

Blockchain, play-to-earn et metaverse : trinité du travail de demain ?



Travail de Bachelor réalisé en vue de l'obtention du Bachelor HES

par :

Cyril SCHRANZ

Conseiller au travail de Bachelor :

Rolf HAURI, Maître d'enseignement HES

Aubonne, le 23 septembre 2022

Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE)

Filière Informatique de gestion

Déclaration

Ce travail de Bachelor est réalisé dans le cadre de l'examen final de la Haute école de gestion de Genève, en vue de l'obtention du titre de Bachelor HES en Informatique de Gestion.

L'étudiant a envoyé ce document par email à l'adresse remise par son conseiller au travail de Bachelor pour analyse par le logiciel de détection de plagiat URKUND, selon la procédure détaillée à l'URL suivante : <https://www.orkund.com>.

L'étudiant accepte, le cas échéant, la clause de confidentialité. L'utilisation des conclusions et recommandations formulées dans le travail de Bachelor, sans préjuger de leur valeur, n'engage ni la responsabilité de l'auteur, ni celle du conseiller au travail de Bachelor, du juré et de la HEG.

« J'atteste avoir réalisé seul le présent travail, sans avoir utilisé des sources autres que celles citées dans la bibliographie. »

Fait à Aubonne, le 23 septembre 2022

Cyril Schranz



Remerciements

Pour commencer, je souhaiterais remercier la Haute École de Gestion de Genève dans son ensemble. Durant mon passage au sein de celle-ci qui, je l'espère, est sur le point de se terminer, j'y ai évolué en tant que personne et ai le sentiment d'avoir finalement trouvé ma voie, après un parcours scolaire et académique sinueux.

Je remercie donc tous les enseignants, assistants et autres membres de la filière d'Informatique de Gestion qui m'ont accompagnés pendant ces années à la HEG, et en particulier Monsieur Rolf Hauri qui m'a non seulement supervisé pour la réalisation du présent travail, mais qui m'a également apporté une aide inestimable pendant une phase difficile de mon cursus dans cette école.

Je tiens également à remercier ma famille et ma compagne, qui m'ont permis de disposer de conditions idéales pour mener à bien mes études, qui ont toujours su faire preuve de compréhension même lors de périodes très chargées, et sans qui il m'aurait été difficile de consentir ces efforts. Je remercie aussi cette dernière pour la relecture de mon mémoire.

Enfin, je tiens à remercier mes amis et collègues de classe Timothée et Frank. Si le présent travail est le fruit de ma création, nombre de travaux et projets réalisés durant mes études ont été le résultat d'une collaboration avec eux.

Résumé

Le domaine de la blockchain est en pleine émergence. Cependant, pour certains, la simple évocation de ce terme n'évoque qu'une bulle spéculative associée aux cryptomonnaies, voire rien du tout. Toutefois, derrière cette technologie se cachent de nombreux autres concepts et paradigmes qui pourraient bien refondre profondément le fonctionnement de notre société.

En effet, la blockchain a remis sur le devant de la scène des termes tels que le play-to-earn, ou le fait de gagner de l'argent en jouant, souvent à un jeu vidéo, ainsi que le metaverse, sorte de monde virtuel et parallèle dont Facebook a désormais fait le fer de lance de sa compagnie. Si ces deux idées existaient déjà avant l'invention de la blockchain, cette dernière agit sur elles comme un catalyseur et comme la dernière pièce d'un puzzle extrêmement complexe.

Les buts de ce travail sont multiples. Dans un premier temps, il s'agit de démystifier tous ces termes en expliquant de façon théorique et en détails leur signification, leur histoire et leurs interrelations. Ce faisant, il devient possible de questionner la viabilité d'une potentielle expansion de l'être humain dans le metaverse, ainsi que la capacité de ce dernier à devenir un lieu de travail pour certaines et certains d'entre nous et ce, que ce soit sous la forme d'une expérience ludique, ou par l'intermédiaire d'une refonte complète de nos métiers traditionnels.

Le présent travail prend ensuite une dimension pratique à travers une étude de terrain des metaverses existants. En explorant les noms majeurs de cette nouvelle industrie, l'objectif est d'y constater de façon empirique comment les éléments précédemment étudiés s'articulent et se présentent. Cette visite est orientée autour d'une série de critères à observer, mais vise également la mise en exergue de configurations et de schémas intéressants du point de vue d'une monétisation du temps que l'on y passe.

Enfin, et sur la base des constats effectués sur lesdits metaverses et en fonction du temps restant alloué à ce travail, un prototype tridimensionnel de metaverse est développé, en essayant d'y intégrer quelques fonctionnalités récurrentes proposées par les univers visités.

Table des matières

Déclaration.....	i
Remerciements	ii
Résumé	iii
Liste des tableaux	vi
Liste des figures.....	vi
1. Introduction.....	1
2. La blockchain.....	4
2.1 Définition	4
2.2 Smart contracts et NFTs.....	6
3. Bienvenue dans le metaverse	8
3.1 Première définition et caractéristiques.....	9
3.2 Évolution et définition finale	11
3.3 Les usages du metaverse.....	13
3.3.1 Le metaverse vidéoludique	14
3.3.1.1 Histoire et apparition du MMO.....	14
3.3.1.2 Explosion du phénomène et impact	15
3.3.1.3 Marché noir et émergence du play-to-earn	16
3.3.1.4 Ethereum : le désaveu de la centralisation	18
3.3.1.5 Le cas Minecraft et l'avènement du bac à sable	19
3.3.2 Le metaverse éducatif.....	21
3.3.3 Le metaverse social	25
3.3.3.1 Second Life, deuxième vie, mais premières idées.....	25
3.3.3.2 Fondations du metaverse moderne	28
4. Le metaverse professionnel	30
4.1 Les entreprises.....	31
4.1.1 D2A : la vente de demain	32
4.1.2 Des bureaux de pixels.....	33
4.1.3 Le marketing et l'événementiel.....	37
4.2 Les particuliers.....	39
4.2.1 La création et la monétisation de contenu	39
4.2.2 Du pay-to-play au play-to-earn	43
5. Exploration du metaverse moderne.....	50
5.1.1 Types de porte-cryptomonnaie.....	50
5.1.2 Guide de MetaMask et d'Ethereum	52
5.1.3 Horizon Worlds	56
5.1.4 Decentraland.....	56
5.1.5 The Sandbox.....	65
5.1.6 (Crypto)voxels.....	80
5.1.7 Roblox.....	84

5.1.8	Benchmarking des univers	91
6.	Création d'un metaverse	93
6.1	Critères à implémenter	94
6.2	Outils utilisés	95
6.2.1	Logiciels	95
6.2.2	Langages de programmation	95
6.2.3	Importables	95
6.3	Développement	95
6.3.1	Création d'une base explorable	95
6.3.2	Implémentation d'outils Web3	96
6.3.3	Développement des fonctionnalités Web3	98
6.3.4	Rétrospective et améliorations	107
7.	Conclusion	109
	Bibliographie	110
	Annexe	124

Liste des tableaux

Tableau 1 : Cas d'usages du metaverse de grandes entreprises	31
Tableau 2 : Benchmarking des metaverses.....	92
Tableau 3 : Tâches représentant les éléments à implémenter dans le metaverse	94

