



*LES
MÉTAVERS
RÉINVENTER LA RÉALITÉ
À L'HEURE DU WEB 3.0*



Les études du Centre Jean Gol

www.cjg.be

Cette étude a été portée par **Olaf van der Straten**, collaborateur au Sénat et **Laurent Carra**, étudiant. Elle a été coécrite et supervisée par **Corentin de Salle**, Directeur scientifique du Centre Jean Gol.

Je les en remercie.

Je remercie également **Pierre Brassinne**, conseiller au Centre Jean Gol pour son travail de documentation. Je remercie **Jean-Vianney Philippe**, Senior Vice President, Head of digital at Weber Shandwick, **Philippe Moraldo**, conseiller au cabinet du Secrétaire d'Etat Mathieu Michel, **Jolan Vereecke**, conseiller spécial du président du MR et **Mathieu Bihet**, député fédéral pour leur aide et leurs conseils.

Je remercie également **Marc Toledo**, managing director de la plateforme Bit4You, **Thibaut Verbiest**, avocat, essayiste et entrepreneur crypto, **Axel Legay**, professeur à l'Université Catholique de Louvain, ingénieur spécialisé dans la cybersécurité, **Claudia Lomma**, journaliste spécialisée dans le métavers, **Gilles Quoistiaux**, journaliste à l'Echo et essayiste spécialisé dans le digital et **Faustine Fleuret**, présidente et CEO de l'ADAN (Association pour le Développement des Actifs Numériques) pour le temps et la précieuse expertise qu'ils ont partagé généreusement avec nos collaborateurs.

Je remercie enfin **Mathieu Michel**, Secrétaire d'Etat au numérique pour son intérêt, son aide, son expertise et ses conseils.

Je vous souhaite une excellente lecture de ce numéro des Études du Centre Jean Gol.

Les Études du Centre Jean Gol sont le fruit de réflexions entre collaborateurs du CJG, des membres de son comité scientifique, des spécialistes, des mandataires et des représentants de la société civile.

Accessibles à tous, elles sont publiées sous version électronique et sous version papier.

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES

Georges-Louis Bouchez, Président du CJG

Daniel Bacquelaine, Administrateur délégué du CJG

Axel Miller, Directeur du CJG

Corentin de Salle, Directeur scientifique du CJG

DANIEL BACQUELAINE

Administrateur délégué

résumé

Les métavers constituent un univers fascinant qui pourrait bien constituer la nouvelle révolution technologique. Il est probablement encore trop tôt pour mesurer le plein potentiel de ces technologies. Certaines applications actuelles semblent déjà démontrer une certaine utilité, d'autres utilisations, à l'opposé, ressemblent à des effets de mode.

Ces nouvelles technologies comportent des risques, que cela soit en termes de protection des données mais aussi de santé. Un cadre légal intelligent doit prendre en compte ces réalités.

Le potentiel économique s'avère gigantesque pour ces nouvelles technologies. Selon une hypothèse plutôt maximaliste, elles pourraient rapporter pas moins de 15 milliards par an à la Belgique si notre pays parvenait à prendre le train des métavers. En ces temps troublés et avec des finances publiques en berne, il serait dommage que notre pays ne puisse pas saisir cette opportunité.

C'est dans cette optique que nous formulons 5 recommandations qui ont pour but de développer un écosystème sain et propice au développement et à l'innovation en lien avec les métavers.

Finalement, la question qui sous-tend cette étude ne réside pas dans le fait de savoir si le métavers a du potentiel mais plutôt si celui-ci a la capacité de réellement révolutionner nos vies. Si c'est une révolution alors vouloir l'endiguer confinerait au conservatisme et nous fera prendre un retard sérieux sur le reste du monde. Si cette révolution a lieu, alors soyons prêts à l'accompagner en tant qu'acteurs critiques, créatifs et constructifs et pas seulement, comme souvent, en simple spectateurs impuissants.

Une étude réalisée par

**OLAF VAN DER STRATEN, LAURENT CARRA
& CORENTIN DE SALLE**



INTRODUCTION

Corentin de Salle

Aujourd'hui, un univers virtuel se développe : le métavers - ou plutôt « les » métavers - car il y en aura, non pas « un » mais plusieurs. Ces univers qui sont encore des ébauches grossières de ce qu'ils deviendront probablement demain, ont, pour certains d'entre eux, vu le jour il y a plusieurs années, voire plus d'une décennie pour certains : on mentionne habituellement le jeu « Second Life » sorti en 2003.

Quoiqu'il en soit, les métavers attirent aujourd'hui près de 400 millions de personnes dans le monde.

Les métavers, c'est en quelque sorte, l'internet en 3 dimensions. Ils proposent à leurs utilisateurs une expérience immersive au moyen de casques, d'équipement multisensoriels et de l'intelligence artificielle. Et cela dans une multitude d'environnements tant pour suivre des formations, faire des achats, pratiquer des loisirs, travailler entre collègues, communiquer, faire des rencontres, jouer, voyager, assister à un concert de plusieurs millions de personnes, etc. grâce à des avatars permettant de changer d'apparence et d'identité en fonction des envies et des modes.

Il s'agit d'une opportunité économique pour nos PME qui, rien qu'en Belgique, pourrait, on va le voir, représenter 15 milliards € de création de richesses d'ici 2030.

Pourquoi cette attirance irrésistible pour les métavers ?

Pour beaucoup de gens, en particulier les jeunes, la réalité ne se réduit plus au monde environnant constitué d'objets matériels, d'êtres corporels et d'interactions physiques. En effet, nous sommes tous, à des degrés divers, devenus connectés et plongés sur nos écrans pour lire, voir, écouter,

interagir et communiquer avec quantité d'autres personnes. La plupart du temps, plusieurs heures par jour. Parfois, beaucoup plus. Nous vivons donc dans cette autre « réalité » qu'est la réalité virtuelle.

C'est même devenu encore plus complexe que cela. A côté de notre réalité matérielle environnante, on distingue désormais entre la **réalité virtuelle** (un monde artificiel - qui soit reproduit le réel soit est purement imaginaire - dans lequel nous nous plongeons entièrement avec certains dispositifs tels qu'un casque et matériel proprioceptif) et la **réalité mixte** (mêlant des éléments du monde réel et du monde virtuel), laquelle se subdivise à son tour en **réalité augmentée** (par exemple, un gps nous montre des photos aériennes du lieu où nous nous trouvons mais mentionne dessus les noms des rues) et en **virtualité augmentée** (dans un environnement majoritairement virtuel dans lequel sont importés des éléments du réels, par exemple un visage, un objet, une photo, etc.).

On entend souvent que les métavers sont « totalement déconnectés du réel ». C'est à la fois vrai et faux. Vrai parce que, effectivement, l'immersion est une expérience déroutante qui nous catapulte dans un univers imaginaire. Faux parce que cet univers est, à sa manière, doté d'une certaine « réalité ». Ce qui s'y passe n'est certes pas « réel » au sens de « réalité matérielle » mais ces expériences engagent nos affects, nos sensations, nos sentiments, etc. Elles font intervenir des individus réels qui interagissent et communiquent réellement entre eux. Or, l'ensemble de nos états de conscience constituent une partie indéniable de notre réalité et de notre histoire personnelle.

A ce titre, les métavers constituent un phénomène social de grande ampleur qui ne peut laisser personne indifférent. Et certainement pas le milieu politique car ce dernier a un rôle régulateur important à jouer dans ce monde en développement rapide. Car partout où le « réel » existe, il y a des interactions, des comportements et, inévitablement, des abus. Ce qui ne signifie pas que toutes les normes qui régissent aujourd'hui nos comportements sont transposables dans cette nouvelle réalité multiforme. Pour une large part, ces normes sont encore à inventer.

I. GÉNÉRALITÉS ET DÉFINITIONS

Les innovations technologiques jouent un rôle majeur dans la vie quotidienne en ce qu'elles modifient et enrichissent les interactions humaines, la communication et les transactions sociales. Trois grandes **vagues d'innovation technologique** ont été enregistrées pratiquement tous les 10 ans ces dernières décennies autour de l'introduction successive des communications informatiques (années 1990), du Web (années 2000) et des appareils mobiles (années 2010)¹.

Actuellement, la quatrième vague d'innovation informatique se déploie autour des technologies spatiales et immersives telles que la réalité virtuelle (VR) et la réalité augmentée (AR). Cette vague devrait constituer le prochain paradigme de l'informatique, susceptible de bouleverser de nombreux secteurs, tels que ceux du travail à distance, de l'enseignement, ou encore du divertissement². Ce nouveau paradigme est le **métavers**.

Le métavers recouvre des réalités très différentes mais, dans le cadre de ce chapitre conceptuel, nous en parlerons provisoirement au singulier afin de tenter d'en tirer des caractéristiques communes.

Le **métavers** est une version incarnée de l'Internet qui comprend une intégration harmonieuse d'écosystèmes virtuels interopérables, immersifs et partagés, navigables par des avatars contrôlés par différents utilisateurs³.

Autrement dit, le métavers fusionne la réalité physique et la virtualité numérique dans un environnement multi-utilisateurs perpétuel et persistant. Les technologies sur lesquelles il se base permettent des interactions multisensorielles avec des environnements virtuels, des objets numériques et des personnes (sous forme d'avatars)⁴.

Le **métavers** peut donc être résumé comme étant un super écosystème de réalité virtuelle basé sur l'Internet et composé de **technologies** interdisciplinaires, telles que : la blockchain, l'intelligence artificielle (AI), la vision par ordinateur, le réseau, l'informatique en périphérie, l'*user interactivity*, la réalité étendue (XR), l'Internet des objets (IoT) ou encore la robotique [figure 1]⁵. Toutes ces technologies marquent une transition vers la quatrième révolution industrielle, ou **industrie 4.0**.⁶

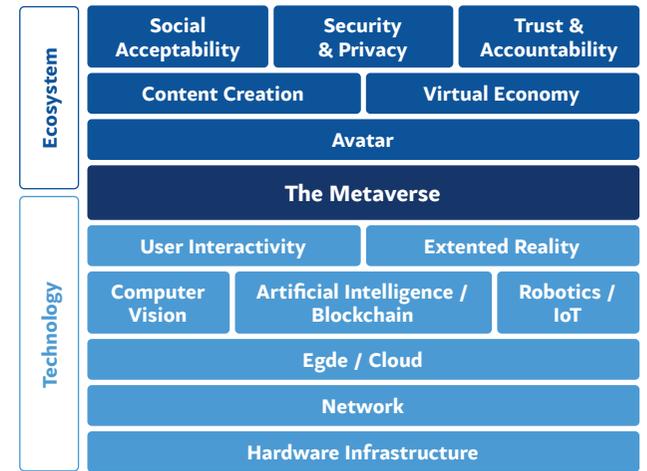


Figure 1 : Écosystème et technologie du métavers⁷

Les quatorze domaines ciblés sont repris sous deux aspects clés : la technologie et l'écosystème du métavers. Les différentes technologies alimentent le « big bang numérique » et soutiennent l'écosystème du métavers.

¹ Osivand Sina, « Investigation of Métaverse in cryptocurrency », *GSC Advanced Research and Reviews*, 2021, vol. 9, n°3, p. 125.

² Mystakidis Stylianos, « Métaverse », *Encyclopedia*, 2022, vol. 2, n°1, p. 486.

³ Xu Minrui et al., « A Full Dive into Realizing the Edge-enabled Métaverse: Visions, Enabling Technologies, and Challenges », *arXiv*, 2022, p. 4.

⁴ Mystakidis Stylianos, « Métaverse », *op. cit.*, p. 486.

⁵ Lee Lik-Hang et al., « All One Needs to Know about Métaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda », *Journal of Latex Class Files*, 2021, vol. 14, n°8, p. 5.

⁶ Mystakidis Stylianos, « Métaverse », *op. cit.*, p. 494.

⁷ Lee Lik-Hang et al., « All One Needs to Know about Métaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda », *op. cit.*

Le terme « écosystème » implique que les composants du métavers interagissent, se limitent mutuellement, et se trouvent dans un état d'équilibre dynamique relativement stable, formant un monde virtuel indépendant, persistant et unifié⁸.

WEB 3.0 ET CARACTÉRISTIQUES DU MÉTAVERS

Pour de nombreux experts, le métavers est la révolution numérique des dix dernières années. Il marque le passage au **web 3.0**.

Dans le web 1.0, les internautes sont avant tout des consommateurs de contenu, les contenus et l'information étant fournis par les sites web.

Dans le web 2.0, ère des réseaux sociaux et de l'internet mobile, les utilisateurs sont à la fois les producteurs et les consommateurs de contenu. Les sites web deviennent dès lors des plateformes d'offre de services⁹.

Le web 3.0, quant à lui, représente l'Internet décentralisé qui repose sur des technologies peer-to-peer (comme la blockchain) et qui permet à chaque utilisateur d'avoir un plus grand contrôle sur ses données personnelles, voire de participer activement à la gouvernance du Web¹⁰.

Du fait des dimensions supplémentaires qu'il apporte, le **métavers** est ainsi reconnu comme le paradigme évolutif du web 3.0. En effet, dans le métavers, nous vivons comme des natifs numériques et créons des contenus numériques avec des avatars, ce qui ouvre divers horizons en termes de services et d'applications.

