencontre des uns des autres. Cette immersion fait apparaître des formes visuelles (films, images, photographies etc.) renvoyant à la relation historique entre les deux nations tout en permettant des échanges instantanés sous forme de communication interactive. Le dispositif consiste alors en un grand écran et une manette mise à disposition du spectateur. Cette œuvre artistique a été commandée par le Ministère de la Culture français.

Par rapport au cluster 1, le **cluster 2** se distingue plus spécifiquement au niveau des financements des projets, sur le mécénat et à celui du réseau de production et de partenariat, sur des prestataires techniques et le recours à la coproduction. L'analyse des cas représentatifs (**tableau 2.2**) montre également une valorisation dans des lieux institutionnels, une ouverture à un public de niche, mais élargie par rapport au cluster 1.

Tableau 2.2 : Cas représentatifs du cluster 2 (titre, année de production, genre, producteur)

Titres	Année	Genre	Producteur	Description
My name is Peter Sillman	2017	Fiction	59 Productions (société de production et design studio)	Thriller immersif avec casque VR. Distribué dans des lieux institutionnels (HOME/Manchester, Lyric Hammersmith in London). Promotionné dans des festivals et salons reconnus. Commande de The Space (agence publique d'aide aux arts)
In principio (e poi)	2013	Expérience	Studio Azzurro (collectif artistique).	Installation vidéo immersive (mystère des origines). Réalisé dans le cadre de la Biennale de Venise. Dispositif de type CAVE. Prestataire : FGM. Commande du Vatican
Gallery Weekend Berlin	2011	Expérience	Spinning Wire (société de production audiovisuelle).	Expérience immersive permettant aux visiteurs de l'évènement Gallery Weekend Berlin 2012 d'interagir dans un environnement 3D virtuel. Coproduction visant à tester une technologie open source. Financé sur fonds privés. Prestataires et réseau de 50 galeries.
Nøomuseum	2004	Expérience	Yann Minh (indépendant)	<i>Cf. étude de cas n°2.</i>
Fugue VR	2018	Expérience	Small Bang (studio de création)	Expérience de danse immersive (10 participants, 2 danseurs médiateurs, avec casques) (VR/XR). Coproduction (Maison de la danse, CCN2, Auvergnés Rhone-alpes cinéma, etc.). Aide du CNC. Commande de la Maison de la Danse, Lyon. Mécénat (Fondation BNP Paribas).

Étude de cas n°2 : *Nøomuseum*, œuvre immersive à visée pédagogique, indépendant, 2004

Le Nøomuseum est un musée dématérialisé de science-fiction consacré à la préhistoire de la cyberculture tout en servant de support à l'apprentissage et la mémorisation d'informations complexes par un procédé ludique. Ce parcours pédagogique dans un univers 3D temps réel est né d'un travail que Yann Minh (écrivain de science-fiction, artiste multimédia, réalisateur) avec Maurice Benayoun (chercheur et artiste) pour le CNAM en 1997. Cette installation immersive, s'adressant au public de professionnels multimédias, est également conçu pour des interventions pédagogiques en milieu universitaire et scolaire, dans les écoles, les colloques, les festivals, les conventions. Sa valorisation passe par des lieux numériques tel que le web, les jeux vidéo de type M.M.O.R.P.G. et les mondes persistants ou physiques sous forme de conférences dans des salles dédiées de type CAVE (espace immersif tridimensionnel). Le projet est financé par les autres activités professionnelles de l'auteur et des aides (bourses scientifiques ou artistiques comme la bourse "Pierre Schaeffer" de la SCAM ou une bourse de résidence artistique à la SAT de Montréal en 2013 par l'Institut Français. Développé initialement en interne, ce projet a bénéficié d'enrichissement au fil des années par les contributions d'intervenants extérieurs (les noomuséographes) ou l'apport en

contenus et iconographies de plusieurs documentaires télévisuels que l'auteur a réalisés pour la Cinquième et pour la Cité des Sciences sur l'histoire de la robotique et des réseaux numériques.

Le **cluster 3** présente très peu de spécificités en matière de modèle économique : ses producteurs sont souvent issus du monde universitaire et leurs productions se valorisent sur des lieux spécifiques, autres que les plateformes numériques. L'analyse des cas représentatifs (**tableau 2.3**) suggère qu'il s'agit essentiellement de fictions interactives produites pour la majorité par des artistes associés à des institutions reconnues dans le domaine de la création numérique (ENSAD, NYU, Le Fresnoy, universités françaises...) et de la VR en particulier. Par rapport au cluster 1, ce sont des projets plus récents en moyenne, basé sur des fictions (et non des expérimentations croisant art et technique) et sans mode de financement spécifique.

Tableau 2.3 : Cas représentatifs du cluster 3 (titre, année de production, genre, producteur)

Titres	Année	Genre	Producteur	Description
Holojam in Wonderland	2017	Fiction	NYU	Pièce de théâtre immersive (acteurs et spectateurs places dans un espace physique partagé avec casques VR et avatars). Projet doctoral du Future Reality Lab (NYU). Valorisation : salon FoST (salon sur les nouvelles narrations numériques). Développement : Holojam Inc. (spin-off NYU, plateforme VR/AR).
Fenêtre sur chambre	2010	Game	Art dans la Cité (association), ENSAD	Serious game sur PC. Valorisation dans des services hospitaliers. Soutien : ENSAD, Francogrid, Fondation de France, Direction Régionale des Affaires Culturelles, Agence nationale de Santé IDF, GlaxoSmithKline. Nominations.
La maladie de la mort	2018	Fiction	Collectif Or Normes (compagnie de théâtre)	Installation (spectateur dans un lit avec un casque VR) dans des lieux de spectacle vivant autour de l'œuvre de Duras. Production : Collectif Or Normes (développement logiciel et création artistique, Poitiers). Soutien : CNC, Spedidam, DICREAM, Région Poitou-Charente, Confluences, théâtres...). Spectacle payant.
Wolves in the wall	2019	Fiction	Fable Studio (studio d'animation).	Animation VR (histoire pour enfant) accessible avec un casque, disponible sur Oculus. Production : Fable Studio, équipe de l'ancien studio Oculus Story Studio fermé par Facebook. Cofinancé par Facebook. Promotion : Sundance, Festival de Cannes... Gratuit.
Cinéma émotif	2013	Fiction	Filmo (société de production)	<i>cf. étude de cas n°3</i>