Liste des figures

Figure 1 : Caractéristiques des trois générations du Web.....	2
Figure 2 : Structure d'une blockchain	4
Figure 3 : Expériences dans le metaverse.....	9
Figure 4 : Caractéristiques du metaverse	11
Figure 5 : Division du metaverse	12
Figure 6 : Spectre d'application du metaverse.....	13
Figure 7 : Grandes dates de l'histoire du metaverse.....	14
Figure 8 : Rassemblement de joueurs de WoW lors d'un événement.....	15
Figure 9 : Modus operandi d'IGE.....	17
Figure 10 : Recréation de la tour eiffel dans Minecraft.....	20
Figure 11 : Déroulement d'un cours de la HEG dans le metaverse	21
Figure 12 : Perception des élèves de l'enseignement en distanciel	22
Figure 13 : Architecture d'un cours exploitant les technologies du metaverse	23
Figure 14 : Fonctionnalités du metaverse de l'université de Shenzhen.....	24
Figure 15 : Interactivité dans le metaverse de l'université de Shenzhen.....	25
Figure 16 : Exemples d'avatars dans divers mondes virtuels	26
Figure 17 : Évolution de l'avatar d'un utilisateur de Second Life	27
Figure 18 : Île et showroom de la marque Hublot dans Second Life	29
Figure 19 : Capitalisation boursière des jetons liés au metaverse en dollars US	30
Figure 20 : Impacts du COVID-19 sur la génération Alpha	33
Figure 21 : Discours du PDG de Carrefour dans le metaverse	35
Figure 22 : Marché du metaverse en milliards de dollars US.....	38
Figure 23 : Galerie d'œuvres d'art à vendre sur le metaverse Decentraland	41
Figure 24 : Outil de création de modèle intégré au metaverse The Sandbox.....	41
Figure 25 : Evolution de l'intérêt dans l'achat de NFTs en 2021	42
Figure 26 : Partie d'Axie Infinity : Origin.....	48
Figure 27 : Recherches Google des termes NFT, play-to-earn et metaverse, indiquées par un index égal à 100.....	49
Figure 28 : Nombres de tokens associés au metaverse et au play-to-earn.....	49
Figure 29 : MetaMask : un porte-cryptomonnaie sur navigateur	51
Figure 30 : Installation de MetaMask : étape 1	52
Figure 31 : Installation de MetaMask : étape 2	52
Figure 32 : Installation de MetaMask : étape 3	53
Figure 33 : Installation de MetaMask : étape 4	53
Figure 34 : Installation de MetaMask : étape 5	54
Figure 35 : Achat d'ETH via la plateforme MoonPay	55
Figure 36 : Affichage d'une adresse Ethereum sur MetaMask.....	55
Figure 37 : Page d'accueil d'Horizon Worlds	56
Figure 38 : Configuration de Decentraland : étape 1	57
Figure 39 : Configuration de Decentraland : étape 2	57
Figure 40 : Personnalisation d'un avatar sur Decentraland.....	58
Figure 41 : NFTs sur la place de marché de Decentraland.....	58
Figure 42 : Foule d'avatars dans la zone de départ de Decentraland	59
Figure 43 : Evénements à venir sur Decentraland.....	59

Figure 44 : Sanctuaire en mémoire du footballeur Diego Maradona	60
Figure 45 : Mini-jeu de backgammon avec une option de paris réels	60
Figure 46 : Galerie d'une collection de NFTs.....	61
Figure 47 : Magasin de sneakers pour avatars.....	61
Figure 48 : Bâtiment Samsung à l'image d'une boutique réelle de la marque.....	61
Figure 49 : Entreprise proposant un mini-jeu avec un NFT à gagner	62
Figure 50 : Entreprise proposant un mini-jeu avec un NFT à gagner	62
Figure 51 : Arrivée sur la parcelle du jeu WonderMine	63
Figure 52 : Minage d'un météore dans le jeu WonderMine.....	64
Figure 53 : Interface de WonderMine et aide d'autres joueurs via le chat.....	64
Figure 54 : Machine permettant de construire des NFTs sur WonderMine	64
Figure 55 : Achat d'une parcelle sur Decentraland.....	65
Figure 56 : Menu de l'utilisateur de The Sandbox.....	66
Figure 57 : Premier contact d'une expérience sur The Sandbox Alpha.....	67
Figure 58 : Galerie d'œuvres d'art et de NFTs en partenariat avec MoCDA	68
Figure 59 : Mini-jeu de plateformes sur The Sandbox Alpha	68
Figure 60 : Renseignements et sondages d'un community manager.....	68
Figure 61 : Carte des parcelles sur The Sandbox.....	69
Figure 62 : Jeu de conduite et d'adresse sur The Sandbox	70
Figure 63 : Jeu d'aventure sous-marin sur The Sandbox.....	71
Figure 64 : Multiples modèles personnalisés et intégrés à un jeu	71
Figure 65 : Galerie de NFTs intégrant un mini-jeu d'exploration	72
Figure 66 : Page OpenSea d'un NFT présent dans une galerie de NFTs	72
Figure 67 : Ecran de victoire d'une galerie ludique de NFTs.....	72
Figure 68 : Expérience intégrant une salle d'arcade avec 8 mini-jeux	73
Figure 69 : Intérieur d'une salle d'arcade dans le metaverse.....	73
Figure 70 : Mini-jeu d'une salle d'arcade inspiré par Pac-Man.....	73
Figure 71 : Echange de cryptomonnaies via le protocole Uniswap : étape 1	75
Figure 72 : Echange de cryptomonnaies via le protocole Uniswap : étape 2	75
Figure 73 : Vérification d'une transaction sur l'explorateur Etherscan.....	76
Figure 74 : Achat d'un NFT sur The Sandbox : étape 1	76
Figure 75 : Achat d'un NFT sur The Sandbox : étape 2.....	77
Figure 76 : Achat d'un NFT sur The Sandbox : étape 3.....	77
Figure 77 : Achat d'un NFT sur The Sandbox : étape 4.....	77
Figure 78 : Tentative de minting d'un NFT sur The Sandbox.....	78
Figure 79 : Minting d'un NFT sur OpenSea : étape 1.....	79
Figure 80 : Minting d'un NFT sur OpenSea : étape 2.....	79
Figure 81 : Minting d'un NFT sur OpenSea : étape 3.....	79
Figure 82 : Intégration d'un NFT local personnalisé dans le metaverse.....	80
Figure 83 : Extrait de la carte de Cryptovoxels	80
Figure 84 : Publicité pour de nombreuses marques sur Cryptovoxels	81
Figure 85 : Boutique interactive TIM dans Cryptovoxels : partie 1	82
Figure 86 : Boutique interactive TIM dans Cryptovoxels : partie 2	82
Figure 87 : Boutique interactive TIM dans Cryptovoxels : partie 3	82
Figure 88 : Parcelle décorée en l'honneur de la cryptomonnaie « Dogecoin ».....	83
Figure 89 : Représentation tridimensionnelle d'un meme populaire.....	83
Figure 90 : Monétisation de Roblox : partie 1	84
Figure 91 : Monétisation de Roblox : partie 2	84
Figure 92 : Création d'un avatar sur Adopt Me, un jeu intégré à Roblox	85
Figure 93 : Systèmes de récompenses dans les jeux F2P : partie 1.....	86
Figure 94 : Systèmes de récompenses dans les jeux F2P : partie 2.....	86
Figure 95 : Système de « gatekeeping » ignorable en payant : partie 1.....	87
Figure 96 : Système de « gatekeeping » ignorable en payant : partie 2.....	87
Figure 97 : Vente de loot boxes limitées dans Adopt Me	88
Figure 98 : Jeu de rôle bac à sable intégré à Roblox.....	89

Figure 99 : Expérience Roblox sur le thème de World of Warcraft.....	89
Figure 100 : Roblox Studio, outil d'UGC intégré à Roblox	90
Figure 101 : Base explorable de metaverse créée sur Unity.....	96
Figure 102 : Connexion au prototype avec MetaMask dans une fenêtre WebGL	98
Figure 103 : NFTs créés sur le testnet Rinkeby à l'aide d'OpenSea	99
Figure 104 : Vérification de la possession d'un NFT sur Unity.....	100
Figure 105 : Méthode pour la gestion de la collision.....	100
Figure 106 : Affichage de l'interface de création lors du passage chez l'artisan	101
Figure 107 : Affichage en « jeu » de l'interface de création de l'artisan	101
Figure 108 : Inventaire de l'utilisateur après avoir construit un banc.....	102
Figure 109 : Banc possédé par l'utilisateur et placé dans le metaverse.....	102
Figure 110 : Smart contract de minting du HEG Coin en langage Solidity	103
Figure 111 : Faucet pour le testnet Rinkeby	103
Figure 112 : Extrait de la logique de la machine à sous.....	104
Figure 113 : Victoire de l'utilisateur à la machine à sous	104
Figure 114 : Vérification de la réception du gain de la machine à sous.....	105
Figure 115 : Maison à acheter dans le metaverse	106
Figure 116 : Extrait de code d'achat d'une maison	107
Figure 117 : Adresse du joueur sur le panneau d'une maison après son achat.....	107

1. Introduction

Nous sommes au début de l'année 2020. L'épidémie de COVID-19 sème la panique partout sur la planète, et les autorités politiques se voient contraintes de cloisonner la population chez elle. En raison de cette décision, et dans le but de tenter de préserver une économie nettement fragilisée par la crise, les entreprises s'adaptent et leurs employés découvrent, parfois avec appréhension, les outils qui leur permettront de continuer leur activité et de les maintenir en contact avec le reste du monde.