Plus précisément, le métavers présente des **caractéristiques** uniques d'après les perspectives suivantes¹¹ :

- **Immersivité** : L'immersivité signifie que l'espace virtuel généré par ordinateur est suffisamment réaliste pour permettre aux utilisateurs de se sentir psychologiquement et émotionnellement immergés. Suivant la perspective du réalisme proposé, les utilisateurs interagissent dès lors avec l'environnement à travers leurs sens et leurs corps.
- **Hyper spatio-temporalité** : Étant donné que le métavers est un continuum espace-temps virtuel parallèle au monde réel, l'hyper spatio-temporalité fait ici référence à la suppression des limites du temps et de l'espace. Ainsi, les utilisateurs peuvent librement naviguer entre divers mondes aux dimensions spatio-temporelles différentes pour faire l'expérience d'une vie alternative.
- **Durabilité** : La durabilité indique que le métavers maintient une boucle économique fermée et un système de valeurs cohérent avec un haut niveau d'indépendance. D'une part, il doit être ouvert, c'est-à-dire susciter en permanence l'enthousiasme des utilisateurs en favorisant la création de contenus numériques et les innovations ouvertes. D'autre part, pour rester persistant, il doit être construit sur une architecture décentralisée pour éviter les risques de contrôle par quelques entités puissantes ou encore certains risques purement techniques.

- **Interopérabilité** : L'interopérabilité dans le métavers signifie, d'une part, que les utilisateurs peuvent se déplacer de manière transparente entre les mondes virtuels sans interruption de l'expérience immersive et, d'autre part, que les actifs numériques pour le rendement ou la reconstruction des mondes virtuels sont interchangeables entre les différentes plateformes.
- **Évolutivité** : L'évolutivité fait référence à la capacité du métavers à rester efficace en fonction du nombre d'utilisateurs / avatars simultanés, du niveau de complexité des scènes et du mode d'interaction entre les utilisateurs et les avatars (en termes de type, de portée et d'étendue).
- **Hétérogénéité** : L'hétérogénéité des métavers comprend des espaces virtuels hétérogènes (mises en œuvre distinctes), des dispositifs physiques hétérogènes (interfaces distinctes), des types de données hétérogènes (structurées ou non), des modes de communication hétérogènes (cellulaires ou par satellite), ainsi que la diversité de la psychologie humaine.

De surcroît, il est à noter que le métavers s'apparente à une véritable économie virtuelle émergente, fondée sur des échanges en cryptomonnaies (basées sur la blockchain) et des jetons non fongibles (NFT) qui permettent le déploiement de transactions et d'architectures innovantes.

⁸ Zhao Ruoyu et al., « Metaverse: Security and Privacy Concerns », *arXiv*, 2022, p. 2.

⁹ Wang Yuntao et al., « A Survey on Metaverse: Fundamentals, Security, and Privacy », *arXiv*, 2022, p. 4-5.

¹⁰ « Tout savoir sur le web 3.0 », *Archipels*, 15 décembre 2021, disponible à l'adresse suivante : www.archipels.io/post/tout-savoir-sur-le-web-3-0

¹¹ Wang Yuntao et al., « A Survey on Metaverse: Fundamentals, Security, and Privacy », *op. cit.*, p. 4-5.

HISTORIQUE

Le terme « métavers » est tiré du roman de science-fiction *Snow Crash* (en français *Le Samouraï virtuel*) publié par Neal Stephenson en 1992. Il représente un monde virtuel tridimensionnel dans lequel « meta » tiré du préfixe grec signifie post, après ou au-delà et « verse » signifie univers¹². D'autres termes décrivaient des mondes virtuels plus ou moins similaires, tels que « simulateur » dans le roman *Simulacron-3* de Daniel F. Galouye (1964) ou encore « cyberspace » dans le roman *Neuromancer* de William Gibson (1984)¹³.

Les années 1990 marquent les **premières réalisations concrètes** du métavers : *Active Worlds* aux États-Unis (1995) et *Le Deuxième Monde* en France (1997)¹⁴. Cependant, elles ont longtemps été limitées par les capacités techniques de leur époque.

Bien que son concept ait été avancé 30 ans auparavant, le métavers ne connaît un intérêt significatif auprès du grand public et des médias que depuis récemment. Ce **succès grandissant** peut s'expliquer par deux raisons principales¹⁵. Tout d'abord, l'épidémie Covid-19 a entraîné les gens à se familiariser avec le monde numérique virtuel. Cela a favorisé la recherche de nouveaux moyens de socialisation par l'entremise de nouvelles technologies.

Ensuite, les récents progrès technologiques ont été majeurs et ont permis d'entrevoir la création d'un métavers plus abouti sur le plan technique, ouvrant dès lors la voie de tous les possibles.

Le métavers s'inscrit dans l'évolution récente des **jeux vidéo**. En 2006, la plateforme de jeu sandbox *Roblox* est la première du genre à avoir intégré le terme « métavers » dans son prospectus et à proposer certaines des caractéristiques clés du métavers (identité virtuelle, expérience immersive, économie par exemple)¹⁶. Créés respectivement en 2012 et 2015, *The Sandbox* et *Decentraland* représentent deux autres exemples de métavers nouvelle génération qui ont émergé ces dernières années¹⁷. *Fortnite*, lancé par Epic Games en 2017, se veut être un jeu vidéo plaçant les joueurs dans un monde virtuel et leur permettant d'expérimenter de nouveaux niveaux d'interaction photoréaliste. En accès gratuit, il génère chaque année plusieurs milliards de dollars de chiffre d'affaires dans le monde réel à travers les microtransactions permises par sa monnaie virtuelle¹⁸. On comprend dès lors qu'une économie se crée au sein de ces environnements virtuels avec des conséquences tangibles et durables dans le monde réel.

L'avenir des **réseaux sociaux** et la place des **GAFAM** est également au centre des interrogations en raison de l'ascension du métavers. À cet égard, le 28 octobre 2021, Facebook s'est rebaptisé Meta, une nouvelle identité dévoilant les ambitions de l'entreprise de Mark Zuckerberg d'investir massivement dans le métavers¹⁹.

TROIS RÉALITÉS : VIRTUELLE, AUGMENTÉE ET MIXTE

La **réalité étendue** ou réalité croisée (XR) est un terme générique qui englobe une série de technologies immersives, c'est-à-dire des technologies qui visent à imiter notre monde physique par le biais d'un monde numérique ou simulé en créant un sentiment d'immersion. La réalité étendue comprend ainsi principalement la réalité virtuelle (VR), la réalité augmentée (AR) et la réalité mixte (MR).

La **réalité virtuelle** (VR) renvoie à une série de technologies informatiques qui simulent la présence physique d'un utilisateur dans un environnement alternatif, complètement séparé, généré numériquement et artificiellement par des logiciels²⁰. La réalité virtuelle crée ainsi un environnement avec lequel l'utilisateur peut interagir. Il peut s'agir d'une reproduction du monde réel ou bien d'un univers totalement imaginaire donnant l'impression à l'utilisateur d'être immergé totalement. Avec l'aide d'équipements multisensoriels spécialisés, l'expérience se veut être à la fois visuelle, auditive et, dans certains cas, haptique²¹.

La **réalité augmentée** (AR) regroupe les différentes méthodes qui permettent d'intégrer de façon réaliste des entrées numériques et des éléments virtuels (sons, images 2D, 3D, etc.) au sein de l'environnement réel²². Autrement dit, son

12 Zhao Ruoyu et al., « Metaverse: Security and Privacy Concerns », *op. cit.*, p. 1.

13 Guitton Pascal et Roussel Nicolas, « Le métavers, quels métavers ? », *Le Monde - Binaire*, 2022, disponible à l'adresse suivante : www.lemonde.fr/blog/binaire

14 *Ibid.*

15 Zhao Ruoyu et al., « Metaverse: Security and Privacy Concerns », *op. cit.*, p. 2.

16 Yang Qinglin et al., « Fusing Blockchain and AI with Metaverse: A Survey », *arXiv*, 2022, p. 1.

17 Narozniak Blandine, « Metaverse : comprendre ces mondes virtuels basés sur la blockchain et les NFTs », *Cryptoast*, 11 décembre 2021, disponible à l'adresse suivante : www.cryptoast.fr/metaverse-comprendre-mondes-virtuels-blockchains-nfts

18 Guitton Pascal et Roussel Nicolas, « Le métavers, quels métavers ? », *op. cit.*

19 Narozniak Blandine, « Metaverse : comprendre ces mondes virtuels basés sur la blockchain et les NFTs », *op. cit.*

20 Mystakidis Stylianos, « Metaverse », *op. cit.*, p. 487.

21 « Réalité virtuelle : qu'est-ce que c'est ? », *Futura-Sciences*, disponible à l'adresse suivante : www.futura-sciences.com/tech/definitions/technologie-realite-virtuelle-598/

22 Mystakidis Stylianos, « Metaverse », *op. cit.*, p. 487.

principe est de fusionner spatialement le monde physique et le monde virtuel afin de l'améliorer et de donner l'illusion d'une intégration parfaite à l'utilisateur. Le résultat final donne une couche d'artefacts numériques projetés dans l'espace par l'intermédiaire de dispositifs (smartphones, tablettes, etc.). Dès lors, la réalité augmentée s'applique aussi bien à la perception visuelle qu'aux perceptions proprioceptives (tactiles et auditives par exemple).

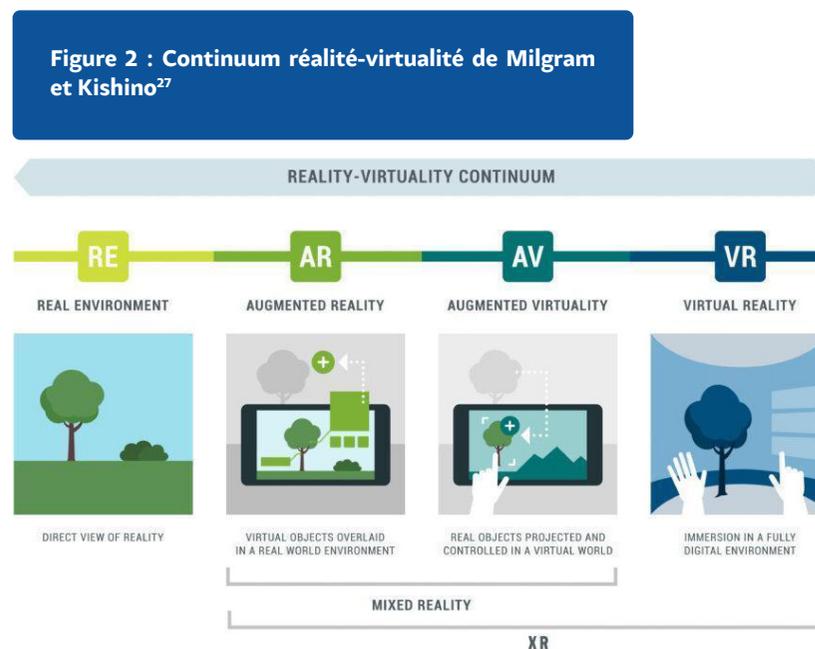
La **réalité mixte** (MR) est la fusion du monde réel et d'un monde virtuel visant à produire de nouveaux environnements et des visualisations où les objets physiques et numériques coexistent et interagissent en temps réel²³. Ainsi, la réalité mixte ne se déroule pas exclusivement dans le monde physique ou virtuel, mais est un hybride de réalité et de virtualité, englobant à la fois la réalité augmentée et la virtualité augmentée par le biais d'une technologie immersive.

Autrement dit, ce terme peut être perçu comme une combinaison entre réalité augmentée et réalité virtuelle, ainsi que des variations intermédiaires telles que la virtualité augmentée. Bien que néanmoins plus proche de la réalité augmentée, elle reste différente de la technologie qu'elle englobe²⁴. En effet, la réalité mixte (MR) nécessite l'utilisation de casques ou de lunettes (dotés de capteurs), alors que la réalité augmentée (AR) est davantage basée sur l'utilisation de tablettes ou smartphones²⁵. Malgré tout, elles permettent toutes deux une interaction avec un environnement réel, là où la réalité virtuelle (VR) plonge l'utilisateur dans un environnement totalement virtuel.

Afin de comprendre et visualiser comment ces technologies immersives interagissent avec l'environnement, Milgram et Kishino ont développé un **continuum réalité-virtualité**

unidimensionnel²⁶. Ce continuum [figure 2] est illustré par une ligne droite à deux extrémités. À l'extrémité gauche de la ligne se trouve l'environnement naturel et physique, dit « réel ». L'extrémité droite marque l'environnement virtuel entièrement artificiel que l'utilisateur expérimente à la place de l'environnement réel. Par conséquent, la réalité augmentée (AR) est proche de l'extrémité gauche du continuum, tandis que la réalité virtuelle (VR) occupe l'extrémité droite. La réalité mixte (MR) englobe la réalité augmentée et la virtualité augmentée. La réalité étendue (XR) constitue le sur-ensemble de ces différentes technologies immersives.

Le métavers est confronté à certain nombre de **défis** liés aux technologies immersives de la réalité étendue. Étant donné leurs aspects persuasifs, les technologies de la réalité augmentée et de la réalité virtuelle peuvent influencer la cognition, les comportements et les émotions des utilisateurs. Quatre catégories de risques liées à la réalité augmentée peuvent par ailleurs être énoncées : (i) le bien-être physique, la santé et la sécurité ; (ii) la psychologie ; (iii) la moralité et l'éthique ; et (iv) la confidentialité des données.²⁸



²³ Labbe Pierrick, « Réalité mixte : définition, explication, fonctionnement, exemples et projections », *Réalité-Virtuelle.com*, 1er juin 2017, disponible à l'adresse suivante : www.realite-virtuelle.com/realite-mixte-definition-exemples-0106/

²⁴ « Qu'est-ce que la réalité mixte ? », *Artefacto*, disponible à l'adresse suivante : www.artefacto-ar.com/realite-mixte

²⁵ Mauget Baptiste, « Qu'est-ce que la Réalité Mixte ? », *Spectral TMS*, 20 octobre 2015, disponible à l'adresse suivante : www.spectraltms.com/blog/quest-ce-que-la-realite-mixte

²⁶ Milgram et al., « Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum », *SPIE - Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 1994, vol. 2351, pp. 282-292.