Etude de cas n°3 : Cinéma émotif / Mademoiselle Paradis, dispositif cinéma interactif

Lancé le 12 février 2014 au Fresnoy (studio national des arts contemporains à Tourcoing) et financé par Pictanovo (structure régionale de soutien à l'audiovisuel) et une campagne de crowdfunding, *Le Cinéma Émotif* est un dispositif de cinéma interactif dans lequel le scénario varie en temps réel en fonction des émotions des spectateurs (placés dans une salle devant un écran), analysées par des casques EEG à électrodes qui captent leur activité cérébrale. Le court métrage *Mademoiselle Paradis* inaugurant ce dispositif a été réalisé par l'artiste numérique et réalisatrice Marie-Laure Cazin, également enseignante à l'École Supérieure des Beaux-Arts du Mans et à l'Université Paris 1. Il s'agit donc d'un projet né dans le milieu universitaire dont la valorisation s'est faite avec le soutien de centres de recherche (Lille 1, Nantes, Bordeaux, Mons) auprès d'un public spécifique cinéphile et amateur d'expériences numériques et dans des lieux dédiés (centre universitaire et lieux culturels). Les créateurs de projet d'expérimentation ne s'appuient sur aucun modèle économique précis.

Les **clusters 4 et 5** se rapprochent au niveau des contenus immersifs : des productions audiovisuelles consommées à domicile à partir de plateformes numériques et dans des lieux collectifs : cinéma et VR location-based.

Pour autant, le modèle économique du **cluster 4** se singularise très nettement en se rapprochant du modèle de l'industrie audiovisuelle au niveau de la valorisation (contenus librement accessibles), de la promotion (festival reconnus), du financement (préachat) et du réseau partenarial (coproduction, recours à des prestataires techniques et à un distributeur). Ce cluster regroupe essentiellement des œuvres documentaires produites après 2016 et nécessitant l'usage de casque VR. Les sociétés commerciales issues de la production

multimédia sont surreprésentées dans ce cluster. L'analyse des cas représentatifs (**tableau 2.4**) confirme l'analyse de données en montrant que ces œuvres sont pour la plupart des commandes de sociétés audiovisuelles et numériques comme National Geographic et Arte. Cela laisse supposer que ces productions servent également à renforcer leur marque et présence dans les nouveaux médias.

Tableau 2.4 : Cas représentatifs du cluster 4 (titre, année de production, genre, producteur)

Titres	Année	Genre	Producteur	Description
I, Philip	2016	Fiction	Okio Studio, Arte, Saint George Studio	Immersion 360 (univers Philip K. Dick). Coproduction. Distribution : Arte 360 VR. Promotion dans festivals/salons (360 film, Laval Virtual...). Soutien : CNC, Adami. Gratuit.
Voyage au cœur de l'évolution	2017	Documentaire	Museum d'histoire naturelle, Orange (Orange Labs)	Documentaire interactif VR (évolution et classification des espèces). Consommation avec casque et collective (cabinet VR). Coproduction. Distribution : HTV Vive. Gratuit.
Your spiritual temple sucks	2017	Fiction	Serendipity Films (société de production indépendante, Taiwan), Funique VR	Cinématique VR (comédie). Consommation avec casque. Coproduction. Promotion dans festivals VR (Sundance, New Images...). Prestataire : Kaohsiung VR Film Lab. Distribution sur plateformes (MK2VR en France). Payant.
L'île des morts	2018	Documentaire	Les Produits frais, ARTE	<i>cf. étude de cas.</i>
The protectors	2017	Documentaire	Here Be Dragons (studio vr), National Geographic.	Documentaire court 360 (visite d'une réserve naturelle). Navigation sur écran. Coproduction (+Annapurna Pictures + African Parks). Prestataires. Distribution : multiplateformes (YouTube, WithIn...). Gratuit.

Etude de cas n°4 : L'île des Morts, documentaire VR 360°, Arte, 19 juin 2019

« L'île des morts » est un court-métrage immersif créé en 2018, réalisé et écrit par deux artistes (société de production Les Produits frais) prenant la forme d'un voyage intemporel à travers lequel l'utilisateur est guidé par le passeur des Enfers. Expérience VR située dans un environnement lugubre et morbide inspiré d'une série de 5 tableaux du peintre Arnold Böcklin, (fin 19^e) et utilisant comme bande sonore un poème symphonique du musicien russe Rachmaninov a par ailleurs composé inspiré et portant le nom du tableau, qui est justement utilisé comme bande sonore. Commande pour la collection ARTE Trips (explorer des tableaux à travers la VR comme Le Rêve du Douanier Rousseau ou Les Noces de Cana de Paul Véronèse. Nominations et récompenses (Biennale de Venise et Entrevues (Belfort). Soutien : CNC. Accessible gratuitement.

A l'inverse du cluster 4, le **cluster 5**, basé sur la production de fictions VR, ne présente pas de spécificités claires sur les dimensions du financement et du réseau partenarial. Il s'agit de fictions VR, principalement payantes et la plupart portées par des organisations du secteur public culturel (ARTE, Office national du film du Canada) avec toutefois une importance des interactions avec les spectateurs à travers la possibilité de commentaires.