Si cette période a constitué un raz-de-marée économique-social, elle a toutefois été accompagnée par un lot d'opportunités. En Suisse, environ un tiers de la population va continuer à travailler depuis la maison après la fin définitive de la crise, augmentant sa productivité (1) et réduisant les coûts opérationnels pour les entreprises qui l'emploie (2).

En n'allant plus physiquement au travail et en étant privée d'une grande partie de ses libertés, cette même population s'est également découverte des nouveaux hobbies. L'industrie du jeu vidéo a été tout particulièrement lucrative, avec une hausse de 23% par rapport à l'année précédente (3). Malgré la conjoncture économique compliquée, un autre marché a décollé durant cette année 2020 : celui des cryptomonnaies avec, en toile de fond, celui de la blockchain. Ce concept, inventé en 2008 par une personne ou un groupe de personnes surnommé Satoshi Nakamoto (4), désigne un registre distribué et partagé dans un réseau pair-à-pair. De fait, la blockchain permet, par le biais de transactions dont la sauvegarde se fait dans ledit registre, de ne pas avoir à recourir à un intermédiaire de confiance.

Ce dernier point est particulièrement important pour comprendre la révolution technologique que représente la blockchain. En effet, si elle n'est fondamentalement qu'une structure de données informatique, la blockchain est en train de profondément refondre une grande partie des outils de notre quotidien. Certains parlent même d'une transition du Web 2.0, notamment conditionné par le retrait de l'importance du matériel au profit d'une importance majeure des données (5), vers le Web 3.0 ou Web3, qui replace l'utilisateur comme principal agent de création de valeur et d'échange (6). Ce fait est rendu possible par le caractère décentralisé de la blockchain, qui permet des échanges agnostiques de toute plateforme et d'intermédiaire, diminuant ainsi l'hégémonie des géants du numérique tels que les GAFAM (Google, Amazon, Facebook/Meta, Apple, Microsoft).

Figure 1 : Caractéristiques des trois générations du Web

	Web 1.0	Web 2.0	Web 3.0
Interact	Read	Read-Write	Read-Write-Own
Medium	Static Text	Interactive Content	Virtual Economies
Organization	Companies	Platforms	Networks
Infrastructure	Personal Computers	Cloud & Mobile	Blockchain Cloud
Control	Decentralized	Centralized	Decentralized

(11)

Toutefois, certains d'entre eux ne comptent pas abandonner leur mainmise sur le monde d'internet pour autant. Nous avons jusqu'à présent mentionné, notamment, le travail à la maison, les outils de communication pour travailler chez soi, les jeux vidéo et les monnaies digitales. Or, il s'avère que ces ingrédients semblent former la base de la recette d'une autre grande révolution technologique dont la blockchain pourrait être le composant secret.

Derrière les fourneaux se trouve Facebook qui, à la surprise générale, annonce en octobre 2021 changer le nom de son entreprise en « Meta ». Ce mot issu du grec qui signifie « après » ou « au-delà » (7), est souvent accompagné du suffixe « verse » qui, lui, est extrait du mot « universe » (8). Le metaverse constituerait donc un univers au-delà de celui dans lequel nous vivons, et Meta souhaiterait en être le Créateur. L'entreprise n'a toutefois pas inventé le concept de metaverse, et il convient d'en attribuer la paternité à Neal Stephenson qui le présente en 1992, dans *Snow Crash*, comme une forme de réalité virtuelle postérieure à internet où les habitants interagiraient par l'intermédiaire de personnages virtuels appelés « avatars » (9).

Si l'intention de Meta est de faire de son metaverse, Horizon Worlds, le prochain mode principal d'interaction entre les individus, d'autres metaverses existent d'ores et déjà et revêtent plusieurs formes : certains sont axés autour d'un jeu vidéo, certains ont une connotation plus sociale et d'autres servent à la productivité et/ou à améliorer les

processus des entreprises. Toutefois et jusqu'alors, le principe d'interopérabilité entre ces différents univers empêchait les metaverses de réellement s'imposer comme un mode de vie viable dans lequel nous pourrions pleinement évoluer.

C'est précisément sur ce point que la blockchain intervient. D'une part, elle permet de résoudre certains problèmes de transparence et de sécurité des données mais, d'autre part, elle rend également possible l'interopérabilité entre ces univers virtuels grâce à des concepts tels que les jetons non fongibles (*Non-fungible token : NFT*) et les cryptomonnaies. Cette composante ouvre également la porte à un paradigme qui existe depuis longtemps mais qui, à l'instar du metaverse, nécessitait une technologie telle que la blockchain pour atteindre sa forme finale : celui du jeu vidéo dit « play-to-earn » (P2E).

Si de nombreuses entreprises exploitent déjà le metaverse à des fins de productivité en créant, par exemple, des bureaux virtuels permettant à leurs employés de travailler d'une façon novatrice, certains particuliers, quant à eux, en ont fait leur terrain de jeu ou leur lieu de travail. En effet, les expériences ludiques basées sur la blockchain tranchent avec les jeux vidéo traditionnels en permettant à leurs joueurs d'augmenter leur quantité de biens digitaux (10) et ce, qu'il s'agisse de cryptomonnaies ou de NFTs. Il est ensuite possible pour ces personnes de les vendre, de les échanger avec d'autres utilisateurs ou de les utiliser dans d'autres univers digitaux, ce qui permet la création d'une toute nouvelle économie monétisable dans le monde réel (11).

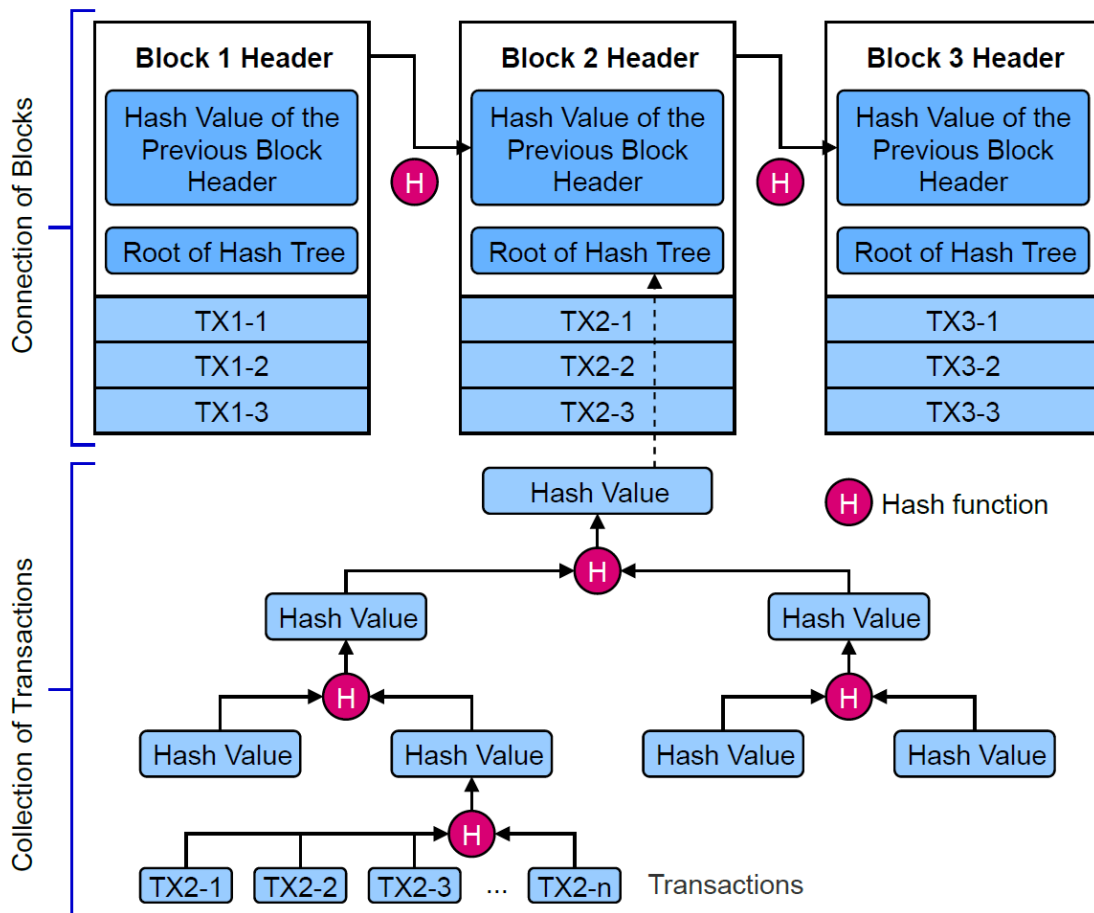
Dans ce travail, il s'agit d'étudier ces nouvelles tendances, d'expliquer comment elles s'articulent ou vont s'articuler dans les metaverses, l'impact qu'elles auront sur le monde du travail et sur les rapports sociaux et, le tout, en expliquant les facteurs qui ont permis d'en arriver là et en précisant pourquoi la blockchain semble être le plus décisif d'entre eux.