²⁷ « The Virtuality Spectrum – Understanding AR, MR, VR and XR », *CreatXR*, disponible à l'adresse suivante : www.creatxr.com/the-virtuality-spectrum-understanding-ar-mr-vr-and-xr/

²⁸ Mystakidis Stylianos, « Métaverse », *op. cit.*, p. 493.



II. QUELLE EST L'UTILITÉ SOCIALE DES MÉTAVERS ?

1. DIVERTISSEMENT

Le premier cas d'usage du métavers, et des réalités virtuelles plus généralement, est, évidemment, le divertissement. Et en particulier, les jeux vidéo. Pour cet usage, une étude a démontré que les utilisateurs préfèrent la VR à l'utilisation d'écrans traditionnels. Premièrement, jouer à un jeu vidéo en réalité virtuelle n'est pas plus difficile que de jouer à travers un écran de bureau. Ensuite, les joueurs ont montré une réponse émotionnelle plus intense avec cette nouvelle technologie. Cela a été mesuré par des questionnaires d'auto-évaluation et par des indices psychophysologiques tels que la fréquence cardiaque et la conductivité cutanée. Cet indice mesure la conductivité électrique de notre peau qui dépend de son degré d'humidité. La sueur étant associée à notre système nerveux, c'est un indicateur de l'état cognitif et émotionnel du sujet. Enfin, le sentiment de présence perçu ou d'immersion s'est avéré plus important dans la réalité virtuelle par rapport aux jeux vidéo traditionnels.²⁹

Néanmoins, il faut rester prudent quant à ces affirmations. En effet, d'autres études ont obtenu un résultat inverse. Des recherches du département des sciences informatiques de l'université d'Etat de New York ont par exemple démontré que le fait de jouer à un jeu vidéo à l'aide d'un casque de réalité

virtuelle n'a pas entraîné de meilleurs scores de satisfaction du jeu vidéo, par rapport au fait de jouer au même jeu sur un ordinateur de bureau. Les résultats n'ont pas non plus révélé de différences significatives dans la perception d'immersion.³⁰

Notons également que la réalité virtuelle comporte un problème courant, nommé «VR Sickness» en anglais, qui décrit les divers troubles causés par les jeux en réalité virtuelle. Les nausées, les vertiges, la désorientation et un certain nombre d'autres symptômes liés au mal des transports sont courants chez de nombreux utilisateurs. Cela provient du fait, notamment, que les yeux du joueur disent à son cerveau qu'il marche, tandis que son corps lui dit qu'il est immobile. Cette caractéristique peut limiter l'attrait pour la réalité virtuelle face aux jeux vidéo traditionnels.³¹

Une autre possibilité de divertissement qu'offre la réalité virtuelle, moins médiatisée que les jeux vidéos, sont les films en trois dimensions. Une étude de l'université de Shanghai a démontré que la stimulation émotionnelle d'un film en trois dimensions était plus intense que celle induite par le même film en deux dimensions.³²

Une illustration intéressante de l'utilisation des films en trois dimensions, et de leur capacité à susciter de l'émotion, est

le film "Over Sidra" produit par les Nations Unies. Ce film a été créé pour soutenir le plaidoyer du Secrétaire général des Nations Unies en faveur de partenariats pour renforcer l'aide apportée aux camps de réfugiés. Il s'agit du premier film tourné en réalité virtuelle par l'ONU. Cette technologie a été utilisée pour susciter une plus grande empathie pour les personnes vivant dans des conditions de grande vulnérabilité. Permettre à quiconque, n'importe où dans le monde, de faire l'expérience de la vie dans un camp de réfugiés est source d'espoir pour les millions de personnes déplacées mais aussi pour les personnes qui leur viennent en aide.³³

Le sport, secteur important du divertissement, n'est pas en reste. Les technologies de réalité virtuelle offrent la possibilité de rapprocher les supporters de leurs athlètes et équipes favorites. Citons le cas de Manchester City, qui, dès 2017, s'est saisi de ces outils. En effet, le club a créé une offre vidéo en réalité virtuelle à 360° permettant aux supporters de Manchester City de vivre les matchs comme s'ils étaient au stade, dans les gradins ou sur le terrain, en capturant également le son du terrain et du stade. Les fans bénéficient également d'un accès exclusif au vestiaire des joueurs et peuvent observer leur arrivée sur le terrain comme s'ils étaient à côté d'eux.

²⁹ Pallavicini Federica et al., « Gaming in Virtual Reality: What Changes in Terms of Usability, Emotional Response and Sense of Presence Compared to Non-Immersive Video Games? », *Simulation and Gaming*, 2019, vol. 50, n°2, p. 136-159.

³⁰ Yildirim Caglar et al., « Video Game User Experience: To VR, or Not to VR? », *IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM)*, 2018, pp. 1-9.

³¹ Swinhart Derek, « Virtual reality has real problems. Here's how game developers seek to delete them. », *The Washington Post*, 2021, disponible à l'adresse suivante : www.seattletimes.com/business/technology/virtual-reality-has-real-problems-heres-how-game-developers-seek-to-delete-them/

³² Yildirim Caglar et al., « Video Game User Experience: To VR, or Not to VR? », *op. cit.*

³³ United Nations Virtual Reality, « Syrian refugee crisis », disponible à l'adresse suivante : www.unvr.sdgactioncampaign.org/cloudoversidra/#.YoIvJxNBjLo

Cette innovation permet au club de se rapprocher de ses fans et de faire croître leur nombre, notamment à l'étranger et chez les jeunes, plus enclins à utiliser ces nouvelles technologies.³⁴

2. TÉLÉTRAVAIL

La période de pandémie a engendré une adoption massive de technologies permettant de travailler en équipe à distance. Des plateformes telles que Zoom et Teams sont devenues la nouvelle norme de communication entre collègues. Par ailleurs, nous nous familiarisons au fait d'avoir une représentation virtuelle de nous-même, à l'écran, au travers de photos de profil ou, moins fréquemment, d'avatars. Ces derniers sont désormais proposés pour des réunions professionnelles. Microsoft fournit déjà un plugin VR, Mesh for Teams, avec des avatars améliorés (utilisant des lunettes 3D et des gants de détection). La volonté de réduire les émissions de carbone, les frais et le temps de déplacement implique que, bien que la pandémie semble derrière nous, de plus en plus de nos réunions de travail seront virtuelles. La même logique s'applique pour l'enseignement, car les possibilités de cours, de conférences et de salles de classe virtuelles se multiplient.³⁵

En 2021, Meta a présenté Workrooms, qui est un outil de collaboration "flagship" permettant aux utilisateurs de se réunir pour travailler dans la même pièce virtuelle, quelle

que soit la distance physique. Le logiciel fonctionne à la fois en réalité virtuelle et sur le Web. Il est conçu pour améliorer la capacité des équipes à collaborer, à communiquer et à se connecter à distance, grâce à la puissance de la RV. Cette solution permet de se réunir pour faire un brainstorming, de travailler sur un document ou un whiteboard, de socialiser, ainsi qu'échanger de manière plus naturellement que par visioconférence.³⁶

3. FORMATION

La réalité virtuelle a un fort potentiel pour la formation. En effet, cet outil peut fournir un contexte éducatif riche, interactif et engageant, permettant ainsi l'apprentissage par l'expérience. Ce type d'apprentissage favorise l'acquisition et le transfert de compétences. De plus, cette nouvelle forme de formation peut contribuer à accroître l'intérêt et la motivation des apprenants.³⁷

Dans le domaine médical, par exemple, de nombreuses études démontrent que les formations utilisant la réalité virtuelle surpassent les formations classiques. Les résultats obtenus sur des cohortes de patients soignés par du personnel formé avec des outils VR se sont avérés meilleurs que ceux issus des formations traditionnelles dans le cadre des essais cliniques randomisés.³⁸

Une étude édifiante faite à Yale a, par exemple, démontré que les étudiants en chirurgie qui ont appris à opérer la vésicule biliaire avec de la VR étaient 29 % plus rapides pour pratiquer l'opération et faisaient 6 fois moins d'erreurs que ceux formés avec les méthodes traditionnelles !³⁹

L'autre immense avantage de telles formations réside dans la diminution des coûts. La Icahn School of Medicine at Mount Sinai a démontré que les institutions qui utilisent la réalité virtuelle pour la formation à la réanimation cardiaque ont constaté une réduction des coûts de 83% ! Par ailleurs, les étudiants ont été formés 50% plus rapidement par rapport aux formations traditionnelles !⁴⁰

De plus, les apprentissages faits grâce à la VR sont retenus à plus long terme. En effet, le Dr Narendra Kini, directeur du Miami Children's Health System, a démontré que ces étudiants ont pu retenir 80 % de ce qu'ils ont appris lorsqu'ils ont été testés après un an, alors que les étudiants qui se sont entraînés à l'aide de méthodes traditionnelles n'en ont retenu que 20 %.⁴¹

Enfin, 85% d'un échantillon de techniciens ont déclaré, après une étude impliquant la formation via les deux techniques, préférer apprendre par le biais de la réalité virtuelle qu'avec les méthodes traditionnelles.⁴²

34 « Man city launch new virtual reality fan experience », **MCFC Editorial**, 2017, disponible à l'adresse suivante : www.mancity.com/news/club-news/club-news/2017/january/man-city-bring-matchdays-to-virtual-reality-with-jaunt

35 Rospigliosi Pericles, « Metaverse or Simulacra? Roblox, Minecraft, Meta and the turn to virtual reality for education, socialisation and work », **Interactive learning environment**, vol. 30, n°1, p. 1-3.

36 « Introducing Horizon Workrooms: Remote Collaboration Reimagined », **Meta**, 2021, disponible à l'adresse suivante : www.about.fb.com/news/2021/08/introducing-horizon-workrooms-remote-collaboration-reimagined/

37 Mantovani Fabrizia, « Virtual Reality Training for Health-Care Professionals », **Cyberpsychology & behavior**, vol. 6, n°4, 2003, p.2.

38 Biao Xie et al., « A Review on Virtual Reality Skill Training Applications », **Frontiers in Virtual Reality**, vol. 2, 2021, p.7.

39 Seymour Neal E. et al., « Virtual Reality Training Improves Operating Room Performance », **Annals of surgery**, vol. 236, n°4, pp. 458-464.

40 Katz Daniel et al., « Utilization of a Voice-Based Virtual Reality Advanced Cardiac Life Support Team Leader Refresher: Prospective Observational Study », **Journal of medical internet research**, 2020, vol. 22, n°3.

41 Wentworth David, « The Impact and Potential of Virtual Reality Training in High-Consequence Industries », 2018, disponible à l'adresse suivante : www.trainingmag.com/the-impact-and-potential-of-virtual-reality-training-in-high-consequence-industries

42 Smith Jeffery et Salmon John L., « Development and Analysis of Virtual Reality Technician-Training Platform and Methods », **Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference**, 2017, p.10.

4. COMMERCE

La réalité augmentée et la réalité virtuelle sont des technologies en plein essor. Elles permettent d'améliorer l'expérience d'achat dans le domaine du commerce de détail physique et en ligne.⁴³

Par exemple, les clients de chez Ikéa peuvent désormais tester de nouvelles cuisines avant de les acheter. Les utilisateurs peuvent imaginer, à taille réelle, les espaces de la future cuisine. Ils peuvent se placer à la hauteur d'un enfant de 1 m ou celle d'un adulte de 1,95 mètre. Par ailleurs, les couleurs des meubles ou les tiroirs, par exemple, sont modifiables en un clic.⁴⁴

Un autre exemple est Tesco qui a lancé des magasins virtuels à Séoul. L'entreprise a réalisé que de nombreux travailleurs manquent de temps pour faire leurs courses. Par pallier cela, ils ont créé des magasins virtuels installés dans des espaces publics, le plus souvent dans des métros et des arrêts de bus très fréquentés. Ces magasins prennent la forme d'écran d'affichage et sont conçus pour ressembler aux étagères d'un magasin Tesco ordinaire, ce qui rend l'expérience très conviviale. Les produits comportent des QR code qui, lorsqu'ils sont scannés, ajoutent le produit au panier des clients, qui paient en ligne une fois la commande terminée. La livraison arrive dans la journée. Les magasins virtuels ont connu un énorme succès auprès des navetteurs et ont généré plus de 900 000 téléchargements de l'application de commande de Tesco en moins d'un an, en faisant de l'application de shopping la plus populaire en Corée du Sud. Les ventes en ligne ont augmenté de 130 % depuis l'introduction des magasins virtuels.

Bien que ce concept ne fasse pas appel à une réalité virtuelle à proprement parler, il permet de mieux percevoir comment ces nouvelles technologies ont le potentiel de transformer la façon dont nous faisons nos achats.⁴⁵

5. CONCEPTION INDUSTRIELLE

Le fait de pouvoir concevoir des objets en trois dimensions dans la réalité virtuelle, et de les tester grâce à des logiciels de simulation, sans devoir les produire physiquement, est un immense atout pour les industriels.