Tableau 2.5 : Cas représentatifs du cluster 5 (titre, année de production, genre, producteur)

Titres	Année	Genre	Producteur	Description
MIYUBI	2017	Fiction	Felix & Paul Studios, Funny or Die	Fiction (comédie) en mode POV. Consommation à domicile avec casque (promotion festivals Sundance, Cannes). Financement : subvention et crowdfunding. Producteur : Funny or Die (site de VOD) Développeur : Felix & Paul Studio (studio canadien : prod. originales et prestataire de majors). Gratuit.
Conscious existence	2018	Fiction	EpicScapes (artiste numérique; studio	Court-métrage VR 360 (exploration univers à la Terence Malick). Consommation à domicile avec casque ou cardboard + festivals, compagnies aériennes. Promotion :

			indépendant)	festivals et concours (Sacem, Lumière...). Soutien : Institut d'animation (Filmakademie Baden-Württemberg, école de cinéma) ; NVidia, Mettle, Kaleidoscope (plateforme de financement dédiée VR). Payant.
Gloomy eyes	2019	Fiction	ARTE, Atlas V, 3DAR (studios VR) HTV Vives, Viveport	Animation VR (science-fiction). Mini-série. Consommation à domicile avec casque. Coproduction. Développeur : 3DAR, Atlas V. Promotion festival (Annecy, New Images...). Soutiens : CNC, Unity, Sacem, Rhône Alpes Cinéma, Procirep. Payant.
Sens VR	2016	Game	ARTE, Red Corner (société de production interactive)	Jeu VR (fiction basée sur un roman graphique). Mini-série. Consommation à domicile avec casque ou directement sur écran smartphone. Coproduction. Soutien : CNC. Partenaires : Editions Delcourt et Institut Français. Payant.
Gymnasia	2019	Fiction	Felix & Paul Studios ONFC	<i>Cf. étude de cas n°5.</i>

Étude de cas n°5 : « Gymnasia », film d'animation interactif, 26 avril 2019

Dans cette fiction VR (360 vidéo et animation stop motion) accessible par un casque VR, l'utilisateur entre dans un gymnase d'école primaire abandonné, qui le ramène à des souvenirs de son enfance, à la fois troublants et familiers (environnement austère, anxiogène et poussiéreux, dans lequel cohabitent de petites marionnettes animées). Il s'agit d'une expérience dans laquelle l'individu est spectateur, et non un jeu ayant un objectif à accomplir. Mêlant stop-motion et vidéo 3D à 360°, cette animation utilise des objets en volume, des images de synthèse et d'effets spéciaux pour créer de toutes pièces un mouvement qui n'existe pas à la base. Produit par l'Office national du film du Canada et le studio Felix & Paul Studios, ce film a été développé par un collectif d'artistes (Clyde Henry Productions) grâce à un financement de Téléfilm Canada et un mécénat (Institut Adam Mickiewicz) et se base sur un modèle de vente à l'unité.

Le **cluster 6** correspond au modèle économique du jeu vidéo transposé à l'univers de la VR. Les producteurs sont issus des secteurs du jeu vidéo et du logiciel, clairement distinct du secteur des arts et de la culture (et des catégories de projets "fictions" et "expériences"). S'adressant exclusivement au grand public et à une consommation à domicile à partir de contenus immersifs disponibles sur des plateformes numériques, les œuvres sont financées principalement par levée de fonds (tout en ne bénéficiant pas pour la plupart d'aides publiques) et leur valorisation marchande repose sur la vente à l'unité associée parfois à des micropaiements, du *freemium* et de l'abonnement. D'autres éléments caractéristiques du jeu vidéo distinguent ce cluster des autres comme l'usage de manettes, la présence d'options multijoueurs, l'utilisation du live streaming, une scénarisation évolutive et le fait que l'expérience dure plus d'un quart d'heure.

Tableau 2.6 : Cas représentatifs du cluster 6 (titre, année de production, genre, producteur)

Titres	Année	Genre	Producteur	Description
Don't starve	2013	Jeu vidéo	Klei Entertainment (studio indépendant canadien)	Survie dans une contrée sauvage. Consommation à domicile avec casque. Promotion dans festivals de jeux indépendants. Payant.
Bientôt l'été	2013	Jeu vidéo	Tales of the tale (studio indépendant belge)	<i>Cf. étude de cas n°6.</i>
Drunkn bar fight	2016	Jeu vidéo	The Munky (studio indépendant californien)	Bagarre dans un bar. Consommation à domicile avec casque et manettes. Disponible également en arcade. Distribution sur plateformes Steam, Oculus, Playstation). Payant.
Proteus	2013	Jeu vidéo	Twisted Tree Studios (studio indépendant californien)	Jeu d'exploration d'ambiance musicale Distribué sur Steam. Promotion dans festivals. Payant.
Star wars galaxies	2003	Jeu vidéo	Sony Online Entertainment, LucasArts.	Jeu de rôle en ligne massivement multijoueur. Consommation sur PC (Windows). Plateforme : Microsoft. Payant.

Étude de cas n°6 : *Bientôt l'été*, jeu vidéo VR, Tales of the tale, 2013

Cette expérience immersive (3D en temps réel) est l'histoire de deux amoureux qui sont séparés devant l'océan basée sur l'univers fictionnel de Marguerite Duras. L'utilisateur marche via un avatar (masculin ou féminin) sur une plage simulée avec des expressions poétiques sur l'amour et la perte. Puis l'utilisateur se déplace sur un échiquier avec une autres personne en ligne. Développé sur Unity3D. il s'agit d'une expérience assez complète avec des images et des espaces en trois dimensions, une expérience auditive et visuelle forte, une scénarisation par étapes accompagnée d'un système de navigation guidé. *Bientôt l'été* est un jeu vidéo payant PC/Mac disponible sur une plateforme dédiée développé par le studio indépendant belge Tales of the Tale fondé en 2002 sous la forme d'une SARL et développant des jeux d'aventures adaptés de contes européens célèbres. Ce projet a bénéficié d'une levée de fonds via le Flanders Audiovisual Fund et d'une Promotion dans des festival de jeux indépendants comme l'Independent Games Festival.

D'une manière générale, deux grandes tendances apparaissent : d'un côté, des productions s'apparentant à des prototypes, des installations, et plus généralement des expériences s'adressant à des publics spécifiques, mais basées sur des modèles de financement et de revenus a priori très diversifiés et pour la plupart, éloignés des modèles présents dans les industries culturelles ; il s'agit des clusters 1, 2 et 3. De l'autre, des productions issues des industries de l'audiovisuel et du jeu vidéo et le plus souvent, calquées sur les modèles économiques habituellement présents dans ces activités ; il s'agit des clusters 4, 5 et 6. Le dendrogramme (Graphique 2, en annexe) issu d'une classification hiérarchique confirme par ailleurs cette dichotomie. A un niveau de coupe inférieur, on constate une proximité entre les clusters 1 et 2 (expérimentations artistiques et numériques) et entre les clusters 4 et 5 (contenus audiovisuels), confirmant dans une certaine mesure les résultats de l'analyse détaillée.