2. La blockchain

2.1 Définition

La blockchain, au niveau technique, se présente comme une structure de données proche d'une liste chaînée. En effet, les éléments de la structure, appelés blocs, sont reliés les uns aux autres, formant ainsi une chaîne de blocs qui a donné son nom à la technologie. Chaque bloc « contient une référence, qui est le hachage du bloc précédent. Il sert de lien avec le bloc précédent et établit l'ordre tout au long de la chaîne » (12). En plus du hachage du bloc précédent, chaque bloc contient généralement un horodatage et une liste de transactions, souvent structurée sous la forme d'un arbre.

Figure 2 : Structure d'une blockchain



(10)

Chacune de ces transactions contient des données qui peuvent varier selon la blockchain. Généralement, elles contiennent un émetteur, un récepteur, ainsi qu'un montant échangé d'une certaine cryptomonnaie entre les deux parties. Par exemple, une transaction pourrait être l'envoi par Bob de 1 BTC, qui est la devise issue de la

blockchain Bitcoin, à Alice. Un autre exemple de données pouvant exister dans une transaction est le smart contract. Ce terme désigne un programme informatique, généralement déployé sur la blockchain et qui permet, comme son nom l'indique, de passer un contrat entre des utilisateurs de façon programmable et sans avoir recours à un intermédiaire de confiance. Nous reviendrons plus amplement sur les smart contracts au sous-chapitre suivant.

Pour pouvoir procéder à de tels échanges de façon sécurisée, la blockchain est déployée sur plusieurs machines formant un réseau pair-à-pair. Chaque machine forme un nœud et chaque nœud a la responsabilité de garantir l'intégrité de la blockchain en possédant localement une copie de cette dernière. Pour ce faire, les nœuds doivent s'accorder selon un mécanisme de consensus qui varie entre les blockchains. L'idée est de s'assurer, non seulement, qu'un bloc validé est immuable, mais également qu'à chaque nouveau bloc en phase d'ajout dans la blockchain, un bloc corrompu ou frauduleux soit rejeté par les autres nœuds du réseau.

Dans le cas de Bitcoin, qui est la blockchain la plus importante, le consensus utilisé est celui dit du « proof-of-work » (PoW). Ce dernier met en compétition les différents validateurs du réseau, ici appelés mineurs, dans la résolution d'un problème mathématique complexe et qui requiert une grande puissance de calcul. L'intérêt de devenir un mineur et de participer à cette compétition est le gain d'une récompense, ici en BTC, par le nœud ayant résolu le problème en premier. Le mineur envoie ensuite le bloc à l'ensemble du réseau qui le valide et l'intègre de façon définitive à la blockchain. On dit donc que le bloc a été miné, et chaque nœud obtient une version actualisée de la blockchain avant de commencer la validation du prochain bloc.

En fonction de la blockchain, des éléments tels que le consensus, la taille du bloc voire le type de blockchain peuvent changer. En effet, si Bitcoin est une blockchain publique pour laquelle n'importe qui peut posséder un nœud, il existe également des blockchains privées, généralement utilisées en interne dans des entreprises et dans lesquelles une permission est exigée. Il existe aussi deux formes de blockchains plus mixtes nommées respectivement hybride et « de consortium ».

2.2 Smart contracts et NFTs

Comme nous l'avons mentionné précédemment, un smart contract est un programme informatique avec tout ce que cela engendre en termes de caractéristiques. De fait, il est développé dans un certain langage de programmation et peut posséder des méthodes. La première mention du terme de smart contract apparaît en 1994 par Nick Szabo, célèbre informaticien et cryptographe. Il définit ce concept comme un protocole de transactions qui exécute les termes d'un contrat (13).

Toutefois, c'est en 2014, lorsqu'est publié le livre blanc d'Ethereum, actuelle deuxième blockchain la plus importante après Bitcoin, que le terme prend la dimension qu'on lui connaît aujourd'hui. Dans ce document (14), Vitalik Buterin, inventeur d'Ethereum, y explique comment les smart contracts, grâce à leur caractère Turing-complet, c'est-à-dire à leur capacité à « représenter toutes les fonctions calculables au sens de Turing » (15) et à la blockchain, permettent d'offrir plus d'options que Bitcoin. En effet, ces contrats contiennent des adresses, sur lesquelles sont stockées de la valeur libérée lorsqu'une certaine condition se réalise (14), ce qui rappelle les possibilités offertes par un langage de programmation traditionnel.

L'utilisation des smart contracts qui nous intéresse, ici, concerne le processus dit de « minting » de NFTs. Ce terme, se traduisant en français par le fait de frapper au sens monétaire, fait écho à celui de minage précédemment défini dans le sens où il permet également de créer des nouveaux actifs sur la blockchain. De fait, on peut très instinctivement considérer le minage comme le moyen d'obtenir la matière première permettant de créer l'actif dans le cadre du consensus de PoW, et le frappage comme le produit fini de ce processus, à savoir les pièces fraîchement créées pour rémunérer les mineurs, souvent qualifiés de « tokens » dans l'univers de la blockchain. Il existe toutefois une confusion vis-à-vis du terme de minting, qui désigne également le consensus pour la validation des nœuds dit du « proof-of-stake » (PoS). Il ne s'agit alors plus de résoudre un problème mathématique en opposition directe avec les autres mineurs comme pour le consensus de PoW, mais d'une probabilité supérieure de valider le bloc en cours en vérification en fonction de la quantité de tokens que verrouillent les validateurs sur leur porte-monnaie virtuel ou sur des smart contracts (16). On peut comparer cela à une loterie, où les personnes disposant des moyens les plus importants peuvent acheter plus de tickets et ont donc plus de chance de gagner (16).

Pour revenir aux NFTs, il s'agit également d'actifs qui sont émis sur la blockchain mais, à l'inverse des cryptomonnaies et des monnaies traditionnelles qui sont fongibles, ces actifs sont dit non-fongibles car chaque NFT est unique est non divisible. Le but d'un

NFT est de pouvoir assurer la propriété d'un bien de façon incorruptible et transparente, en spécifiant sur la blockchain qui en est l'auteur.

Un NFT peut par exemple représenter (17) :

- Des fichiers (images, vidéos, musiques, films)
- Des tickets pour un événement réel
- Des documents légaux

Il s'agit également de l'une des composantes ayant rendu possible l'émergence des jeux vidéo P2E mentionnés en introduction. Nous allons donc, dans les prochains chapitres, expliquer plus en détail leurs caractéristiques et le nouveau paradigme sous-jacent.

3. Bienvenue dans le metaverse

Comme mentionné précédemment, le metaverse est un concept dont l'origine remonte à bien avant l'avènement de la blockchain. En effet, la première mention du terme remonte à l'année 1992, dans *Snow Crash*, de Neal Stephenson (9). Nous avons d'ores et déjà mentionné l'étymologie du mot et il s'agira, dans ce chapitre, d'étudier les déclinaisons du metaverse et ses différents cas d'usage passés et actuels.

Pour commencer, il convient de mettre l'accent sur la pluralité des metaverses et de préciser que lorsque nous mentionnons « le » metaverse, nous faisons référence au concept de metaverse, aux univers qu'il englobe. En effet et contrairement à une partie de la croyance populaire, il n'existe pas un metaverse dont la paternité appartiendrait à Meta, mais bien une multitude de metaverses. Cette subtilité sera approfondie plus tard. Ces univers peuvent revêtir des formes très diverses requérant des technologies tout aussi variées, ainsi que servir des buts, eux-aussi, bien distincts. Grayscale (11) mentionne, par exemple, des expériences telles que :

- Des galeries d'art
- Des bureaux d'entreprises
- Des jeux et casinos
- De l'affichage publicitaire
- Du contenu sponsorisé
- Des événements musicaux (par exemple, des concerts)

Figure 3 : Expériences dans le metaverse



(11)

Les exemples mentionnés ci-dessus représentent la déclinaison actuelle du metaverse, qui se veut immersive via des casques de réalité virtuelle, sociale par l'intermédiaire d'avatars permettant de reproduire nos caractéristiques humaines, et économiques, notamment grâce à la blockchain.