Une méta-étude sur la conception industrielle via les technologies de réalité virtuelle note une augmentation significative des dépôts de brevets dans ce domaine depuis 2016. Le secteur principalement concerné est l'industrie automobile. Le dispositif le plus utilisé est le casque HTC VIVE, fréquemment associé à des systèmes de capture de mouvement et au logiciel Unity 3D game engines. La réalité virtuelle est très utile pour examiner des designs et tester leurs fonctionnalités, car elle permet de visualiser les prototypes et de les tester dans des simulations. De plus, cette technologie permet de réduire les coûts et le temps de conception des prototypes, tout en augmentant la sécurité des employés. Par ailleurs, la VR offre des interactions plus intuitives pour les non-spécialistes des conceptions 3D traditionnels comme AutoCAD, par exemple. Enfin, la VR est très ludique ce qui permet d'accroître la motivation des équipes qui l'utilisent. En revanche, les prototypes basés sur la réalité virtuelle peuvent engendrer, entre autres, des problèmes de communication entre les équipes et des symptômes désagréables (dont nous avons déjà parlé). Si ces contraintes empêchent la réalité virtuelle de remplacer totalement, dans un avenir proche,

les examens de conception et les tests de fonctionnalités classiques, cette technologie constitue déjà un atout précieux dans le processus de développement de produits industriels.⁴⁶

Pour illustrer notre propos, citons le cas de Boeing qui utilise la réalité virtuelle pour déterminer la meilleure façon de construire le 737 MAX 10. «*Nos mécaniciens sont capables - dans une scène virtuelle - de voir comment le train d'atterrissage sera installé, à quoi il ressemblera et quel type d'outils nous utiliserons*», a déclaré Sir-Sain Leong, responsable de la fabrication du 737 MAX. Cette technologie permet aux mécaniciens de détecter de potentiels problèmes qui pourraient se manifester. Les ingénieurs peuvent prendre ces informations, apporter des modifications et les intégrer dans le système de production.⁴⁷

43 Bonetti Francesca, « *Augmented Reality and Virtual Reality in Physical and Online Retailing: A Review, Synthesis and Research Agenda* », **Springer**, 2018, p.1.

44 « *IKEA lance la première cuisine en réalité virtuelle* », **Ikea**, 2016, disponible à l'adresse suivante : www.press.ikea.be/ikea-lance-la-premiere-cuisine-en-realite-virtuelle

45 Petit de Meurville Martin et al., « *How Tesco virtually created a new market on a country's lifestyle* », **Business Today**, 2015, disponible à l'adresse suivante : www.businesstoday.in/magazine/lbs-case-study/story/case-study-tesco-virtually-created-new-market-based-on-country-lifestyle-143807-2015-02-06

46 Vinicius de Freitas Fabio et al., « *Benefits and Challenges of Virtual-Reality-Based Industrial Usability Testing and Design Reviews: A Patents Landscape and Literature Review* », **Applied Sciences**, 2022, vol. 12, n°3, p.1.

47 « *Employees use virtual reality to figure out best way to build 737 MAX 10* », **Boeing**, 2019, disponible à l'adresse suivante : www.boeing.com/company/about-bca/washington/737-max10-virtual-reality-01-28-19.page

III. QUELS SONT LES DÉFIS ET DANGERS DES MÉTAVERS ?

1. MENACES SUR LA CONFIDENTIALITÉ DES DONNÉES

De nouveaux types de données personnelles peuvent être collectés par le biais des dispositifs de réalités augmentées : des données biométriques, telles que les caractéristiques faciales, les réflexes, ou encore le mouvement des yeux et du corps. La particularité de nos mouvements, qui peuvent être captés par nos gestes dans un environnement immersif, peut constituer une identification personnelle tout aussi pertinente que celles faites à partir de nos empreintes digitales, de notre rétine ou de notre voix. Notons que l'analyse de la démarche peut permettre d'identifier une personne dans une foule grâce à sa façon de se déplacer, d'où l'importance de contrôler les accès et l'utilisation de ce type de données.⁴⁸

Par ailleurs, la dilatation des pupilles, détectable grâce à certains casques de réalité virtuelle (comme le *HP Reverb G2 Omnicept Edition*⁴⁹), peut permettre d'obtenir des informations très intimes, comme les désirs des utilisateurs. Ces réactions biologiques étant inconscientes, même si un utilisateur voulait les cacher, il n'y parviendrait pas. Ces casques pourraient également être utilisés par des gouvernements (ou d'autres institutions) pour des interrogatoires. En outre, il est difficile

d'informer les utilisateurs de toutes les implications que la collecte et le traitement de leurs données peut engendrer. La plupart des gens ne comprennent pas comment ces données peuvent divulguer des informations fondamentalement privées, telles que la sincérité et l'excitation sexuelle.⁵⁰

La possibilité de donner davantage d'informations à des annonceurs sur leur public cible – y compris ce à quoi les utilisateurs prêtent attention, leur état émotionnel lorsqu'ils regardent ou interagissent avec des produits, et des caractéristiques personnelles concernant leur santé et leur bien-être – est une offre lucrative. Il est donc nécessaire d'étendre ou de compléter les lois actuelles afin de protéger le droit à la vie privée en tenant compte de ces nouvelles données.⁵¹

Il est effrayant de penser que des entreprises pourraient utiliser des informations, comme l'orientation sexuelle présumée d'un utilisateur, pour enrichir des profils commerciaux.⁵²

2. COMPORTEMENTS PROBLÉMATIQUES

La réalité virtuelle sociale, qui désigne les forums interactifs où les utilisateurs se réunissent pour échanger dans des espaces communs virtuels, peut être une source de comportements problématiques. En particulier, il y a des risques de harcèlement et de diffusion de contenu interdit par la loi. Dès que ces espaces sont apparus, des rapports de harcèlement ont suivi. Ces rapports ont documenté des comportements sexistes, racistes, et homophobes. En 2018, le cabinet de recherche *The Extended Mind* a produit une étude sur les expériences des femmes dans les réalités virtuelles sociales. Les résultats sont plutôt décourageants : 49 % des femmes ont déclaré avoir subi au moins un incident de harcèlement dans la réalité virtuelle. Beaucoup d'entre elles n'y sont jamais retournées. Le harcèlement ne se limitait pas aux femmes, puisque 30 % des hommes interrogés ont signalé des contenus racistes ou homophobes, et 20 % des commentaires violents ou des menaces sur la plateforme.⁵³

Il est regrettable, mais pas surprenant, d'observer que les comportements problématiques constatés dans la vie physique se reproduisent dans les espaces virtuels. Notons que cela se produit déjà dans les espaces cybers traditionnels.

⁴⁸ Heller Brittan, « *Watching Androids Dream of Electric Sheep: Immersive Technology, Biometric Psy, Biometric Psychography, and the Law* », *Vanderbilt Journal of Entertainment & Technology Law*, 2022, vol. 22, n°1, p. 27.

⁴⁹ « *Tobii Enhances New HP VR Headset with the Power of Eye Tracking* », *Tobii*, 2020, disponible à l'adresse suivante : www.tobii.com/group/news-media/press-releases/2020/9/tobii-enhances-new-hp-vr-headset-with-the-power-of-eye-tracking

⁵⁰ Heller Brittan, « *Watching Androids Dream of Electric Sheep: Immersive Technology, Biometric Psy, Biometric Psychography, and the Law* », *op. cit.*, p. 30.

⁵¹ *Ibid.*

⁵² *Ibid.*

⁵³ « *Virtual harassment : the social experience of 600+ regular virtual reality users* », *The Extended Mind*, 2018, disponible à l'adresse suivante : www.drive.google.com/file/d/1afFQJN6QAumeZdGcRjgR4ohVr0oZNO4a/view



3. IMPACT SUR LA SANTÉ

En raison de la déconnexion des informations obtenues entre les organes et les yeux, les utilisateurs de réalités virtuelles peuvent souffrir du mal des transports simulés, c'est-à-dire du cyber-mal des transports. D'autres problèmes peuvent apparaître comme la fatigue oculaire et les crises d'épilepsie, par exemple.⁵⁴

Étant donné que le métavers n'en est qu'à ses balbutiements, il nous paraît pertinent de consulter la littérature scientifique au sujet des risques pour la santé qui peuvent être induits par les jeux vidéo et internet, qui sont des objets précurseurs de ce nouveau média.

En effet, l'utilisation intensive d'internet peut conduire les utilisateurs à rencontrer des problèmes de santé. Les internautes ont tendance à utiliser internet comme un moyen de socialisation, mais un usage excessif peut entraîner un retrait social, une négligence de soi et des problèmes familiaux. Par ailleurs, des études ont également révélé que les adolescents ayant une utilisation problématique d'internet, s'apparentant à une addiction, étaient plus susceptibles de développer une phobie sociale.⁵⁵

Il existe un nombre important de preuves liant l'utilisation d'ordinateurs et d'internet en général à une mauvaise qualité de sommeil. L'utilisation accrue d'internet est associée à une durée de sommeil plus courte, à des heures de coucher et de lever plus tardives, à des latences de sommeil plus longues, et à une fatigue diurne accrue chez les adolescents.⁵⁶

Un style de vie sédentaire, qui peut être induit par l'utilisation de terminaux connectés à internet, est susceptible d'augmenter le risque de thrombose et d'embolie pulmonaire, pouvant conduire à l'obésité et à des complications associées. Des études ont révélé que les adolescents ayant une consommation excessive de contenu en ligne étaient plus susceptibles de souffrir de symptômes physiques, tels qu'un manque d'énergie physique et une immunité affaiblie. En outre, ces derniers sont plus enclins à souffrir de troubles émotionnels, de troubles comportementaux, de problèmes d'adaptation sociale et de difficultés scolaires.⁵⁷

Par ailleurs, des études ont montré que les adolescents qui surfent sur internet de manière excessive présentent des niveaux de dépression plus élevés. En effet, l'utilisation d'internet aurait des effets négatifs sur le bien-être psychologique, ce qui pourrait favoriser la dépression. Ensuite, internet pourrait contribuer au développement d'un « moi virtuel » pouvant aboutir à un détachement du monde réel. Cependant, les adolescents dépressifs peuvent tirer des bénéfices de leur usage d'internet, car cet espace est perçu comme moins dangereux que la vie réelle, et offre davantage de contrôle aux utilisateurs dans les interactions.⁵⁸

Une étude publiée dans le *Journal of Adolescent Health* a révélé que les adolescents qui utilisent internet de manière excessive présentent des niveaux d'hostilité plus élevés que la moyenne. Chez les adolescents, une hostilité élevée entraîne généralement des conflits interpersonnels et une difficulté d'intégration sociale. Cette hostilité peut, notamment, se manifester lorsque les parents essaient d'éloigner leurs enfants de l'ordinateur et se traduire par des comportements agressifs.⁵⁹

Enfin, la fréquentation d'espaces virtuels peut être la source de négligence corporelle, parfois extrême. Des cas ont déjà été rapportés au sujet de personnes qui ont passé tellement de temps à jouer à des jeux vidéo (classiques) qu'elles ont fini par négliger leur corps, et même leurs enfants, ce qui a parfois abouti à des décès. Il est possible que des négligences corporelles se produisent également chez les personnes qui feront un usage excessif du métaverse.⁶⁰

Une augmentation significative des troubles de l'attention et du TDAH (trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité) a été constatée chez les personnes qui jouaient à des jeux vidéo pendant plus d'une heure par jour. Pire, des notes significativement plus basses que la moyenne générale ont été relevées chez les étudiants qui jouent à des jeux vidéo pendant plus de 30h par mois.⁶¹

Une étude a travaillé sur les liens entre les TDAH et les adolescents étant diagnostiqués comme dépendants à internet. Ces derniers présentent plus de symptômes de TDAH autodéclarés que la moyenne. Les caractéristiques neuropsychologiques des sujets au TDAH pourraient expliquer cette corrélation. Les patients souffrant de TDAH ont une sensibilité accrue à la récompense, une aversion pour les récompenses différées et une préférence pour les récompenses immédiates. Les activités sur internet, comme les jeux, qui fournissent des récompenses, peuvent donc satisfaire les adolescents atteints du TDAH plus que les autres.

54 Park S.M. et Kim Y.G., « A Métaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges », *IEEE Access*, 2022, vol. 10, pp. 4209-4251.

55 Hui Cao et al., « Problematic Internet use in Chinese adolescents and its relation to psychosomatic symptoms and life satisfaction », *BMC Public Health*, 2011, vol. 11, n°1, p. 5.

56 Woods H. C. et Scott H., « Sleepy teens: Social media use in adolescence is associated with poor sleep quality, anxiety, depression and low self-esteem. », *Journal of Adolescence*, 2016, vol. 51, n°1, pp. 41-49.

57 Hui Cao et al., « Problematic Internet use in Chinese adolescents and its relation to psychosomatic symptoms and life satisfaction », *op. cit.*, p. 6.

58 Yen Ju-Yu et al., « The Comorbid Psychiatric Symptoms of Internet Addiction: Attention Deficit and Hyperactivity Disorder (ADHD), Depression, Social Phobia, and Hostility », *Journal of Adolescent Health*, 2007, vol. 41, n°1, pp. 93-98.

59 *Ibid.*

60 Slater Mel et al., « The Ethics of Realism in Virtual and Augmented Reality », *Frontiers in Virtual Reality*, 2020, vol. 1, n°1, pp. 1-13.

61 « Harmful internet use – Part I: Internet addiction and problematic use », *Panel for the Future of Science and Technology (STOA)*, 2019, p. 46.

Le sentiment d'avoir le contrôle et la liberté d'autoreprésentation sur internet peuvent également motiver les adolescents atteints de TDAH à fréquenter, parfois excessivement, les espaces cybers. Le manque de maîtrise de soi, caractéristique des personnes atteintes de TDAH, peut empêcher les adolescents présentant ces symptômes à contrôler leur utilisation d'internet.⁶²

Tout porte à croire que des mécanismes de récompense seront également présents dans le métavers. Dès lors, il paraît souhaitable de sensibiliser les personnes atteintes de TDAH sur les risques accrus que peuvent constituer les réalités virtuelles pour eux.