Modèles économiques et différenciation des contenus

Les différents modèles économiques, présentés ci-dessus, sont variés dans la manière dont ils organisent la production et le financement des contenus, mais également dont ils les valorisent. La discussion de ces modèles serait incomplète sans une évaluation de leur performance ou potentiel marchand. Dans le contexte de la diversité de projets et de modèles il est toutefois difficile de les évaluer directement à partir d'une hétérogénéité de biens et services dont les performances renvoient à des indicateurs très différents (audience web, nombre de téléchargements payants ou non, fréquentation d'une exposition ou d'un festival, entrées payantes dans une salle dédiée à la VR etc.) et souvent impossibles à obtenir (données stratégiques pour les plateformes numériques) ou non disponibles (par exemple, utilisations des installations immersives non mesurées).

En lieu et place de ce type de données, nous nous appuyons sur des données homogènes issues d'une étude de chercheurs de l'ENSAD visant à évaluer l'expérience utilisateur. Les critères suivants ont été sélectionnés²⁰ : l'affectivité (l'engagement émotionnel de l'utilisateur), l'agentivité (la liberté attribuée au spectateur par le scénario), l'hybridité (le degré de virtualisation de l'œuvre), la présence (le niveau de sensation de présence au sein de l'univers immersif) et la qualité d'immersion de l'équipement. Ces évaluations ont été menées par des experts du domaine des médias immersifs (chercheurs, producteurs, artistes VR) contribuant à leur pertinence et crédibilité.

Dans le cadre de la présente étude exploratoire, nous reprenons ces variables dans une perspective économique pour évaluer en première analyse le degré de différenciation des contenus immersifs et finalement la possibilité d'émergence d'une industrie créative spécifique par rapport à d'autres industries comme le jeu vidéo et le cinéma. En d'autres termes, ces 5 facteurs constituent une manière d'appréciation de l'originalité des contenus VR

²⁰ Les variables UX ont été mises au point et appliquées sur l'échantillon d'œuvres analysées dans cette étude par les chercheurs de l'équipe Spatial Media de l'EnsadLab/ENSAD (spatialmedia.ensad.fr).

et, donc, d'évaluation de leur différenciation vis-à-vis des projets culturels traditionnels. Par exemple, un documentaire VR qui obtient une note tendant vers 0 se rapprochera d'un documentaire traditionnel. La technologie VR n'apportera rien de spécifique, comme par exemple certaines documentaires 360° disponibles sur des plateformes d'hébergement de vidéos comme YouTube où le spectateur non équipé spécifiquement peut simplement visionner ce qu'"il se passe" tout autour de la caméra mais est contraint à suivre la trame. Ce sera l'inverse dans le cas d'une fiction basée sur l'usage d'un équipement dédié et à travers laquelle le déplacement est libre, non linéaire et les interactions avec les éléments de l'univers virtuel font évoluer ce dernier.

Nous proposons ici une première analyse rudimentaire de ces critères appliquées à notre échantillon en les croisant avec les clusters issus de notre analyse de données (**tableau 3.1**).

Tableau 3.1 : La différenciation des contenus par cluster

Cluster	UX feedback (moyenne sur l'échantillon)	UX feedback (moyenne cas représentatifs)
Cluster 1	2,9	3,2
Cluster 2	2,3	2,9
Cluster 3	3	3,6
Cluster 4	1,8	0,9
Cluster 5	2,3	2,2
Cluster 6	2,9	2,8

Il en ressort que les évaluations les plus basses correspondent aux clusters 4 et 5 (audiovisuel) et le plus élevé pour les clusters 1 et 3. Les projets VR qui collent le plus aux modèles économiques du cinéma apparaissent finalement les moins originaux, tandis que ceux dont le modèle est le plus basé sur le mode de l'expérimentation artistique/installation sont ceux qui se différencient le plus. Ce dernier élément peut être également lié à la date de création des projets dans le cluster 1, regroupant les premiers projets VR, dont l'originalité s'est avérée probablement plus évidente pour les utilisateurs. Le cluster 3 dont les œuvres sont davantage valorisées dans des salles dédiées de type location-based VR est associé à niveau d'appréciation par les utilisateurs particulièrement élevé pour quasiment la totalité des critères (cf. tableau 3.2). Le cluster 6 (jeu vidéo) obtient un score intermédiaire s'expliquant davantage par la qualité des équipements et l'affectivité (ce qui est logique en raison de l'industrie créative dont ces projets sont issus) et moins sur l'agentivité et l'hybridité. Il rejoint en cela le cluster 4 (cf. **tableau 3.2**).

Tableau 3.2 : La différenciation des contenus par cluster (93 cas)

Cluster	Affectivité	Agentivité	Hybridité	Présence	Équipement	Moyenne
Cluster 1	3,0	2,3	2,8	3,0	3,2	2,9
Cluster 2	2,7	1,5	1,7	2,5	3,1	2,3
Cluster 3	3,5	2,6	2,9	3,1	3,3	3
Cluster 4	2,6	1,1	0,9	2,1	2,3	1,8
Cluster 5	2,9	1,7	1,5	2,5	2,9	2,3

Cluster 6	3,5	2,7	1,1	3,4	3,6	2,9
-----------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Au niveau des contenus audiovisuels, le cluster 5 produit des contenus plus différenciés que le cluster 4 (œuvres distribuées sur des plateformes pour une consommation à domicile). Cela est notamment confirmé au niveau des variables Agentivité et Hybridité. Ce résultat concorde avec le relatif succès actuel des parcs d'attraction VR/XR plus attractifs pour des consommateurs exigeants en matière d'originalité des contenus (cf. *supra*).