3.1 Première définition et caractéristiques

Le contexte étant posé, intéressons-nous à préciser ce qu'est concrètement le metaverse. Si nous revenons à la définition de Neal Stephenson mentionnée en introduction, il est intéressant de constater que, malgré sa relative ancienneté et l'amélioration massive des technologies depuis lors, les caractéristiques qu'elle met en avant sont toujours pertinentes.

En effet, le metaverse a été présenté, en premier lieu, comme une évolution d'internet. Le metaverse exploite en effet les mêmes protocoles pour fonctionner et vise à étendre internet en une version spatiale et interopérable (18). Nous verrons également plus tard que le metaverse est souvent accessible via des navigateurs web, renforçant ainsi cet effet.

Le concept d'interaction présent dans la définition originale est également central pour comprendre le metaverse, bien qu'il puisse sembler réducteur. En effet, s'il était question

de mettre en avant les interactions sociales entre les individus qui peuplent le metaverse, l'interaction de ces derniers avec leur environnement est d'autant plus importante, bien que ce critère soit plus caractéristique des metaverses modernes. En effet, les interactions dans le metaverse ont notamment été améliorées avec l'émergence de technologies récentes, dont deux nous intéressent tout particulièrement.

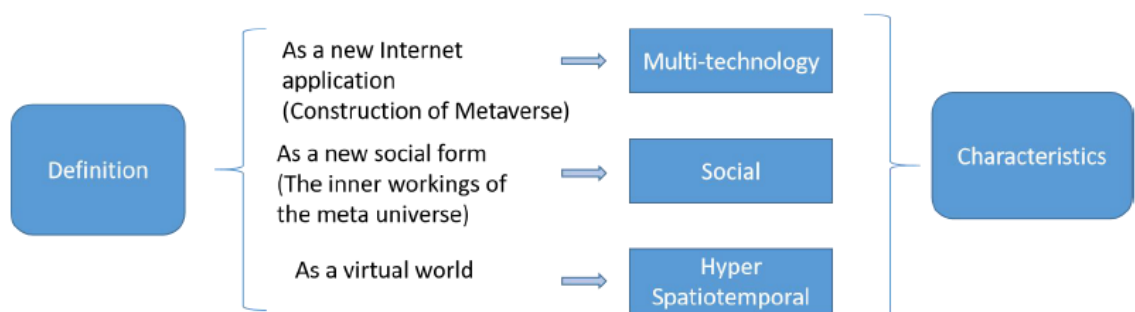
La première, et nous l'avons mentionnée plusieurs fois, est la blockchain. En apportant de la propriété sur les objets qui composent le metaverse ainsi qu'un moyen de les créer et de les monétiser via les NFTs mentionnés précédemment, la relation des individus vis-à-vis du virtuel n'a jamais été aussi concrète. Il convient de noter que les apports de la blockchain dans ce domaine sont avant tout liés à l'interopérabilité, à la décentralisation et à la durabilité des objets virtuels. En effet, un metaverse contenant un environnement virtuel, de l'édition de contenus en direct, la possibilité d'importer des modèles créés de l'extérieur et une économie avancée et virtuelle (19) existe depuis bientôt 20 ans. Il s'agit de *Second Life*, qui reste, à ce jour, considéré comme l'univers tridimensionnel géré par ses utilisateurs le plus large jamais créé (20) et sur lequel nous allons nous attarder dans un chapitre dédié. Bien que ce metaverse soit impressionnant de durabilité, il viendra certainement le jour où son créateur décidera de fermer ses portes. Dès lors, et bien que ce metaverse soit en partie interopérable (21), une majeure partie des contenus s'y situant seraient alors perdus, et la blockchain préviendrait ce problème en permettant la portabilité de ces contenus dans un autre univers virtuel.

La deuxième, regroupe les différentes technologies immersives telles que les réalités virtuelle, augmentée et mixte sous l'appellation de « réalité étendue », ou XR (*extended reality*) (22). En permettant la simulation d'un univers, d'en mélanger des éléments avec ceux du monde réel ou de mélanger ces deux concepts, un monde virtuel peut désormais s'avérer extrêmement immersif. Toutefois, la barrière à l'entrée pour acquérir les outils permettant de profiter de ces technologies est relativement élevée, notamment pour des raisons financières. Il y a donc une marge d'amélioration dans ce domaine, et bien que certains metaverses parmi les plus populaires offrent, voire imposent l'usage de ces outils pour évoluer dans leur univers, la plupart sont, pour l'heure, utilisables en n'ayant qu'à installer un client lourd, voire à travers la page d'un navigateur web sans requérir la moindre installation.

À noter qu'il existe une multitude d'autres technologies qui participent à façonner le metaverse d'aujourd'hui, notamment l'intelligence artificielle, l'informatique en périphérique, les nouvelles technologies de réseaux et l'internet des objets (*internet of things : IoT*), entre autres (20). Nous ne traiterons toutefois ces dernières que très peu

voire pas du tout car, d'une part, elles divergent passablement du sujet principal de ce travail et le ramifieraient beaucoup trop et, d'autre part, leur compréhension et analyse nécessitent des connaissances et recherches tout à fait différentes.

Figure 4 : Caractéristiques du metaverse



(23)

Le dernier élément de la définition de Stephenson, lié au caractère spatial et immersif du metaverse, est l'avatar, supposé être la représentation virtuelle d'un individu. Ce terme, issu du sanskrit, signifie l'apparition ou la manifestation d'une déité sur la terre (19). Dans le cadre du metaverse, la connotation religieuse de la définition pourrait être perçue comme l'apparition des humains dans des mondes qu'ils ont créés de leurs mains, et sur lesquels ils exercent une forme de pouvoir. L'application du terme d'avatar à un univers virtuel remonte à 1986, où il est utilisé dans le jeu vidéo *Habitat* (19), réputé être l'une des premières tentatives de création d'un large univers multi-utilisateur (24). L'avatar a toutefois gagné en intérêt avec l'avènement des technologies récentes et mentionnées précédemment. À l'instar de nos versions de chair, nos avatars peuvent être habillés, chose que certaines marques de prêt-à-porter ont rapidement compris. Dès lors, il n'aura pas fallu longtemps avant que des marques telles que Gucci et Dior (25) s'installent dans divers metaverses afin d'apposer leurs marques sur les vêtements de nos avatars à travers des NFTs. Ce nouveau pendant de la vente est souvent appelé « direct-to-avatar » (D2A). Ce business model est particulièrement intéressant pour les marques, car il permet d'esquiver le management et la logistique liés à la distribution de produits physiques aux consommateurs (26).