4. SPÉCULATION EFFRÉNÉE & BULLE TECHNOLOGIQUE ?

La guerre en Ukraine a succédé à la crise sanitaire et entraîné dans son sillage ce qui ressemble de plus en plus à un début de crise économique, précipitée par des prix de l'énergie qui ne cessent de grimper. À l'heure d'écrire ces lignes, il est difficile de savoir l'étendue et la durée de cette crise mais ce qui est certain, c'est que la confiance des investisseurs a fondu comme neige au soleil. Entre le doute et la panique, il n'y a parfois qu'un pas, qui est d'autant plus vite franchi lorsque les actifs sont surévalués.

Les bourses, de manière générale, ont entamé une descente depuis plusieurs mois et les cryptoactifs n'échappent pas à ce climat d'anxiété. En effet, nombre de cryptomonnaies ont vu leur cours complètement dévisser au cours des derniers mois. C'est notamment le cas du bitcoin ou du SAND. Certains économistes, comme Paul Krugman,⁶³ n'hésite d'ailleurs pas mettre sur le même pied l'emballement lié aux subprimes avec celui lié aux cryptoactifs.

Difficile de leur donner entièrement tort, surtout lorsqu'on s'intéresse à certaines pratiques entrevues dans le Métaverse. On peut penser à ce yacht virtuel (un NFT) vendu pour 650 000\$ à la fin de l'année 2021 dans l'univers de The Sandbox⁶⁴. C'est également le cas d'autres NFT qui ont vu leur valeur exploser au cours de l'année 2021 parce qu'élevés au rang d'arts (numériques) posant également question sur un potentiel effet de mode plutôt que de véritables chefs d'oeuvres.

Ces excès laissent à tout le moins songeur.

Il est très difficile d'affirmer ou d'infirmier le caractère spéculatif de ces investissements, ou si nous nous trouvons actuellement dans une bulle tant l'aspect financier s'oppose aujourd'hui aux arguments technologiques.

62 Yen Ju-Yu et al., « *The Comorbid Psychiatric Symptoms of Internet Addiction: Attention Deficit and Hyperactivity Disorder (ADHD), Depression, Social Phobia, and Hostility* », **op. cit.**

63 Paul Krugman, « *From the Big Short to the Big Scam* », *Opinion – The New York Times*, 2022, disponible à l'adresse suivante : www.nytimes.com/2022/06/06/opinion/cryptocurrency-bubble-fraud.html

64 Isabelle Lee, « *A metaverse mega yacht that just sold for \$650,000 is the most expensive NFT sold in The Sandbox virtual world* », *Markets Insider – Business insider*, 2021, disponible à l'adresse suivante : tinyurl.com/2p985ysw (consulté le 13 juin 2022).

IV. QUEL EST LE POTENTIEL ÉCONOMIQUE DES MÉTAVERS ?

1. AU NIVEAU MONDIAL

Le métavers est une opportunité de générer de nouvelles sources de revenus pour les grandes entreprises du divertissement numérique et les réseaux sociaux. Pour les fabricants de jeux vidéo, qui continuent d'adapter leurs titres existants aux mondes 3D, leurs opportunités de marché peuvent s'étendre pour englober les divertissements tels que les concerts et les événements sportifs. Grâce à cela, ils peuvent espérer s'approprier une part des revenus publicitaires captés actuellement dans ces secteurs. La taille totale du marché du métavers pourrait atteindre 2,7 fois celle des jeux vidéo, en incluant les services et les recettes publicitaires associées, selon une analyse de Bloomberg.⁶⁵

Selon cette même analyse, le marché du métavers pourrait atteindre 783,3 milliards de dollars en 2024 contre 478,7 milliards de dollars en 2020, soit un taux de croissance annuel de 13,1 %. La principale opportunité de revenu, pour les fabricants de jeux vidéo, est constituée en grande partie par le marché existant des logiciels et services de jeux vidéo, ainsi que par la hausse des ventes de matériel associé à ces produits. Au sein de ce marché primaire qui pourrait atteindre 412,9 milliards de dollars en 2024 contre 274,9 milliards de dollars en 2020, les revenus des jeux vidéo, des services associés ainsi que les revenus de la publicité représentent environ 70 % de la taille totale du marché. Bien qu'il s'agisse d'un marché existant pour

les fabricants de jeux vidéo, ceux qui parviendront à capter une part plus importante d'utilisateurs et de fréquentation en transformant des jeux existants en mondes virtuels peuvent espérer capturer une plus grande part des revenus de ce secteur. Les revenus des entreprises de divertissement qui peuvent s'intégrer au métavers, à savoir les films, la musique et le sport, pourraient dépasser 200 milliards de dollars en 2024.⁶⁶

Si le métavers est accessible par le biais d'appareils existants tels que les ordinateurs, les consoles de jeux et les smartphones, cela donnerait lieu à un vaste écosystème. En utilisant cette définition large, le marché total adressable pour le métavers pourrait se situer entre 8 000 et 13 000 milliards de dollars d'ici 2030, avec un nombre total d'utilisateurs du métavers d'environ cinq milliards, selon une étude de Citigroup.⁶⁷

Pour calculer le marché total adressable, ils utilisent une prévision de croissance du PIB mondial du Fonds monétaire international (FMI) de 3,5 %, qui donne un PIB mondial estimé à 128 000 milliards de dollars en 2030. Ils se basent également sur un rapport d'Oxford Economics de 2017 qui estime que l'économie numérique représenterait 24 % du PIB mondial. Cette prévision tente d'estimer la part du numérique dans l'économie, au-delà du simple secteur des technologies de l'information et des télécommunications. Sur la base de l'estimation pré-pandémique du Bureau of Economic Analysis

des États-Unis, le numérique représentait 10 % de l'économie américaine en 2018. Ce chiffre est probablement plus élevé maintenant en raison de l'adoption accélérée du numérique pendant la pandémie. Cependant, l'étude du BEA repose sur une définition étroite de l'économie numérique, c'est-à-dire basée uniquement sur le secteur des technologies de l'information et des télécommunications, et ne rend pas compte des retombées numériques plus larges en dehors de ce secteur. Ils modélisent la pénétration du métavers dans l'économie numérique en utilisant l'analogie de la croissance des smartphones. Les smartphones représentaient environ un tiers de tous les téléphones mobiles environ sept ans après leur lancement. Si le métavers est la prochaine génération d'internet, ils supposent qu'un taux de pénétration similaire, à savoir d'un tiers (de l'économie numérique totale), est possible.⁶⁸

Il convient de noter que si le métavers est défini de manière restrictive, c'est-à-dire uniquement accessible par le biais de dispositifs de réalité virtuelle et augmentée, le marché total adressable se situerait entre 1 000 à 2 000 milliards de dollars en 2030, environ.⁶⁹

⁶⁵ « Metaverse may be \$800 billion market, next tech platform », *Bloomberg Intelligence*, 2021, disponible à l'adresse suivante : Metaverse may be \$800 billion market, next tech platform, (consulté le 24 mai 2022).

⁶⁶ *Ibid.*

⁶⁷ Ghose Ronit et al., « Metaverse and money », *Citi Global Perspectives & Solutions*, 2022, p.3.

⁶⁸ *Ibid.*, p.11.

⁶⁹ *Ibid.*, p.11.

2. AU NIVEAU EUROPÉEN

Une étude de Analysis Groupe a, quant à elle, estimé l'impact du métavers sur le PIB par région.

Pour leur estimation, il se sont basés sur les statistiques du niveau et de la vitesse d'adoption de la technologie mobile, illustrée par le taux de croissance annuel des abonnements à internet en haut débit pour mobile sur une période d'échantillonnage allant de 2007 à 2019. Au niveau mondial, l'adoption du haut débit pour mobile est passée de 6,2 à 76,9 abonnements pour cent personnes pour cette période, ce qui implique un taux de croissance annuel mondial de 23,3 %. Par région, ce taux de croissance annuel varie de 12,2% au Canada à 83,9% dans la région de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Ils partent du postulat que ces taux de croissance sont identiques à ceux de l'adoption des métavers. Ensuite, ils supposent qu'une petite augmentation de l'adoption du métavers a le même impact marginal sur la croissance du PIB qu'une augmentation identique de l'adoption du haut débit pour mobile. Enfin, ils supposent que le PIB mondial poursuivra sa tendance haussière observée lors des dix dernières années de données disponibles, à savoir de 2009 à 2019.⁷⁰

Leur modèle conclut que si l'adoption des métavers commençait en 2022, sa contribution totale au PIB mondial en 2031 serait de 3 010 milliards de dollars, mesurés en dollars américains de 2015 (ce qui correspond aux estimations de Citigroup faite pour le métavers dans sa définition stricte), dont 440 milliards en Europe.⁷¹

3. AU NIVEAU BELGE

Malheureusement, il n'existe pas d'étude au sujet du potentiel économique du métavers pour la Belgique. Cependant, en nous basant sur l'étude de Citi Groupe, nous pouvons faire une estimation.

En effet, en partant de l'hypothèse que la Belgique captera une part du potentiel économique du métavers égale à celle qu'elle représente dans le PIB européen et que son poids dans le PIB du continent sera constant, une simple règle de trois nous donnera une estimation du chiffre que nous cherchons.

Le PIB de l'Union européenne était de 14.475 milliards € en 2021, et celui de la Belgique était de 506,205 milliards. Notre royaume produit donc 3,5% du PIB de l'Union. En partant de notre hypothèse et des chiffres de Citi Groupe, nous pouvons conclure que le potentiel économique du métavers en Belgique serait de l'ordre de 15,4 milliards € en 2030.

⁷⁰ Christensen Lau et Robinson Alex, « The Potential Global Economic Impact of the Métaverse », **Analysis Group**, 2022, disponible à l'adresse suivante : www.analysisgroup.com/globalassets/insights/publishing/2022-the-potential-global-economic-impact-of-the-metaverse.pdf

⁷¹ *Ibid.*

RECOMMANDATIONS

Corentin de Salle & Olaf van der Straten

1. INVESTIR DANS DU MATÉRIEL ET DES INFRASTRUCTURES DÉDIÉS AUX MÉTAVERS LÀ OÙ L'ÉTAT LE PEUT

L'Europe pourrait augmenter son PIB de 440 milliards en 2030 grâce au métavers : dès lors, la Belgique doit capter une part significative de cette croissance. Selon nos estimations, qui reposent sur une étude de Citi Group et que nous avons développé précédemment, la Belgique devraient voir son PIB augmenter de 15,4 milliards d'ici 2030. En prenant les mesures adéquates, il serait possible d'augmenter cette croissance du PIB. Pour ce faire, nous proposons, notamment, de mettre en place un cadre juridique stable pour attirer les investisseurs, de proposer des formations aux nouveaux métiers liés au métavers et que l'État investisse dans du matériel et des infrastructures via les organismes qu'il chapeaute comme les écoles, les centres sportifs, les transports en communs, etc.

Un exemple serait, comme à Séoul, de permettre à des chaînes de supermarché de vendre aux navetteurs des transports en commun des produits alimentaires de base s'affichant virtuellement sur les murs du métro. Les commandes seraient alors livrées à domicile dans les 24 heures.

Autre exemple : utiliser les technologies métavers pour les cours d'anatomie dispensés en faculté de médecine. Et donner ainsi une 3^{ème} dimension aux traditionnelles planches d'anatomie.

Dernier exemple : créer des métavers dans certaines salles des grands musées afin de découvrir « physiquement » l'époque et l'environnement culturel, social, politique, etc. (Égypte antique, Rome antique, période habsbourgeoise, révolution protestante, etc.) dans lesquelles les œuvres d'art ont été réalisées. C'est l'étape ultérieure des audioguides (avec commentaires, musiques et bruitages) qui constituent déjà en eux-mêmes un progrès muséographique indéniable.

Comme nous l'avons vu, les possibilités qu'offre les métavers sont innombrables. Par conséquent, pour que la Belgique soit à la pointe de cette technologie, il est capital que l'État investisse dans cette technologie dans tous les organismes qu'il chapeaute. Les possibilités sont infinies et, au contact de ces technologies, les citoyens et les fonctionnaires vont accumuler de l'expertise qui se transformera en un immense atout pour notre économie.