Au vu de ces premiers résultats, il apparaît que le design dominant qui permettrait à la VR d'émerger en tant qu'industrie créative spécifique, devrait à la fois se différencier sur les contenus et assurer un niveau élevé de qualité technique garantissant une expérience immersive sans déception pour ne pas devenir un simple segment de marché auxiliaire pour les industries créatives du cinéma et du jeu vidéo (de type versioning casque VR pour une franchise déjà en place) ou bien comme produits d'appel pour les diffuseurs audiovisuels en marge de leurs grosses productions. Ces résultats suggèrent également l'attrait supérieur pour les utilisateurs d'une sortie collective dans les location-based VR par rapport à une consommation solitaire à domicile de contenus d'*entertainment* moins inventifs (et pour lesquels la version VR est souvent facultative par rapport à ceux offerts dans les parcs d'attraction VR/XR).

Conclusion

Les producteurs de contenus immersifs se situent pleinement dans une période de *pre-shakeout* comme le montre la diversité des designs de produits : installations VR avec ou sans casques dans les musées, expériences VR dans des lieux dédiés, consommation à domicile avec casques à partir de contenus téléchargés gratuitement ou non sur des plateformes spécialisées etc. Il n'existe donc actuellement aucun design dominant autour de la production et la consommation de biens et services basés sur les technologies immersives, même si l'on constate une évolution autour de deux grands types de plateformes : numériques et physiques.

De même, il n'existe pas de modèle économique unique, une logique de marché multi-versants côtoyant des modèles d'organisation des marchés plus traditionnels en économie de la culture comme le mécénat artistique et la valorisation de l'acte artistique dans des galeries ou à l'occasion d'expositions dédiées aux arts numériques. Toutefois, ces modèles économiques, s'ils s'avèrent relativement hétérogènes, se situent entre deux polarités issues notamment de l'histoire de la VR : le jeu vidéo et l'audiovisuel, d'un côté et les installations artistiques, de l'autre. Ces deux polarités semblent devoir structurer le design dominant autour duquel une industrie créative VR pourrait émerger.

En matière de recommandation de politique publique, cette étude tend à préconiser des mesures pour certes aider l'innovation (notamment pour préserver une industrie technique spécifique face aux géants numériques, y compris les grandes franchises de location-based VR) mais davantage encore pour favoriser une différenciation accrue des contenus, via des actions en faveur de la formation et de la création numérique. Le fait d'entretenir un vivier technique et créatif et de favoriser ainsi l'apparition d'"inventeurs" au niveau des narrations VR pourrait permettre l'émergence d'une industrie créative à part entière en France et en Europe.

Références

- AMIT, R., ZOTT C. (2012), « Creating value through business model innovation », *MIT Sloan Management Review*, 53(3):40-49.
- ARTHUR, B. W. (1989), « Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events », *The Economic Journal*, 99(394):116-131.
- CHESBROUGH, H. (2010), « Business model innovation: Opportunities and barriers », *Long Range Planning*, 43(2-3):354-363.
- CHESBROUGH, H. (2007), « Business model innovation: it's not just about technology anymore », *Strategy & Leadership*, 35(6):12-17.
- EBERSOLE, S. (1997), "A Brief History of Virtual Reality and its Social Applications", document de travail, consultable sur <http://faculty.colostate-pueblo.edu/samuel.ebersole/336/eim/papers/vrhist.html>.
- ECONOMIDES, N., HIMMELBERG, C.P. (1995), "Critical Mass and Network Size with Application to the Us Fax Market", NYU Stern School of Business, EC-95-11.
- FUCHS, P. (1996), *Les interfaces de la réalité virtuelle*. Les Presses de l'École des Mines de Paris.
- FUCHS, P. (2006), *Le traité de la réalité virtuelle*, vol.4, Presses des MINES.
- FUCHS, P., MOREAU, G., BERTHOZ, A., VERCHER, J.-L. (2006) L'homme et l'environnement virtuel. In P. Fuchs et G. Moreau (coord.), *Traité de la réalité virtuelle* (vol. 1). Les Presses de l'École des Mines de Paris.
- KATZ, M. L., SHAPIRO, C. (1985), « Network Externalities, Competition, and Compatibility », *American Economic Review*, 75(3):424-440.
- KLEPPER, S. (1996), « Entry, Exit, Growth, and Innovation over the Product Life Cycle », *American Economic Review*, 86(3):562-583.
- KLEPPER, S. (1997), "Industry life cycles", *Industrial and Corporate Change*, 6:145-182
- MITRY, J. (1967-1980), *Histoire du cinéma* (5 volumes), Paris, Éditions Universitaires.
- MUHANNA M.A. (2015) "Virtual reality and the CAVE: Taxonomy, interaction challenges and research directions", *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 27:344–361
- MUSSER, C. (1990), *History of the American Cinema*, Volume 1 "The Emergence of Cinema, The American Screen to 1907", Maxwell Macmillan International.
- OSTERWALDER, A., PIGNEUR, Y. (2010), *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. Amsterdam: n.p.
- QUEAU, P. (1993), "La pensée virtuelle", *Réseaux*, 11:61:67-78.

- QUEAU, P. (1993), *Le virtuel : vertus et vertiges*, Editions Champ Vallon – INA.
- SUAREZ F.F, UTTERBACK, J.M. (1995), "Dominant designs and the survival of firms", *Strategic Management Journal*, 16:415-430.
- TEECE, D.J. 1986. Profiting from innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15: 285-305.
- TEECE, D. J. (2010), « Business Models, Business Strategy and Innovation », *Long Range Planning*, 43(2-3), 172-194.
- UTTERBACK, J. M. (1994), *Mastering the dynamics of innovation: How companies can seize opportunities in the face of technological change*, Harvard Business School Press.
- UTTERBACK, J. M., SUAREZ F. (1993), « Technology, competition and industry structure », *Research Policy*, 22, 1-21.
- UTTERBACK, J. M., ABERNATHY, W. J. (1975), « A dynamic model of process and product innovation », *Omega*, 3(6), 639-656.
- ZOTT, C., AMIT, R. (2008), « The fit between product market strategy and business model: implications for firm performance », *Strategic Management Journal*, 29(1), 1-26.