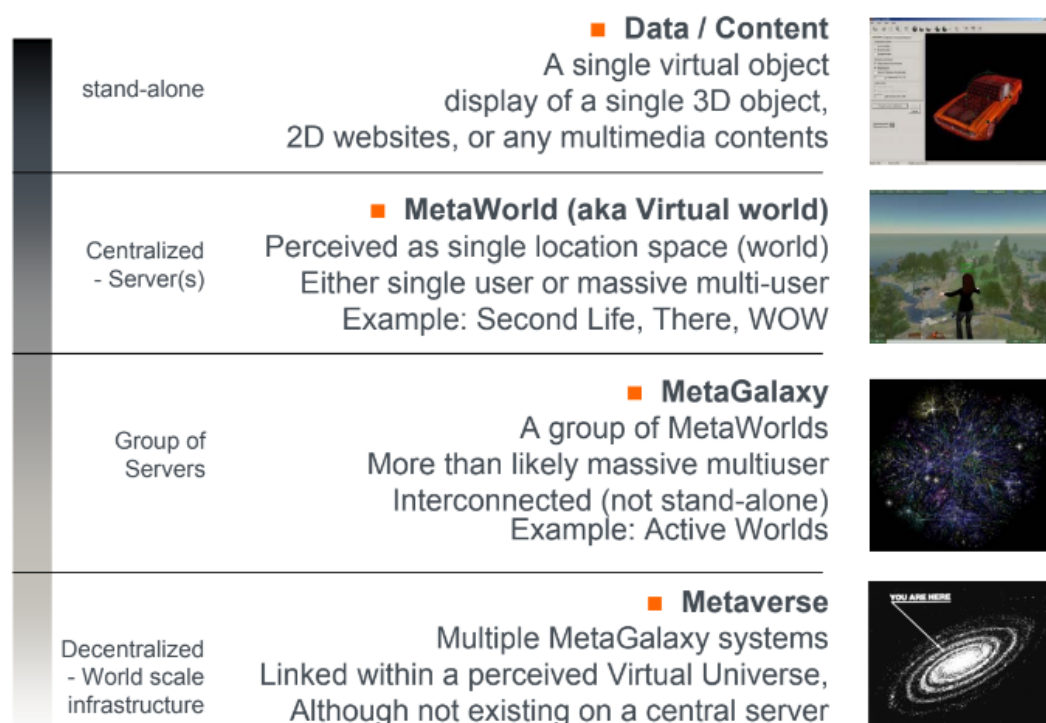
3.2 Évolution et définition finale

Si, dans le chapitre précédent, nous avons d'ores et déjà associé des technologies modernes avec la vision initiale de Stephenson, le metaverse a, depuis, évolué d'une façon telle que lesdites technologies en sont désormais indissociables. Parmi les évolutions les plus significatives, on mentionne, en 2007 déjà, les technologies de simulation qui permettent de créer des univers persistants et reflètent d'autres mondes (27). Une année plus tard, on qualifiera le metaverse d'infrastructure massive de mondes

virtuels interconnectés, accessibles via une interface utilisateur commune telle que le navigateur, et incorporant à la fois des éléments 2D et 3D dans un internet immersif (28). Cette emphase sur la multitude d'univers sera renforcée en 2010, lorsque ces univers seront comparés à des planètes et qualifiés de « MetaWorlds », lesquels seront distingués par leur capacité à offrir ou non des possibilités de rattachement entre eux. Dans le cas où une liaison entre ces univers serait possible d'une façon ou d'une autre, ces derniers seraient alors amalgamés dans des « MetaGalaxies », elles-mêmes agencées dans la perception d'un univers global décentralisé : le « Metaverse » (29).

Figure 5 : Division du metaverse

What is the Metaverse? (1/4)



(30)

Si nous combinons les éléments principaux de la définition de Stephenson avec les évolutions mentionnés ci-dessus, nous pouvons établir une série de caractéristiques qui permettront de donner une définition du metaverse qui sera retenue pour l'ensemble du projet :

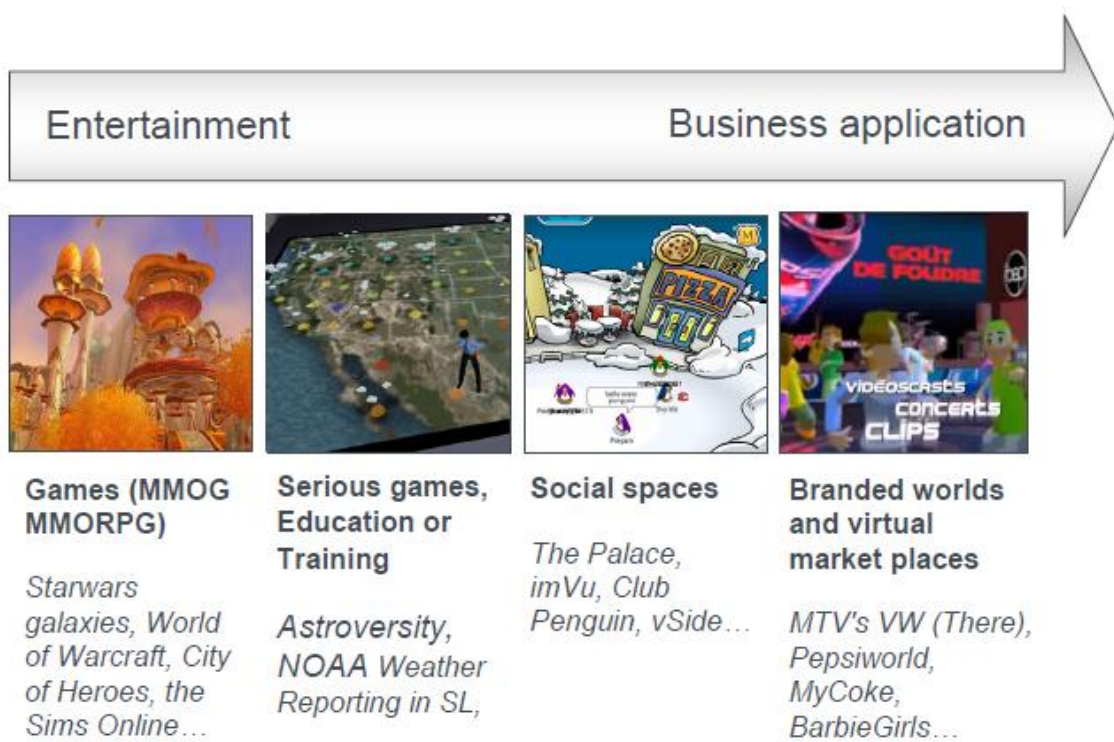
- Évolution d'internet, s'inscrivant dans la révolution Web3
- Interactions des individus entre eux, via leurs avatars
- Interactions des individus avec leur environnement, qui se veut immersif
- Multitude de mondes persistants, interconnectés et interopérables

Toutefois, et tel que mentionné dans le chapitre introductif sur le metaverse, nous qualifierons ces mondes de metaverses composant le metaverse global et non de MetaWorlds.

3.3 Les usages du metaverse

Les univers composant le metaverse sont légion, et leurs usages sont aussi nombreux que variés. Dès lors, il serait difficile de lister toutes les utilisations possibles du metaverse, mais une façon plus générale d'en définir le spectre d'usage est de l'aborder selon le niveau de divertissement ou d'utilité professionnelle qu'il revêt.

Figure 6 : Spectre d'application du metaverse



(30)

Il convient toutefois de ne pas approcher ces univers de façon binaire. En effet, si le metaverse moderne se matérialise souvent sous la forme d'un jeu, ce n'est pas pour autant qu'il est nécessairement utilisé de façon ludique. De plus, et nous reviendrons sur ce point un peu plus tard, la frontière entre le jeu et le logiciel est parfois extrêmement nébuleuse.

Dans les sous-chapitres suivants, nous explorerons les types de metaverses listés sur le schéma ci-avant, expliquerons quelles sont les pratiques courantes associées à ces genres et, surtout, comment la blockchain est liée ou est venue révolutionner chacun d'entre eux. Le metaverse utilisé à des fins professionnelles sera sciemment omis de la liste, car il sera exploré de façon plus approfondie et dédiée au chapitre d'après.

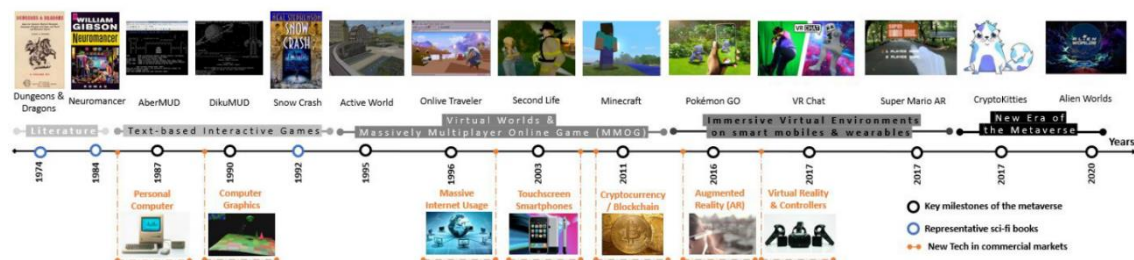
3.3.1 Le metaverse vidéoludique

3.3.1.1 Histoire et apparition du MMO

Pour trouver les premières traces d'un grand univers vidéoludique et immersif grâce à l'usage des trois dimensions, dans lequel les utilisateurs peuvent interagir ensemble, il faut remonter en 1996 avec *Meridian 59* (31). Bien que de telles expériences en 2D existaient déjà depuis 1991, à l'instar de *Neverwinter Nights* (32), c'est bien le premier de ces deux titres qui a véritablement permis l'émergence d'un genre nouveau : le jeu massivement multijoueur en ligne, dit MMOG (*massively multiplayer online game*), souvent abrégé en MMO. L'idée de base est assez simple, bien que dépendante de technologies très pointues au moment de ses balbutiements. Effectivement, il s'agit de proposer aux utilisateurs un jeu nécessitant un accès au réseau, et qui soit persistant et extensible (33). Le joueur n'y est donc plus le protagoniste, mais un habitant, parmi tant d'autres, d'un monde qui continue d'évoluer lorsqu'il se sera déconnecté, et qui aura évolué la prochaine fois qu'il se connectera.