2. CRÉER UNE HAUTE-ÉCOLE DU MÉTAVERS EN FWB

Pour ce faire, nous pouvons nous inspirer de nos voisins français. En effet, le vendredi 11 mars 2022, la création du Métaverse College, à Paris, a été annoncée. Ce sera la première école entièrement dédiée à la création, la structuration et au développement des univers en 3D. En effet, dès la rentrée 2022, un Bachelor « chef de projet métaverse » sera proposé. De plus, ce collège offrira deux masters (en un an et en deux ans) qui se déclinent dans trois domaines : la finance (cryptomonnaie, blockchain ou le futuriste « metapatrimoine »), l'art (NFTs, design produit d'œuvres numérisées, etc.) et enfin le développement et la data (conception d'univers virtuels, gestion, etc.).⁷²

Quels débouchés immédiats ? L'entreprise Meta, à elle seule, a annoncé en octobre 2021 qu'elle souhaitait engager 10.000 personnes pour travailler sur leur métavers en Europe.⁷³ Par conséquent, nous pouvons raisonnablement penser que les personnes formées dans ces domaines trouveront des débouchés. Autre exemple : la start-up belge Portabl est la première entreprise au monde à proposer des emplois à temps plein dans le métavers.⁷⁴

⁷² Simon-Rainaud Marion, « La première école exclusivement dédiée au métaverse ouvre ses portes à Paris », *Les Echos Start*, 2022, www.start.lesechos.fr/apprendre/universites-ecoles/la-premiere-ecole-exclusivement-dediee-au-metaverse-ouvre-ses-portes-a-paris-1392896

⁷³ « Facebook to hire 10,000 in EU to work on métaverse », *BBC News*, 2021, www.bbc.com/news/world-europe-58949867

⁷⁴ Ph. Nieuwbouurg, *Portabl, première start-up au monde à créer des emplois à temps plein dans le Métaverse (metaneo.fr)*

3. CRÉER LE MÉTAVERS DE L'ADMINISTRATION PUBLIQUE BELGE

L'administration en ligne (www.my.belgium.be/fr) est assurément un progrès par rapport à une époque, pas si lointaine (et loin d'être révolue) où l'administré devait faire une longue queue devant des guichets pour obtenir un document. Mais cela reste un modèle web 2.0. Or, le web 3.0 permettrait d'offrir beaucoup plus au citoyen. Il donnerait un visage (virtuel) à l'administration et permettrait une interaction plus claire, plus vivante et plus pédagogique entre l'administration et le citoyen. Un métavers de l'administration publique serait idéal pour mener des actions de sensibilisation. Pour aider le citoyen dans ses démarches et lui permettre de trouver facilement l'information recherchée. Il permettrait surtout de familiariser le citoyen à la création d'une identité numérique décentralisée.

Il n'est pas nécessaire que les autorités publiques ou que les institutions diverses de la société soient présentes en tant que personnes morales sur tous les métavers. Qu'auraient-elles à faire dans un métavers consacré à un jeu ou dans une reconstitution historique ? Mais il est important que le citoyen puisse accéder à son administration dans le cadre d'un métavers et avec la gamme extraordinaire d'outils actuels, potentiels et insoupçonnés que cet environnement rend possible.

4. S'ASSURER QUE LE FUTUR PORTEFEUILLE EUROPÉEN D'IDENTITÉ NUMÉRIQUE SOIT DÉCENTRALISÉ (DID) ET CONTRÔLÉ PAR L'UTILISATEUR

Se mouvoir dans le métavers est une expérience probablement excitante et enrichissante mais qui n'est pas dénuée de dangers. Qui dit liberté dit immédiatement responsabilité.

Une chose est de s'immerger dans un univers virtuel, une autre est de pouvoir identifier les personnes avec qui nous allons interagir.

Le 3 juin 2021, la Commission Européenne a proposé un nouveau règlement pour l'établissement d'une identité numérique européenne (EUID).⁷⁵ Cette proposition est neutre technologiquement et laisse le champ libre à plusieurs modèles d'identité numérique. Ce règlement impose à chaque Etat membre de fournir gratuitement un portefeuille numérique aux citoyens et résidents.⁷⁶

L'identification est une question centrale dans le web 3.0. En effet, le web 3.0 implique de conférer à l'individu la maîtrise de ses données. L'idée est de permettre de ne pas partager toutes ses informations avec les sociétés et institutions qui nous demandent de nous identifier dans des contextes divers et pour des raisons diverses. Il apparaît en effet que, dans nombre de cas, plusieurs de nos données ne sont pas du tout indispensables à la vérification proprement dite. En effet, par exemple, une attestation d'affiliation à la sécurité sociale n'est absolument pas nécessaire à fournir à une entreprise qui a uniquement besoin de notre nom et notre adresse pour livrer des aliments à domicile.

Qu'est-ce que l'identité ? Il s'agit d'un ensemble d'attributs attachés à une personne (physique ou morale). Ces attributs doivent être, au cas par cas, prouvés par tel ou tel justificatif et contrôlés par tel ou tel vérificateur. Ce vérificateur ne doit pas être l'Etat et ne doit pas nécessairement être centralisé.

Comment faire ? En créant un portefeuille numérique contenant toute une série de documents numérisés.

L'identité décentralisée est un mécanisme qui repose sur 3 éléments :

- **l'émetteur** : il crée et émet des attestations (par exemple, une institution scolaire, une université, l'administration communale, une mutuelle, etc.).

- **le titulaire** : il réclame les attestations, les ajoute dans son portefeuille et décide de les partager, en tout ou en parties, en fonction des demandes d'identification

- **le vérificateur** : il s'agit de n'importe quelle personne ou entité qui réclame les attestations afin de vérifier qu'il ne s'agit pas d'un faux et qu'elle est bien émise et signée par un émetteur compétent pour les émettre (par exemple, une compagnie d'assurance qui vérifie que le titre de propriété de son futur assuré est bien authentique).

C'est ce qu'on appelle « le triangle de confiance ».

Le titulaire de l'identité doit faire signer numériquement ses attestations avant de les fournir au vérificateur. Les titulaires choisissent ainsi les éléments de l'identité numérique qu'ils veulent partager. Et la technologie blockchain permet d'assurer la fiabilité des attestations car le vérificateur peut contrôler la réalité de la délivrance de l'attestation de l'émetteur au titulaire. Ce mécanisme est décentralisé car il n'y a pas un émetteur qui centralise toutes les données mais une multitude, chacun pour les données qu'il est compétent d'émettre.

Précisons que le portefeuille numérique qui doit être créé par chacun des Etats pour ses citoyens et résidents permet évidemment à l'Etat de certifier toute une série de documents. Mais cette situation est tout à fait compatible avec le caractère décentralisé du portefeuille. Pourquoi ? Parce que l'Etat est un émetteur parmi quantité d'autres. Il émet les documents qui émanent des services publics. Mais notre identité ne se réduit pas à ces documents-là. Il y a quantité d'entités et personnes morales privées émettant des actes définissant notre identité. Par exemple, des agences de voyage, des services financiers, des services de santé, des services bancaires, des assurances, des plateformes digitales, des instituts de formation privés, etc.

⁷⁵ Proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council amending Regulation EU 910/2014 (eIDAS) as regards establishing a framework for a European Digital Identity.

⁷⁶ Archipels, *Le futur de l'identité numérique est décentralisé*, 2021, p.25

Le théoricien Christopher Allen a rédigé les dix principes de l'identité décentralisée.⁷⁷ Les voici :

- **Existence** : les utilisateurs doivent avoir une existence indépendante de la somme de leurs attributs. Cette identité ne peut jamais résider entièrement dans leur forme numérique.
- **Contrôle** : les utilisateurs doivent contrôler leur identité. Grâce à des algorithmes clairs et sécurisés. Ils ont l'autorité ultime sur leur identité.
- **Accès** : les utilisateurs doivent avoir accès à leurs propres données. Il ne peut y avoir des données cachées ou des accès verrouillés.
- **Transparence** : les systèmes et les algorithmes doivent être transparents. Ils doivent être libres et open source.
- **Persistance** : les identités doivent avoir une longue durée de vie tout en conservant, pour l'utilisateur, le droit à la suppression.
- **Portabilité** : les informations et les services relatifs à l'identité doivent pouvoir être transférées. En effet, les entités peuvent disparaître. La portabilité assure que l'utilisateur garde le contrôle sur ses données.
- **Interopérabilité** : les identités doivent être aussi largement utilisables que possible. Les identités ont peu de valeur si elles sont cantonnées dans une petite niche. Le but de l'identité digitale du 21^{ème} siècle est de rendre ces dernières accessibles mondialement.
- **Consentement** : les utilisateurs doivent consentir à l'utilisation de leur identité. Partager des données

ne peut se faire que moyennant l'accord de leur propriétaire.

- **Minimisation** : la divulgation des demandes doit être réduite au minimum qu'il est nécessaire pour pouvoir accomplir la tâche.
- **Protection** : les droits des utilisateurs doivent être protégés et prévaloir sur les besoins du réseau. Droits et libertés de l'individu priment.

Revenons sur deux de ces principes : assurer une interopérabilité et une portabilité des données des métavers. Commençons par définir ces concepts d'interopérabilité et de portabilité des données.

L'interopérabilité de systèmes informatiques est la capacité de deux ou plusieurs logiciels à coopérer malgré les différences de langage informatique, d'interface et de plateforme. S'il n'y a pas de correspondance directe, l'interopérabilité des systèmes peut être obtenue par des adaptateurs et des transformateurs. Les clients et les serveurs de différentes plateformes ou de différents langages de programmation peuvent communiquer entre eux par le biais de médiateurs qui convertissent les formats de données.⁷⁸

La portabilité des données, définie de manière générale, est la possibilité pour les utilisateurs de transférer leurs données personnelles à différentes plateformes en ligne.⁷⁹

Dans l'actuel web 2.0, le principal problème découlant de l'absence de portabilité des données est l'effet de « verrouillage de l'utilisateur », qui peut constituer une barrière à l'entrée sur le marché pour d'autres entreprises et donc fausser la concurrence. En fait, les fournisseurs de plateformes stockent généralement les données de l'utilisateur de manière à ce

qu'elles ne puissent pas être extraites par l'utilisateur ou un concurrent. Ainsi, une fois que les clients ont choisi une plateforme et « investi » leurs données dedans, s'ils souhaitent en changer, ils doivent abandonner les données détenues par la première plateforme. Dès lors, en cas d'augmentation des prix et de changement de service, par exemple, ils n'ont qu'un pouvoir de négociation réduit. Ce type de pratique est la norme plutôt que l'exception en ce qui concerne les plateformes en ligne. Le fait que les plateformes en ligne aient intérêt à garder leurs systèmes fermés peut également entraîner des problèmes d'accès pour d'autres entreprises qui ont besoin des données des utilisateurs afin de fournir des produits et services concurrents ou complémentaires.⁸⁰

Par conséquent, il serait souhaitable que les réglementations encadrant le métavers contraignent les entreprises à garantir une interopérabilité et une portabilité des données pour permettre l'émergence d'une vraie concurrence entre les différents acteurs. Cela permettrait d'éviter la situation d'oligopole que nous connaissons actuellement avec les réseaux sociaux.

Protéger l'utilisateur implique aussi de s'assurer qu'il est bien le plein propriétaire de ses données biométriques. Ces dernières devraient être stockées sur un territoire soumis à la même juridiction que ces derniers (en Europe, par exemple) sauf si l'utilisateur consent librement à une autre situation. Notons que le consentement libre nécessite un niveau de compréhension réelle par les utilisateurs de la manière dont leurs données sont collectées, utilisées, stockées et vendues (le cas échéant). L'objectif est de pouvoir faire des recours auprès de la justice de son pays et que les autorités puissent avoir accès aux serveurs qui les stockent. Si les serveurs étaient en Chine, par exemple, et qu'un juge belge décidait que les données d'un résident belge n'étaient pas utilisées convenablement, les recours seraient plus difficiles.

⁷⁷ ALLEN, Christopher, *The Path to Self-Sovereign Identity*, 2016

⁷⁸ Zeng Marcia Lei, « Interoperability », *Knowledge Organization*, 2019, vol. 46, n°2, pp. 122-146.

⁷⁹ Règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, et abrogeant la directive 95/46/CE (règlement général sur la protection des données).

⁸⁰ Engels Barbara, « Data portability among online platforms », *Internet Policy Review*, 2016, vol. 5, n°2, pp. 1-17.

Par ailleurs, il serait souhaitable que les données les plus sensibles soient stockées localement, sur les appareils dont l'utilisateur est propriétaire, et non dans un cloud. Lorsque la transmission de ces données est nécessaire du point de vue technique, elle doit se faire de la manière la plus limitée possible, et les données ne doivent pas être stockées plus longtemps que nécessaire pour fournir le service. De cette manière, des informations fondamentalement privées peuvent être recueillies, sauvegardées, voire appliquées pour améliorer l'expérience des utilisateurs, tout en restant en possession du seul utilisateur, et sans empiéter sur le fonctionnement de l'appareil. Si nécessaire, les informations contenues dans la technologie immersive pourraient être accessibles par les autorités, mais en veillant à ce que cela ne se produise que dans des circonstances extraordinaires.⁸¹

5. FAIRE RESPECTER EFFICACEMENT, DANS LES DIFFÉRENTS MÉTAVERS, LE DROIT À L'IMAGE, LES DROITS INTELLECTUELS ET L'INTERDICTION D'USURPER L'IDENTITÉ D'UNE PERSONNE PHYSIQUE OU MORALE

Il faut s'assurer que ces différentes législations protectrices s'appliquent dans le métavers. Cette interdiction doit néanmoins se concilier avec le droit pour tout un chacun de créer l'équivalent métavers des comptes parodiques existant déjà sur les réseaux sociaux. Car la liberté de se moquer, de critiquer et de parodier est en réalité inhérente à la liberté d'expression. Ce qui doit être interdit est le fait de se faire passer pour un autre. Mais la création d'une identité numérique décentralisée à l'échelon européen permettra assurément de pallier ce problème.

Des utilisateurs peuvent décider d'utiliser des pseudonymes ou utiliser des identités parodiques. Mais alors, ils n'auront pas d'identité numérique et on pourra savoir à quoi s'en tenir (avec la possibilité pour la justice de lever l'anonymat s'ils commettent des délits et des crimes). Et ceux qui créent ou gèrent les métavers peuvent aussi décider de n'accepter sur leur métavers que ceux qui ont une identité numérique (un peu comme Elon Musk qui a déclaré ne plus vouloir héberger désormais de faux comptes sur Twitter). À côté de cela, on trouvera probablement des métavers très libres où les identités parodiques sont les bienvenues.