Annexes

Tableau A1 : Les variables discriminantes (catégorie, intitulé, définition)

Marchés ciblés	Tout_public	Le contenu s'adresse à un large public, sans distinction particulière.
	Niche	Le contenu cible un public en particulier (amateurs d'art, chercheurs, tranche d'âge spécifique...).
	Autre_marche	Le contenu vise d'autres marchés que les particuliers (professionnels, institutions...).
	Genre	(Fiction, documentaire, jeu, expérience)
Lieux de consommation	Chez_soï	L'œuvre est accessible à partir d'un équipement à domicile.
	Galerie	L'œuvre est valorisée dans une galerie d'art.
	Site dédié	L'œuvre est valorisée via un site web dédié.
	VR location_based	L'œuvre est valorisée dans un VR location-based tel qu'un MK2 VR, Illucity et/ou les salles de jeux VR.
	Musee	L'œuvre est valorisée dans un musée.
	Cinéma_Théâtre	L'œuvre est valorisée dans un théâtre ou une salle de cinéma.
	Festival	L'œuvre est valorisée dans un festival.
	Autre_lieu	L'œuvre est valorisée dans un autre type de lieux.
Modèle de financement	Plateforme_numerique	L'œuvre est valorisée sur une plateforme numérique.
	Autofinancement	La production a été assurée sur fonds propres (ceux du porteur du projet).
	Subventions_publiques	La production a bénéficié d'aides publiques.
	Mecenat	La production a bénéficié d'aides privées de type mécénat ou sponsoring.
	Levee_fonds	Le producteur de l'œuvre a procédé à une levée de fonds auprès de financeurs privés, y compris sur des plateformes de crowdfunding.
	Preachat	L'œuvre a été préachetée par le diffuseur qui a acquis les droits de diffusion du programme au producteur alors que celui-ci n'est pas encore fini et souvent au simple stade de projet.
Modèle de revenu (captation valeur)	Autre_financement	La production a bénéficié d'autres types de financement.
	Acces_libre	L'œuvre est accessible librement sans paiement monétaire.
	Freemium	L'œuvre est proposée gratuitement puis devient payante à partir d'un certain temps d'utilisation ou stade acquis dans l'expérience.
	Vente_unite	L'œuvre est vendue à l'unité (téléchargements payants...)
	Micropaiements	L'œuvre offre des outils ou autres fonctionnalités en plus de l'expérience de base, qui ne sont pas obligatoires pour continuer l'expérience.
	Abonnement	L'œuvre est disponible à travers un abonnement spécifique.
Réseau de partenariat	Autre_modele_revenu	La captation de revenus repose sur d'autres leviers.
	Coproduction	La production est commune à plusieurs producteurs, permettant d'associer les ressources et de répartir les risques.
	Developpement_interne	La production a été développée (en partie ou totalement) dans les locaux de la structure de production, avec le matériel de la structure.
	Prestataire_technique	La production a fait appel à un prestataire technique extérieur pour le développement de l'expérience (images 3D)
	Distributeur	La production a été distribuée par un acteur qui n'est pas le porteur du projet.

Tableau A2 : Les variables illustratives

Équipement	PC_Console
	CasqueVR
	Cardboard
	Autre équipement
Date2016	L'œuvre a été créée après 2016
Statut du producteur	Société commerciale ; institution publique ; institution privée ; indépendant
Secteur d'activités	production audiovisuelle ; jeux et logiciels ; production multimédia ; éducation et recherche ; arts et culture ; technologies numériques ; administration culturelle
Caractéristiques des œuvres	duration
	Images live
	Images espaces3D
	Espaces sceniques reels
	Mix live 3D scenique
	Vision
	audition
	haptique
	odorat
	POV 1st person
	POV 1st person
	Mix 1st et 3rd
Utilisation : liberté d'action	libre orientation
	navigation guidee
	scenographiee
	libre navigation
Capacité de perception	lineaire
	contrôle temps
	scenarisation a etapes
	scenarisation evolutive
	jeu de role
	scene libre
Interaction	POV tracking
	Manettes
	Accessoires dedies
	EEG Headset
	Position
	Voice
	Gesture
Présence de commentaires sur plateformes	Possibilité donnée par le producteur ou le distributeur de laisser des commentaires Cette variable sert à indiquer s'il est possible de laisser des commentaires sur les oeuvres en ligne (sur la page où l'œuvre est distribuée/accessible/publicisée en dehors des pages de fans).
	Cette variable sert à indiquer s'il est possible de regarder les joueurs jouer en live streaming sur internet (ex. Twitch)
Partage en live streaming	Cette variable sert à indiquer s'il est possible de regarder les joueurs jouer en live streaming sur internet (ex. Twitch)
Possibilité d'évaluation sur plateforme	Cette variable sert à indiquer s'il est possible d'évaluer l'oeuvre en ligne (notes, étoiles...)

Tableau A3 : Description de l'échantillon (93 projets, variables discriminantes hors genre)

Variable		Moyenne	Ecart-type	min	max
Marché visé	Tout public	55,9%	0,49649017	0	1
	Niche	20,4%	0,40318996	0	1
	Autre marché	39,8%	0,48945405	0	1
Lieux de consommation	chez soi	48,4%	0,49973979	0	1
	galerie	32,3%	0,46746377	0	1
	sitededie	10,8%	0,30978194	0	1
	VRlocation_based	24,7%	0,43144952	0	1
	musee	38,7%	0,48708609	0	1
	cinema theatre	12,9%	0,33523564	0	1
	festival	58,1%	0,4934535	0	1
	autre lieu	12,9%	0,33523564	0	1
Modes de financement	plateforme numérique	38,7%	0,48708609	0	1
	autofinancement	55,9%	0,49649017	0	1
	subventions publiques	61,3%	0,48708609	0	1
	mecenat	35,5%	0,47846442	0	1
	levee fonds	10,8%	0,30978194	0	1
	preachat	17,2%	0,37741782	0	1
Modèle de revenus	autre financement	5,4%	0,22555029	0	1
	acces libre	52,7%	0,49927685	0	1
	Freemium	2,2%	0,14506169	0	1
	vente unite	20,4%	0,40318996	0	1
	micropaiements	3,2%	0,1766847	0	1
	credit-temps	3,2%	0,1766847	0	1
	abonnement	2,2%	0,14506169	0	1
Partenariats & réseau	Coproduction	50,5%	0,49997109	0	1
	Developpement interne	83,9%	0,36779852	0	1
	Prestataire technique	45,2%	0,49765318	0	1
	Distributeur	21,5%	0,41085964	0	1