Les deux jeux suscités ont un point commun avec beaucoup d'autres expériences modernes du même genre. En effet, ils appartiennent au sous-genre des MMORPGs, dont le suffixe RPG (*role-playing game*), qui le distingue de son parent, signifie « jeu de rôle ». Dans ce type de jeu, les joueurs incarnent des personnages fictifs caractérisés par leurs rôles, d'où le nom du genre, et qu'ils imaginent ou empruntent à un univers préexistant. Bien que le concept eût été formalisé quelques années avant, on considère que la véritable naissance du RPG commercial s'est déroulée en 1974 avec *Dungeons & Dragons* (34), qui marque également le début de l'histoire de la construction du metaverse.

Figure 7 : Grandes dates de l'histoire du metaverse



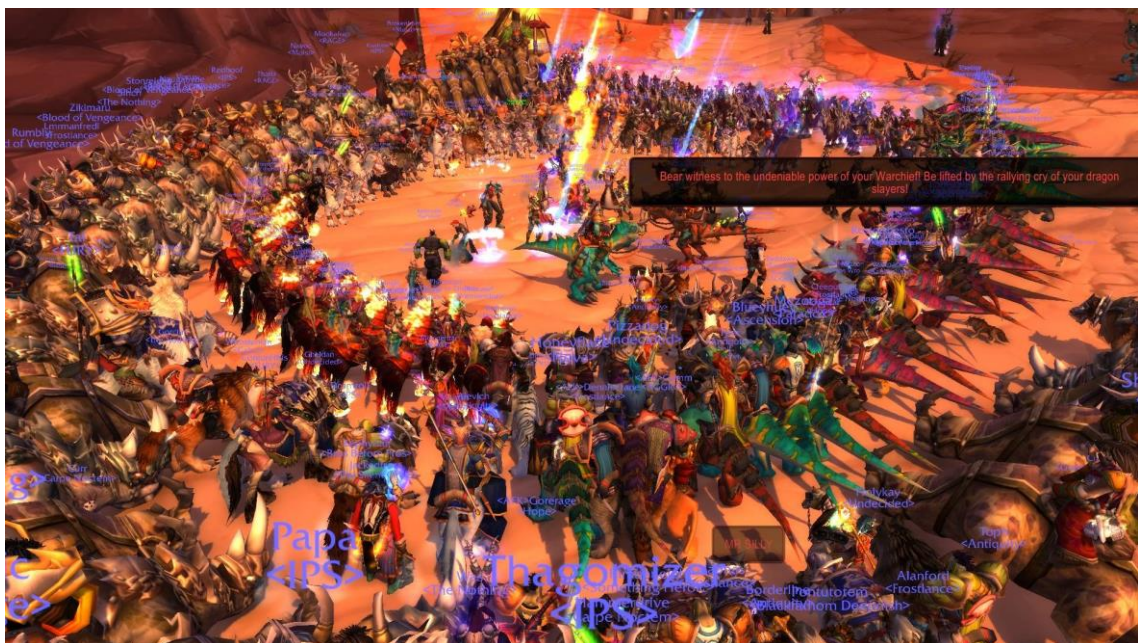
(20)

Si nous revenons au MMORPG, il convient de préciser qu'une multitude d'univers se sont succédé, avec plus ou moins de succès, après l'arrivée des premiers jeux du genre. Il y en a un, toutefois, qui a non seulement fortement conditionné tout le reste de l'histoire du MMORPG jusqu'à aujourd'hui, mais dont l'impact s'est étendu bien au-delà et notamment sur l'histoire de la blockchain.

3.3.1.2 Explosion du phénomène et impact

En 2004 sort World of Warcraft, plus communément appelé WoW, un MMORPG proposant un monde médiéval fantastique et qui reste, à ce jour, le jeu le plus important du genre tant en termes de nombre total de joueurs qu'en termes de revenus. Pas moins de 120 millions de comptes individuels y ont été créés (35), et le jeu aurait rapporté près de 10 milliards de dollars américains de revenus entre 2004 et 2017 (36). Si, intrinsèquement, le jeu n'a pas apporté de grandes nouveautés à l'industrie, il a su tirer profit des idées de ses prédécesseurs en proposant une version beaucoup plus aboutie et, surtout, beaucoup plus accessible pour le grand public.

Figure 8 : Rassemblement de joueurs de WoW lors d'un événement



(37)

Dans ce jeu, les codes et caractéristiques d'un métavers mentionnés dans les chapitres précédents sont omniprésents. En effet, le joueur y évolue dans un monde vaste, persistant, en 3D et où l'emphase sur l'interaction avec les autres participants n'est pas seulement encouragée, mais quasiment nécessaire. Qu'il s'agisse d'aborder les épreuves les plus ardues que le jeu propose, de participer à de grandes batailles entre les joueurs ou de pratiquer le commerce d'objets virtuels, lequel est central à la progression dans le jeu, les interactions sont constantes.

La hiérarchisation de ces rapports se matérialise dans le concept de guild, qui réunit une équipe de joueurs dans le but de progresser ensemble. Ces guildes sont souvent dirigées par un ou plusieurs membre(s) expérimenté(s), et leur gestion demande des compétences et un investissement en temps qui dépassent fortement le simple contexte

du jeu vidéo. Yered Péronnet, spécialiste du metaverse chez EverdreamSoft, un studio de développement de jeu vidéo suisse, parle même de structures qui « fonctionnent comme des petites entreprises »¹.

La popularité du titre, dont les chiffres mentionnés ci-avant donnent un avant-goût, a fait de WoW un véritable phénomène social dont il est difficile de véritablement définir l'ampleur de la portée. Toutefois, et en plus de sa forte composante de metaverse, nous allons également nous intéresser à la façon dont le jeu a, un peu malgré lui, conditionné le futur de la blockchain, et inspiré le P2E.

3.3.1.3 Marché noir et émergence du play-to-earn

Pétrone demandait « Que peuvent les lois, là où seul l'argent est roi » (38) ? Si cette citation date de temps lointains, elle s'applique merveilleusement bien aux économies modernes, et celle de WoW ne fait pas exception. En effet, elle a toujours constitué l'un des piliers centraux du jeu, si bien qu'une part importante du temps qu'y passait ses joueurs était consacrée à l'accumulation de pièces d'or, la monnaie du jeu, afin de participer à ladite économie. Toutefois, il était difficile, pour nombre d'entre eux dont le temps de jeu était restreint, de rester compétitifs face aux autres sur cet aspect, tant l'accumulation de pièces d'or demande un investissement conséquent en temps.

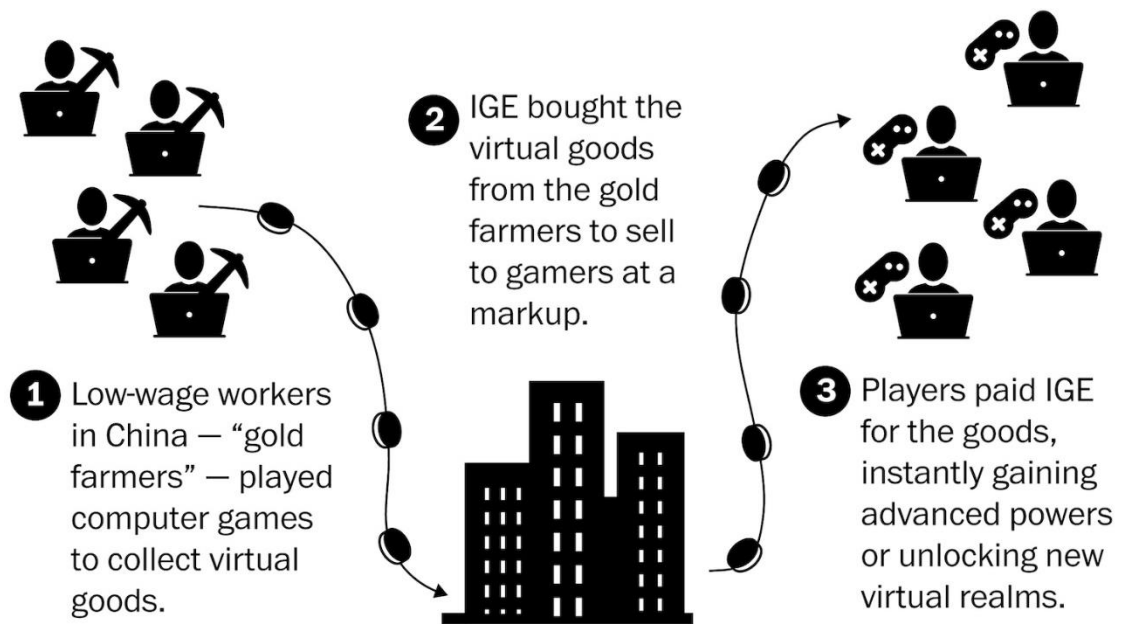
Certains joueurs l'ont rapidement compris, et ont alors décelé une opportunité commerciale massive. Parmi eux se trouvait un certain Brock Pierce, connu notamment pour s'être présenté aux élections présidentielles des Etats-Unis en 2020, mais aussi pour son travail relatif au monde des cryptomonnaies (39).