Les NFT sont aussi un outil puissant pour protéger les différents droits liés à la personne sur les métavers (en l'occurrence les droits d'auteur, droits intellectuels, brevets, etc.). On peut aussi imaginer que la protection des utilisateurs sur les métavers impliquera la création de mécanismes de type « Argus » (du nom du géant mythologique à 100 yeux) surveillant le métavers. Ce type d'activité peut même devenir un secteur permettant d'engager des emplois.

6. ADOPTER UNE LOGIQUE DITE DU « BAC EN SABLE » À PROPOS DES RÉGLEMENTATIONS CONCERNANT LES NOUVELLES TECHNOLOGIES LIÉES AU WEB 3.0.

Selon l'entrepreneur belge Marc Toledo, directeur de la plateforme d'échange Bit4you, le marché métavers est en train d'exploser. En Belgique, le financement des entreprises avec un projet métavers ne représente que 0,8% des entreprises européennes. Pourtant, d'un point de vue géographique, la Belgique représente beaucoup plus que 0,8% de l'Europe.

Voilà ce qui se passe quand on régule trop. Depuis 2014, on interdit aux banquiers de rentrer dans des projets liés à la cryptomonnaie, ce qui fait que ces derniers sont extrêmement réticents à financer ou à ouvrir ne fût-ce qu'un compte en banque à ce type d'entreprises actives dans le métavers. Or, nous avons beaucoup de gens brillants dans ce domaine. Que font-ils, ces crypto-entrepreneurs ? Ils quittent la Belgique. On détruit, dit-il, l'avenir de notre pays en régulant trop.⁸²

De manière générale, l'Europe est encore à la traîne quand il s'agit d'innovations numériques. Notre continent n'a pas encore été capable de faire émerger des géants comparables aux GAFAM américains. Beaucoup de raisons peuvent expliquer ces différences mais nous devons faire en sorte de ne surtout pas brider l'innovation sur notre territoire.

À l'instar de ce qui a été proposé par le Conseil européen dans le cadre de son « régime pilote » et de la proposition formulée dans un Rapport de l'Assemblée nationale sur les cryptomonnaies,⁸³ il est primordial de créer un environnement propice à l'innovation et de ne pas étouffer en surrégulant l'utilisation de technologies encore naissantes. En résumé, il s'agirait de mettre en place un régime transitoire fixé par un cadre réglementaire réduit au minimum afin de ne pas entraver le développement de nouvelles technologies tout en assurant une forme de protection. À ce régime transitoire, succéderait un cadre réglementaire beaucoup plus complet, pensé avec les acteurs du système et adapté aux besoins de celui-ci tout en protégeant le consommateur et les citoyens de manière générale de potentiels excès.

⁸¹ Heller Brittan, « *Watching Androids Dream of Electric Sheep: Immersive Technology, Biometric Psy, Biometric Psychography, and the Law* », *op. cit.*, p. 41.

⁸² *Propos tenus par l'intéressé lors d'une conférence au siège du MR le 29 juin 2022*

⁸³ Pierre Person, « *Monnaies, banques et finance : vers une nouvelle ère crypto Un enjeu de souveraineté et de compétitivité économique, financière et monétaire* », Juin 2022

CONCLUSIONS

Corentin de Salle

Quand on parle de métavers aujourd'hui, il faut prendre garde à ne pas en parler au singulier.

Certes, comme chacun sait, Mark Zuckerberg, le célèbre fondateur de Facebook a annoncé fin 2021, son intention de créer le plus grand métavers du monde et il entend faire des financements à la hauteur de son ambition. Il a affirmé vouloir créer, pour la seule Europe, plus de 10.000 emplois supplémentaires pour dessiner l'architecture de ce dernier.

Mais il y a quantité d'autres métavers et nombreux sont ceux qui entendent bien ne pas laisser à Zuckerberg le monopole de cette révolution. La pluralité des métavers est même une question de principe. Pourquoi ? Parce que la création de ces métavers s'inscrit dans une tendance lourde : l'apparition du web 3.0 et sa dimension décentralisatrice.

En effet, le web 3.0 aspire à créer un internet décentralisé où chaque individu peut maîtriser et gérer ses propres données et informations relativement aux acteurs centralisateurs qui les convoitent, tels que les Etats et les GAFAM. GAFAM dont la société Facebook est évidemment l'un des grands acteurs. Il est donc paradoxal que Meta, nouveau nom du groupe Facebook se profile comme le chantre du métavers alors qu'il incarne la centralisation combattue par la dynamique web 3.0.

En permettant d'articuler le réel et le virtuel, le web 3.0 permet aux utilisateurs de se mouvoir dans un gigantesque chantier car les métavers, ce sont avant tout des chantiers où tout est à créer. A l'image de Minecraft, jeu persistant et évolutif où des participants du monde entier construisent constamment.

Mais, alors que dans le web 2.0, tous les contenus créés (images, photos, vidéos, humour, réflexions, considérations, etc.) étaient propriété des GAFAM, les métavers permettent aux créateurs (les utilisateurs) de conserver la propriété de leurs créations et acquisitions. Une épée virtuelle achetée dans un jeu pourra désormais être conservée par son acquéreur et utilisée dans un autre jeu. Elle se désolidarise de l'univers dans laquelle elle est née et peut être importée dans un autre métavers. Idem pour les « skins », ces habits virtuels que les joueurs achètent à prix fort pour revêtir leurs avatars. Nike et Gucci, pour ne citer qu'eux, créent aujourd'hui des vêtements hors de prix destinés à satisfaire les plus exigeants. L'avatar est un alter-ego de la personne dans le métavers.

Il en va de même pour les créations des utilisateurs et pour leurs données personnelles. Ils entendent bien en avoir la maîtrise complète. Dans le web 3.0, nos données doivent être portables et interopérables : elles doivent être portables car si je quitte Twitter (ou Facebook), je dois pouvoir récupérer tous mes contenus créés et les réimplanter dans un autre réseau social. Elles doivent être interopérables car je dois conserver la possibilité de continuer à échanger avec les contacts de mon ancien compte Twitter (ou Facebook). Je les conserve dans un carnet d'adresse (que je récupère en quittant Twitter ou Facebook) et je peux continuer de les appeler après mon départ. Et cela de la même façon que le fait de changer de réseau téléphonique aujourd'hui ne me prive pas du droit d'appeler tous les gens qui partageaient ce même réseau avec moi.

C'est dans ce contexte que sont nés les NFT (non-fungible token). De quoi s'agit-il ? D'objets virtuels non-fongibles. C'est-à-dire éminemment singuliers et donc non interchangeables. Pour la première fois, l'individu évoluant dans ces univers

virtuels, est en mesure de posséder des objets virtuels clairement identifiés. Une autre étude du Centre Jean Gol, qui est publiée simultanément à celle-ci, est consacrée à la technologie blockchain et aux cryptomonnaies. La blockchain permet de rendre infalsifiables et indélébiles les échanges de monnaies, « fossilisant », pour ainsi dire, ces derniers dans le registre.

Les NFT, c'est le résultat de cette technologie lorsqu'on l'applique aux objets numériques. En effet, ce mécanisme permet de créer une empreinte numérique indélébile pour n'importe quel objet numérique. Par ce moyen, tout objet numérique et attaché à un propriétaire et obtient de ce fait un certificat de propriété, un certificat d'authenticité. Dès lors, dans ces métavers, tout devient appropriable : les murs, les chaises, les assiettes, la bouteille, les maisons, l'immobilier, le terrain, etc. C'est assez révolutionnaire car, jusqu'à présent, les objets numériques (textes, sons, images, films, etc.) étaient reproductibles à l'infini. Le NFT permet de créer la rareté et de la propriété dans un univers où tout était interchangeable et collectif.

Notons que cette volonté d'appropriation – dont témoigne l'extraordinaire engouement des nouvelles générations pour les NFT - bat en brèche un discours fréquemment tenu ces dernières années, à savoir que, pour la jeune génération férue d'écologie et d'économie collaborative, l'usage allait totalement remplacer la propriété. La nouvelle génération, disait-on, n'a plus envie de posséder une voiture mais se déplacera uniquement via des moyens de transport, de préférence autonomes et connectés, gérés par des sociétés de service. Nomade, idéaliste, post-matérialiste, elle préfère louer plutôt qu'acquérir, partager plutôt que posséder, etc.

Il y a du vrai dans cette analyse mais, comme toute généralisation, elle est abusive et incomplète. Car on voit ici, au contraire que les « crypto-natives » veulent se singulariser en possédant des objets uniques, des vêtements uniques et, plus fondamentalement, des choses qui leur appartiennent en propre. Ils ont conscience que la préservation de leur identité est fondamentale dans cette nouvelle réalité.

Ils ne veulent plus révéler systématiquement tous les attributs de leur identité mais préfèrent ne partager que les informations que leur interlocuteur (un employeur, un vendeur, un bailleur, une autorité publique, etc.) a besoin de savoir pour effectuer la tâche pour laquelle il est mobilisé.

Les métavers, aussi diversifiés et fantaisistes qu'ils puissent être, ne dissolvent pas les individus, lesquels restent très attachés à leur identité et à leur singularité. Mais aussi, et surtout, très attachés à gérer leur identité. D'où l'importance de créer un portefeuille numérique décentralisé. Soit le choix opposé à celui de la Chine totalitaire.

Les utilisateurs du web 3.0, ce sont, potentiellement, plusieurs milliards d'individus créateurs de contenus. Les technologies blockchain et NFT peuvent désormais assurer la rémunération d'un artiste sans que ce dernier ne doive passer par des sociétés de production, de publicité et de diffusion. Ni même, à la rigueur, via des sociétés de recouvrement de ses droits d'auteur. Au-delà des artistes, ce sont tous les créateurs de contenus qui pourront désormais être mieux protégés.

Rien n'est jamais prédéterminé et la direction qu'emprunte une société suite à des innovations technologiques dépend aussi des principes réglementaires qu'une société adopte. Le web 3.0 ne doit pas devenir le cauchemar qu'il risque de devenir en Chine. Il doit plutôt être l'occasion d'une émancipation de l'individu qui, en devenant pleinement propriétaire de ses données, devient du même coup plus libre et donc plus responsable. Il doit favoriser la création plutôt que la brider. Et ne pas pénaliser, comme c'est aujourd'hui le cas, les entrepreneurs actifs dans la création de métavers, lesquels peinent à trouver des financements en Belgique vu qu'on dissuade les banquiers d'investir dans tous les projets liés à la cryptomonnaie.

BIBLIOGRAPHIE

ARTICLES SCIENTIFIQUES

- BIAO Xie et al., « A Review on Virtual Reality Skill Training Applications », *Frontiers in Virtual Reality*, vol. 2, 2021, p.7.
- BONETTI Francesca, « Augmented Reality and Virtual Reality in Physical and Online Retailing: A Review, Synthesis and Research Agenda », *Springer*, 2018, p.1.
- ENGELS Barbara, « Data portability among online platforms », *Internet Policy Review*, 2016, vol. 5, n°2, pp. 1-17.
- GHOSE Ronit et al., « Métaverse and money », *Citi Global Perspectives & Solutions*, 2022, p.3.
- HELLER Brittan, « Watching Androids Dream of Electric Sheep: Immersive Technology, Biometric Psy, Biometric Psychography, and the Law », *Vanderbilt Journal of Entertainment & Technology Law*, 2022, vol. 22, n°1, pp. 1-51.
- HUI Cao et al., « Problematic Internet use in Chinese adolescents and its relation to psychosomatic symptoms and life satisfaction », *BMC Public Health*, 2011, vol. 11, n°1, pp. 1-8.
- KATZ Daniel et al., « Utilization of a Voice-Based Virtual Reality Advanced Cardiac Life Support Team Leader Refresher: Prospective Observational Study », *Journal of medical internet research*, 2020, vol. 22, n°3.
- LEE Lik-Hang et al., « All One Needs to Know about Métaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda », *Journal of Latex Class Files*, 2021, vol. 14, n°8, pp. 1-66.
- MANTOVANI Fabrizia, « Virtual Reality Training for Health-Care Professionals », *Cyberpsychology & behavior*, vol. 6, n°4, 2003, p.2.
- MILGRAM et al., « Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum », *SPIE – Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 1994, vol. 2351, pp. 282-292.
- MYSTAKIDIS Stylianos, « Métaverse », *Encyclopedia*, 2022, vol. 2, n°1, pp. 486-497.
- OSIVAND Sina, « Investigation of Métaverse in cryptocurrency », *GSC Advanced Research and Reviews*, 2021, vol. 9, n°3, pp. 125-128.
- PALLAVICINI Federica et al., « Gaming in Virtual Reality: What Changes in Terms of Usability, Emotional Response and Sense of Presence Compared to Non-Immersive Video Games? », *Simulation and Gaming*, 2019, vol. 50, n°2, p. 136–159.
- PARK S.M. et KIM Y.G., « A Métaverse: Taxonomy, Components, Applications, and Open Challenges », *IEEE Access*, 2022, vol. 10, pp. 4209-4251.
- ROSPIGLIOSI Pericles, « Métaverse or Simulacra? Roblox, Minecraft, Meta and the turn to virtual reality for education, socialisation and work », *Interactive learning environment*, vol. 30, n°1, p. 1-3.
- SEYMOUR Neal E. et al., « Virtual Reality Training Improves Operating Room Performance », *Annals of surgery*, vol. 236, n°4, pp. 458–464.
- SLATER Mel et al., « The Ethics of Realism in Virtual and Augmented Reality », *Frontiers in Virtual Reality*, 2020, vol. 1, n°1, pp. 1-13.
- SMITH Jeffery et Salmon John L., « Development and Analysis of Virtual Reality Technician-Training Platform and Methods », *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference*, 2017, p.10.
- VINICIUS DE FREITAS Fabio et al., « Benefits and Challenges of Virtual-Reality-Based Industrial Usability Testing and Design Reviews: A Patents Landscape and Literature Review », *Applied Sciences*, 2022, vol. 12, n°3, p.1.
- WANG Yuntao et al., « A Survey on Métaverse: Fundamentals, Security, and Privacy », *arXiv*, 2022, pp. 1-23.
- WOODS H. C. et SCOTT H., « Sleepy teens: Social media use in adolescence is associated with poor sleep quality, anxiety, depression and low self-esteem », *Journal of Adolescence*, 2016, vol. 51, n°1, pp. 41-49.
- XU Minrui et al., « A Full Dive into Realizing the Edge-enabled Métaverse: Visions, Enabling Technologies, and Challenges », *arXiv*, 2022, pp. 1-45.
- YANG Qinglin et al., « Fusing Blockchain and AI with Métaverse: A Survey », *arXiv*, 2022, pp. 1-15.
- YEN Ju-Yu et al., « The Comorbid Psychiatric Symptoms of Internet Addiction: Attention Deficit and Hyperactivity Disorder (ADHD), Depression, Social Phobia, and Hostility », *Journal of Adolescent Health*, 2007, vol. 41, n°1, pp. 93-98.