Tableau A4 : Description de l'échantillon (93 projets, variables illustratives hors secteurs et statuts)

Variable		Moyenne	Ecart-type	min	max
Équipement	PC+console	43,0%	0,49509094	0	1
	CasqueVR	61,3%	0,48708609	0	1
	Cardboard	23,7%	0,42496931	0	1
	autre equipement	34,4%	0,47506929	0	1
Date de production	date2016	57,0%	0,49509094	0	1
Caractéristiques des œuvres	duration	14,0%	0,34676377	0	1
	Images live	9,7%	0,29565004	0	1
	Espaces espaces3D	51,6%	0,49973979	0	1
	Espaces sceniques reels	2,2%	0,14506169	0	1
	Mix live 3D scenique	40,9%	0,49157546	0	1
	Vision	95,7%	0,20288131	0	1
	audition	87,1%	0,33523564	0	1
	haptique	24,7%	0,43144952	0	1
	odorat	5,4%	0,22555029	0	1
	POV 1st person	45,2%	0,49765318	0	1
	POV 3rd person	19,4%	0,39507899	0	1
	Mix 1st et 3rd	23,7%	0,42496931	0	1
Utilisation : liberté d'action	Action fixe	11,8%	0,32293887	0	1
	libre orientation	32,3%	0,46746377	0	1
	navigation guidée	18,3%	0,38649894	0	1
	scenographie	19,4%	0,39507899	0	1
	libre navigation	20,4%	0,40318996	0	1
Capacité de perception	lineaire	33,3%	0,47140452	0	1
	contrôle temps	17,2%	0,37741782	0	1
	scenarisation a etapes	20,4%	0,40318996	0	1
	scenarisation evolutive	14,0%	0,34676377	0	1
	jeu de role	3,2%	0,1766847	0	1
	scene libre	16,1%	0,36779852	0	1
Interaction	POV tracking	30,1%	0,45872536	0	1
	Manettes	39,8%	0,48945405	0	1
	Accessoires dedies	15,1%	0,35759762	0	1
	EEG Headset	2,2%	0,14506169	0	1
	Position	21,5%	0,41085964	0	1
	Voice	8,6%	0,2803958	0	1
	Gesture	16,1%	0,36779852	0	1
	Option Multijoueurs	26,9%	0,44334469	0	1
	Live streaming	8,6%	0,2803958	0	1
	Commentaires	72,0%	0,44878789	0	1
Evaluation	61,3%	0,48708609	0	1	

Tableau A5 : Composition des clusters (en gras, les cas les plus représentatifs)

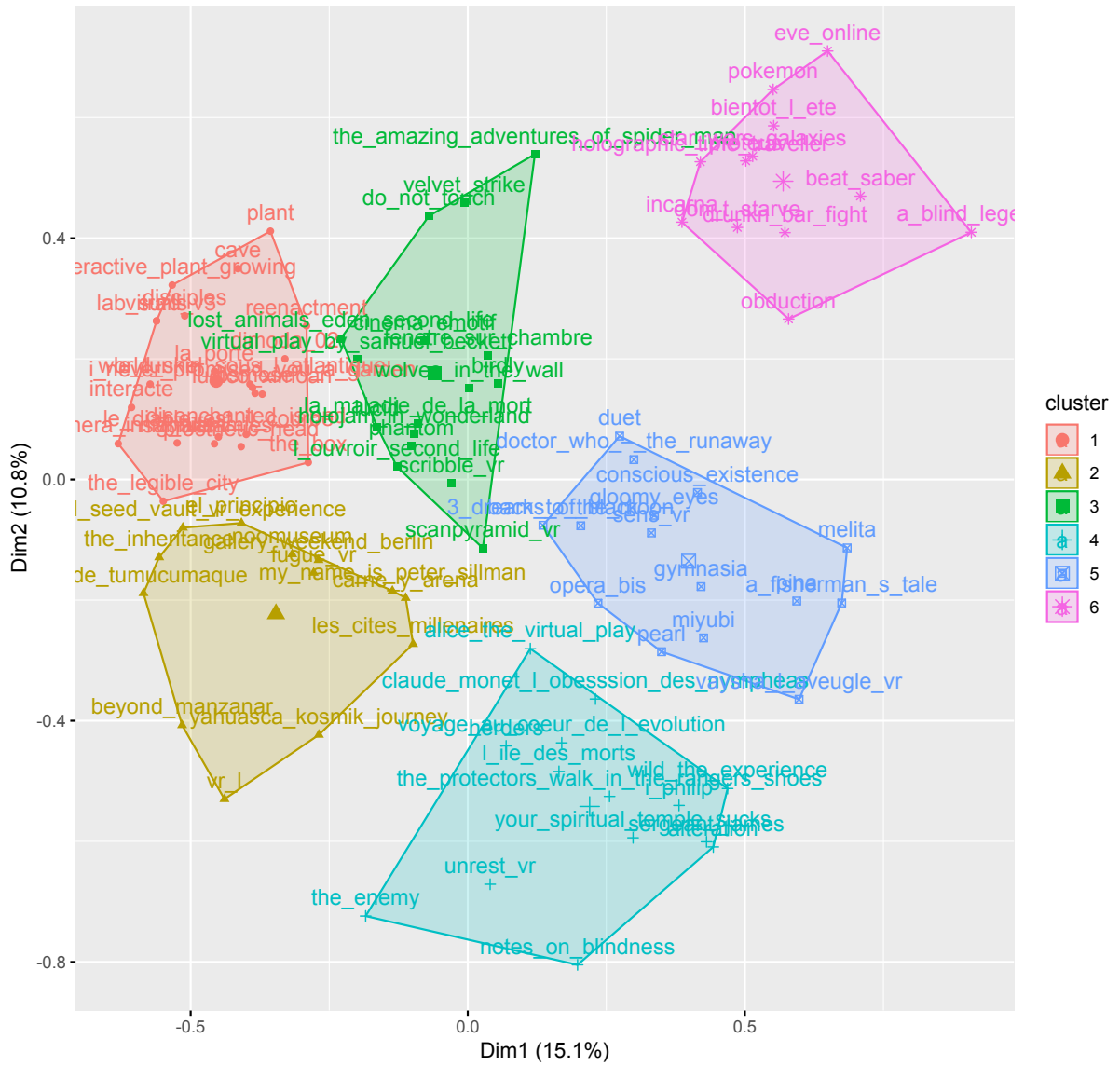
CLUSTER 1	CLUSTER 2	CLUSTER 3
<p>Ludico Ximoan Osmose I never promised you a garden le_tunnel_sous_l_atlantique la_porte 7_alchimies cave dimoda_02 disciples disenchanted_island interact interactive_plant_growing la_camera_insabbiata lab_surd_v3 le_diable_est_il_courbe nightlife plant prosthetic_head reenactment the_box the_legible_city vitrails world_skin</p>	<p>my_name_is_peter_sillman In principio (e poi) gallery_weekend_berlin noomuseum fugue_vr beyond_manzanar carne_y_arena global_seed_vault_vr_experience inside_tumucumaque les_cites_millennaires the_inheritance vr_1 yahuasca_kosmik_journey</p>	<p>holojam_in_wonderland fenetre_sur_chambre la_maladie_de_la_mort wolves_in_the_wall cinema_emotif birdly do_not_touch l_ouvroir_second_life lost_animals_eden_second_life lucid phantom scanpyramid_vr scribble_vr the_amazing_adventures_of_spider_man velvet_strike virtual_play_by_samuel_beckett</p>
CLUSTER 4	CLUSTER 5	CLUSTER 6
<p>i_philip voyage_au_coeur_de_l_evolution your_spiritual_temple_sucks l_ile_des_morts the_protectors walk_in_the_rangers_shoes alice_the_virtual_play alteration claude_monet l'obession_des_nympheas herders notes_on_blindness sergeant_james the_enemy unrest_vr wild_the_experience</p>	<p>miyubi conscious_existence gloomy_eyes sens_vr gymnasia 3_dreams_of_black a_fisherman_s_tale back_to_the_moon doctor_who_the_runaway duet melita opera_bis pearl pina vaysha_l_aveugle_vr</p>	<p>don't_starve bientot_l_ete drunkn_bar_fight proteus star_wars_galaxies a_blind_legend beat_saber eve_online holographic_time_traveller incarna obduction pokemon</p>

Tableau A6 : Présentation des modèles économiques

Clusters + cas les plus représentatifs	Cluster 1 "Expériences immersives" (23 cas, 24,7%)	Cluster 2 "???" (13 cas, 14%)	Cluster 3 "Projets expérimentaux" (16 cas, 17,2%)	Cluster 4 "Documentaires VR" (14 cas, 15%)	Cluster 5 "Fictions VR" (15 cas, 16,1%)	Cluster 6 "Jeux VR" (12 cas, 13%)
Composantes du modèle	Ludico Ximoan Osmose I never promised you a garden Le tunnel sous l'atlantique La porte	My name is Peter Sillman El principio Gallery Weekend Berlin Noomuseum Fugue VR	Holojam in wonderland Fenêtre sur chambre La maladie de la mort Wolves in the wall Cinéma émotif	I Philip Voyage au cœur de l'évolution Your spiritual temple sucks l'île des morts The protectors	Miyubi Conscious existence Gloomy eyes Sens VR Gymnasia	Don't starve Bientôt l'été Drunkn bar fight Proteus Star wars galaxies
Equipement	Autre équipement=1 Accessoire dédié=1			CasqueVR=1 Cardboard=1 manettes=0	Cardboard=1	
Marché / clients	Expérience=1 Autre marché=1 Tout_public=0	Autre marché=1 Tout_public=0		Documentaire=1 Autre marché=0	Fiction=1 Absence d'Expérience Tout_public=1 Autre marché=0 Niches=0	Game=1 Tout_public=1 Autre marché=0
Lieu(x) de consommation	musée=1 galerie=1 cinéma_théâtre=0 VR_location=0 plateforme=0 chez_soi=0	festival=1 musée=1 galerie=1 chez_soi=0 plateforme=0	plateforme=0 festival=0 autres_lieux=1	chez_soi=1 plateforme=1 cinéma_théâtre=1 festival=1	chez_soi=1 plateforme=1 vrlocation=1 musée=0 galerie=0	chez_soi=1 plateforme=1 festival=0 musée=0 galerie=0
Financement	levée de fonds=0	mécénat=1	mécénat=0 préachat=0	préachat=1		levée de fonds=1 subventions_publics=0
Réseau de partenariat	Coproduction=0 Distributeur=0 Prestataire technique=0	Prestataire technique=1 Coproduction=1	Prestataire technique=0 Coproduction=0	Prestataire technique=1 Distributeur=1 Coproduction=1		Prestataire technique=0
Modèle de revenus	vente à l'unité=0	vente à l'unité=0		accès_libre=1		vente à l'unité=1 Micropaiement=1 Freemium=1 abonnement=1 accès_libre=0
Autres éléments	Secteur = Arts et culture=1 Cardboard=0 Commentaires=0 Evaluations=0 Duration=0 Absence : société commerciale ; production multimédia ; Fiction; Game ; Documentaire	Absence : société commerciale	Secteur=technologies numériques eeg_headset=1 Commentaires=0 Cardboard=0 navigation_guidee=0	Date2016=1 Secteur=Production multimédia Sociétés commerciales Evaluations=1 libre_orientation=1 images_live=1 images_espaces3d=0 libre_navigation=0 Absence : Game, indépendants ; Expériences	Secteur=administrations culturelles Commentaires=1 images_espaces3d=1 mix_live_3d_scenique=0	Secteur=jeux et logiciels Option_multijoueurs=1 Duration=1 live_streaming=1 scenarisation_evolutionne=1 linéaire=0 Absence : Arts & Culture ; Expérience et Fiction

Graphique 1 : Les 6 clusters selon les deux dimensions les plus importantes

Cluster plot



Graphique 2 : Classification hiérarchique