YILDIRIM Caglar et al., « Video Game User Experience: To VR, or Not to VR? », *IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM)*, 2018, pp. 1-9.

ZENG Marcia Lei, « Interoperability », *Knowledge Organization*, 2019, vol. 46, n°2, pp. 122-146.

ZHAO Ruoyu et al., « Métaverse: Security and Privacy Concerns », *arXiv*, 2022, pp. 1-7.

« Harmful internet use – Part I: Internet addiction and problematic use », *Panel for the Future of Science and Technology (STOA)*, 2019, p. 46.

LÉGISLATION

Règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016 relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données, et abrogeant la directive 95/46/CE (règlement général sur la protection des données).

ÉTUDE

« Harmful internet use – Part I: Internet addiction and problematic use », *Panel for the Future of Science and Technology (STOA)*, 2019, pp. 1-75.

SITES INTERNET

« Employees use virtual reality to figure out best way to build 737 MAX 10 », Boeing, 2019, disponible à l'adresse suivante : www.boeing.com/company/about-bca/washington/737-max10-virtual-reality-01-28-19.page, (consulté le 17 mai 2022).

« Facebook to hire 10,000 in EU to work on métaverse », *BBC News*, 2021, disponible à l'adresse suivante : www.bbc.com/news/world-europe-58949867 (consultée le 3 mai 2022).

« Introducing Horizon Workrooms: Remote Collaboration Reimagined », Meta, 2021, disponible à l'adresse suivante : www.about.fb.com/news/2021/08/introducing-horizon-workrooms-remote-collaboration-reimagined/ (consultée le 17 mai 2022).

« IKEA lance la première cuisine en réalité virtuelle », Ikea, 2016, disponible à l'adresse suivante : www.press.ikea.be/ikea-lance-la-premiere-cuisine-en-realite-virtuelle, (consulté le 16 mai 2022).

« Man city launch new virtual reality fan experience », MCFC Editorial, 2017, disponible à l'adresse suivante : www.mancity.com/news/club-news/club-news/2017/january/man-city-bring-matchdays-to-virtual-reality-with-jaunt (consultée le 18 mai 2022).

« Métaverse may be \$800 billion market, next tech platform », Bloomberg Intelligence, 2021, disponible à l'adresse suivante : Métaverse may be \$800 billion market, next tech platform, (consulté le 24 mai 2022).

« Qu'est-ce que la réalité mixte ? », *Artefacto*, disponible à l'adresse suivante : www.artefacto-ar.com/realite-mixte/ (consultée le 4 avril 2022).

« Réalité virtuelle : qu'est-ce que c'est ? », *Futura-Sciences*, disponible à l'adresse suivante : www.futura-sciences.com/tech/definitions/technologie-realite-virtuelle-598/ (consultée le 4 avril 2022).

« The Virtuality Spectrum – Understanding AR, MR, VR and XR », *CreatXR*, disponible à l'adresse suivante : www.creatxr.com/the-virtuality-spectrum-understanding-ar-mr-vr-and-xr/ (consultée le 4 avril 2022).

« Tobii Enhances New HP VR Headset with the Power of Eye Tracking », *Tobii*, 2020, disponible à l'adresse suivante : www.tobii.com/group/news-media/press-releases/2020/9/tobii-enhances-new-hp-vr-headset-with-the-power-of-eye-tracking/ (consultée le 25 avril 2022).

« Virtual harassment : the social experience of 600+ regular virtual reality users », *The Extended Mind*, 2018, disponible à l'adresse suivante : www.drive.google.com/file/d/1afFQJN6QAwmeZdGcRj9R4ohVr0oZNO4a/view (consultée le 22 avril 2022).

CHRISTENSEN Lau et Robinson Alex, « The Potential Global Economic Impact of the Métaverse », Analysis Group, 2022, disponible à l'adresse suivante : www.analysisgroup.com/globalassets/insights/publishing/2022-the-potential-global-economic-impact-of-the-metaverse.pdf, (consultée le 25 mai 2022).

GUITTON Pascal et ROUSSEL Nicolas, « Le métavers, quels métavers ? », *Le Monde – Binaire*, 2022, disponible à l'adresse suivante : www.lemonde.fr/blog/binaire/ (consultée le 11 mars 2022).

ISABELLE Lee, « A metaverse mega yacht that just sold for \$650,000 is the most expensive NFT sold in The Sandbox virtual world », *Markets Insider – Business insider*, 2021, disponible à l'adresse suivante : tinyurl.com/2p985ysw (consulté le 13 juin 2022).

KRUGMAN Paul, « From the Big Short to the Big Scam », *Opinion – The New York Times*, 2022, disponible à l'adresse suivante : www.nytimes.com/2022/06/06/opinion/cryptocurrency-bubble-fraud.html (consulté le 13 juin 2022).

LABBE Pierrick, « Réalité mixte : définition, explication, fonctionnement, exemples et projections », *Réalité-Virtuelle.com*, 1^{er} juin 2017, disponible à l'adresse suivante : www.realite-virtuelle.com/realite-mixte-definition-exemples-0106/ (consultée le 4 avril 2022).

MAUGET Baptiste, « Qu'est-ce que la Réalité Mixte ? », *Spectral TMS*, 20 octobre 2015, disponible à l'adresse suivante : www.spectraltms.com/blog/quest-ce-que-la-realite-mixte (consultée le 4 avril 2022).

NAROZNIAK Blandine, « Métaverse : comprendre ces mondes virtuels basés sur la blockchain et les NFTs », *Cryptoast*, 11 décembre 2021, disponible à l'adresse suivante : www.cryptoast.fr/metaverse-comprendre-mondes-virtuels-blockchains-nfts/ (consultée le 4 avril 2022).

PETIT DE MEURVILLE Martin et al., « How Tesco virtually created a new market on a country's lifestyle », *Business Today*, 2015, disponible à l'adresse suivante : www.businesstoday.in/magazine/lbs-case-study/story/case-study-tesco-virtually-created-new-market-based-on-country-lifestyle-143807-2015-02-06, (consultée le 16 mai 2022).

SIMON-RAINAUD Marion, « La première école exclusivement dédiée au métaverse ouvre ses portes à Paris », *Les Echos Start*, 2022, disponible à l'adresse suivante : www.start.lesechos.fr/apprendre/universites-ecoles/la-premiere-ecole-exclusivement-dediee-au-metaverse-ouvre-ses-portes-a-paris-1392896 (consultée le 2 mai 2022).

SWINHART Derek, « Virtual reality has real problems. Here's how game developers seek to delete them. », *The Washington Post*, 2021, disponible à l'adresse suivante : www.seattletimes.com/business/technology/virtual-reality-has-real-problems-heres-how-game-developers-seek-to-delete-them/ (consultée le 17 mai 2022).

United Nations Virtual Reality, « Syrian refugee crisis », disponible à l'adresse suivante : www.unvr.sdgactioncampaign.org/cloudoversidra/#.YolvjxNByLo (consultée le 17 mai 2022).

WENTWORTH David, « The Impact and Potential of Virtual Reality Training in High-Consequence Industries », 2018, disponible à l'adresse suivante : www.trainingmag.com/the-impact-and-potential-of-virtual-reality-training-in-high-consequence-industries (consultée le 16 mai 2022).

ARTICLES DE PRESSE

« Facebook to hire 10,000 in EU to work on metaverse », *BBC News*, 2021, disponible à l'adresse suivante : www.bbc.com/news/world-europe-58949867 (consultée le 3 mai 2022).

AUTRES DOCUMENTS

RAPPORT D'INFORMATION

PERSON Pierre, « Monnaies, banques et finance : vers une nouvelle ère crypto Un enjeu de souveraineté et de compétitivité économique, financière et monétaire », Juin 2022

CONFÉRENCE

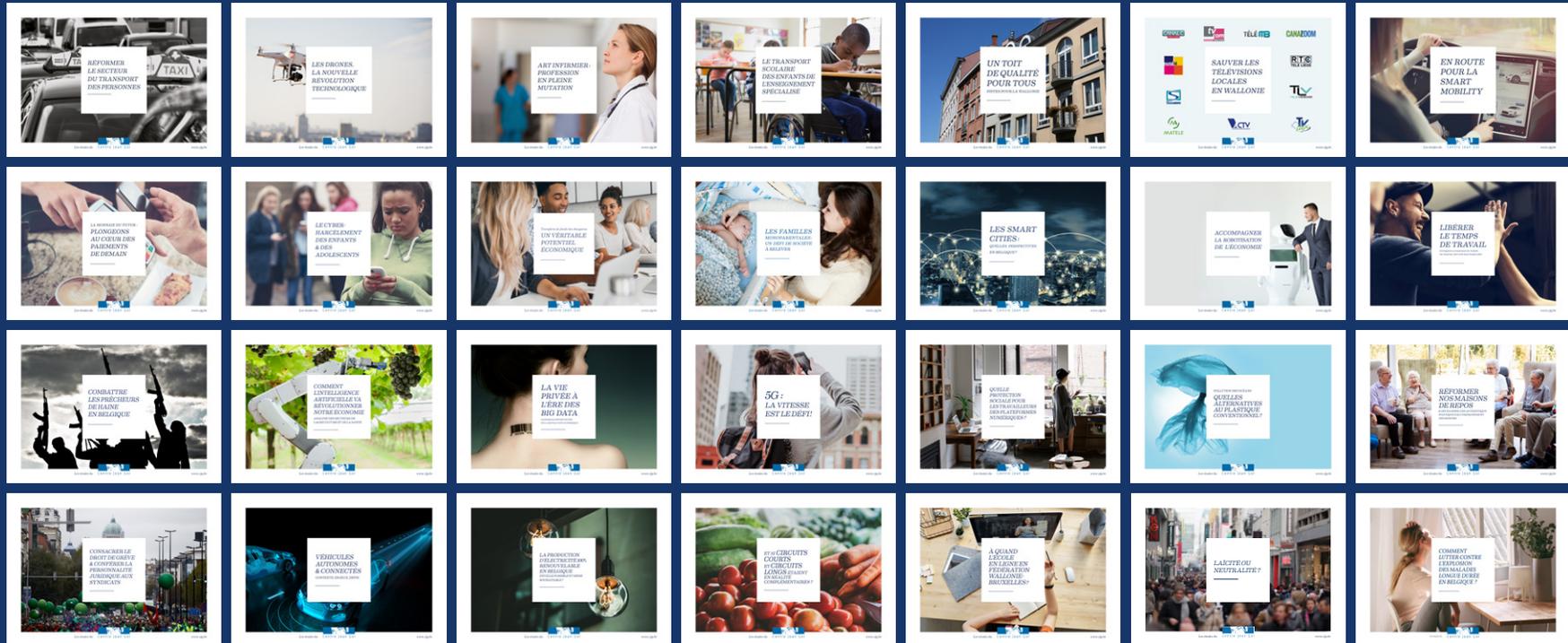
« Virtual harassment : the social experience of 600+ regular virtual reality users », *The Extended Mind*, 4 mars 2018, disponible à l'adresse suivante : www.drive.google.com/file/d/1afFQJN6QAwmeZdGcRj9R4ohVr0oZNO4a/view (consultée le 22 avril 2022).

03	PRÉFACE
05	INTRODUCTION
06	I. GÉNÉRALITÉS ET DÉFINITIONS
11	II. QUELLE EST L'UTILITÉ SOCIALE DES MÉTAVERS ?
14	III. QUELS SONT LES DÉFIS ET DANGERS DES MÉTAVERS ?
18	IV. QUEL EST LE POTENTIEL ÉCONOMIQUE DES MÉTAVERS ?
20	RECOMMANDATIONS
24	CONCLUSIONS
26	BIBLIOGRAPHIE

Editeur responsable : Daniel Bacquelaine,
Centre Jean Gol
Avenue de la Toison d'Or, 84-86
1060 Bruxelles

Retrouvez toutes nos études sur cjb.be ou demandez-nous gratuitement un exemplaire par téléphone ou par mail

Mise en page : Maurane Bailez



Av de la Toison d'Or 84-86 1060 Bruxelles • 02.500.50.40 • info@cjb.be • [f centrejeangol](https://www.facebook.com/centrejeangol) • [@CentreJeanGol](https://www.instagram.com/CentreJeanGol) • [@CentreJeanGol](https://www.linkedin.com/company/CentreJeanGol)