Au début des années 2000, et peu avant la sortie de WoW, Pierce a en effet fondé IGE, une société spécialisée dans l'emploi de personnes accumulant de l'or dans les MMORPGs afin de le revendre à d'autres joueurs (39). Cette activité, contraire aux conditions d'utilisation desdits jeux, a débuté modestement, avec une quinzaine d'employés (40). L'émergence de WoW a toutefois accéléré la cadence et, en 2006, un groupe de sociétés d'investissement, sous l'égide de Goldman Sachs, investit 60 millions de dollars américains dans IGE, percevant le potentiel croissant de l'entreprise.

Le cœur de métier était en effet assez clair, comme mentionné par Lars Lien qui a rejoint la compagnie en 2004 : les occidentaux ont l'argent mais pas le temps alors que l'inverse s'applique aux chinois (40). D'après ses termes, Il s'agissait donc de mettre cette population à contribution afin de faire fonctionner l'entreprise.

¹ Entretien avec Yered Péronnet, spécialiste du metaverse chez EverdreamSoft, vidéoconférence, 20 juillet 2022 (cf. Annexe 1)

Figure 9 : Modus operandi d'IGE



(39)

La Chine était le centre névralgique de ce qui s'apparentait à l'une des premières formes de play-to-earn. Il était en effet estimé en 2008, année du début de l'âge d'or de WoW, que pas moins de 80% de l'or illégal en circulation dans les MMORPGs était collecté en Chine, des mains d'environ 100'000 travailleurs à plein temps et pour une valeur totale d'environ 1.2 milliard de livres sterling (41). Le manque de régulation dans le pays engendrait qu'un nombre important de ces travailleurs étaient en réalité des prisonniers. Du reste, et d'après le témoignage de l'un d'entre eux, une multitude de prisons du nord-est du pays contraignait et contraindrait encore, à ce jour, leurs détenus à pratiquer ce genre de travaux, et ce, malgré des régulations survenues en 2009 (41).

Avant l'apparition de Bitcoin, l'activité d'IGE revêtait l'une des formes les plus anciennes d'échange de monnaies virtuelles contre de l'argent réel. Pierce estime, d'ailleurs, que le bond intellectuel nécessaire à la reconnaissance de la valeur de Bitcoin a été rendue possible notamment grâce à l'émergence de ce phénomène dans WoW (42). Du reste, Bitcoin a, à ses débuts, contribué à de multiples formes de crimes. En effet, elle était la monnaie utilisée sur Silk Road, un marché noir de stupéfiants caché dans les profondeurs du darknet, et qui aurait engendré 1.2 milliard de dollars américains de revenus depuis sa création (43) et jusqu'à sa fermeture.

La cryptomonnaie était également utilisée par les joueurs de WoW afin d'échanger des biens et services, toujours en violant les conditions d'utilisation du jeu. Cette pratique était notamment utile pour les jeunes joueurs ne disposant pas de coordonnées bancaires nécessaires pour effectuer de telles transactions. C'est notamment ainsi

qu'est née la belle histoire de Leonardo Travassos, un jeune lusitano-suisse qui, alors âgé de 10 ans, avait reçu 340 BTC pour la vente d'une épée (44). Ce montant, représentant environ 20 francs suisses au moment des faits, en vaudrait aujourd'hui environ 6 millions. Toutefois, le joueur, devenu investisseur, a su faire fructifier davantage ce pécule en vendant ses BTC aux points hauts de marché, avant d'en racheter aux points bas (44). Ce procédé constitue le b-a.ba du trading de la plupart des classes d'actifs.

3.3.1.4 Ethereum : le désaveu de la centralisation

La relation entre WoW et la blockchain ne s'arrête pas au commerce illicite d'objets virtuels. Vitalik Buterin a, comme beaucoup d'autres personnes de son âge, joué au titre à succès de Blizzard (45), la société qui a développé le jeu. Ce dernier, en raison de son caractère en ligne et multijoueur, revêt un aspect compétitif dont l'équilibrage représente une part importante du travail des développeurs, afin de s'assurer que l'expérience soit bonne, et ce, quels que soient les choix des joueurs. Le jour où Blizzard a décidé d'affaiblir le personnage de Buterin à des fins d'équilibrage, il a réalisé « l'horreur » engendrée par les services centralisés (45) et a stoppé son aventure sur le champ. Il a alors commencé à s'intéresser aux différents moyens de s'opposer à la centralisation du pouvoir, et c'est ainsi qu'il découvrit Bitcoin. Cet intérêt pour la première blockchain et les possibilités qu'elle représentait l'a même incité à créer un blog sur le sujet, puis à cofonder Bitcoin Magazine (45), un magazine consacré à Bitcoin et à la blockchain qui est encore édité à ce jour.

Toutefois, et comme mentionné précédemment, c'est pour Ethereum que Buterin est connu. Indépendamment de sa passion d'alors pour Bitcoin, Buterin est également un génie avec une remarquable aisance pour la programmation et les mathématiques, si bien qu'il a été placé dans une classe de surdoués pendant sa scolarité (46). Cette fine compréhension du monde de la programmation, couplée à sa passion de Bitcoin, lui ont permis, avant beaucoup d'autres, de comprendre comment un langage Turing-complet pouvait apporter des possibilités d'applications quasiment infinies à la blockchain (46). C'est sur ces fondements qu'il a créé Ethereum, et est devenu l'un des contributeurs les plus importants au domaine de la blockchain.

Il est d'ailleurs assez cocasse de constater que Buterin n'a pas oublié les racines quelque peu étonnantes de son amour pour la décentralisation. En effet, et à titre d'anecdote, il a très récemment annoncé l'invention d'un nouveau type de jetons, dits « soulbound » (47), non transférables après leur obtention et visant, par exemple, à inscrire sur la blockchain des caractéristiques personnelles telles que les précédentes

expériences d'éducation (48). Soulbound signifiant « lié à l'âme » en français, on comprend assez rapidement le choix du nom donné à cette fonctionnalité. Cependant, le fait que ce terme ait été emprunté à WoW (47) et à ses objets non transférables est un rappel amusant pour les aficionados du jeu de Blizzard.

3.3.1.5 Le cas Minecraft et l'avènement du bac à sable

Si WoW a été et reste un succès commercial indiscutable ainsi qu'une porte d'entrée accessible vers l'écosystème du MMO, le jeu a longtemps été perçu, aux yeux du grand public, comme étant réservé à une caste de joueurs très assidus et moins, aux joueurs occasionnels. Cette perception a engendré une multitude de stéréotypes sur le joueur type de WoW, au point d'avoir entraîné la création d'un épisode de la célèbre série animée *South Park* sur ce sujet (49). Dans les pas de WoW, marchait un autre projet qui allait, pour le coup, être adapté à nettement plus de personnes et, ainsi, marquer d'une pierre blanche et indélébile le monde du jeu vidéo. En effet, c'est à la fin de l'année 2011 que sort Minecraft, un jeu vidéo devenu, depuis, un véritable phénomène vidéoludique au point d'en faire, tout simplement, le jeu vidéo plus vendu de l'histoire de l'industrie (50).

Dans Minecraft, le joueur n'a pas de réel objectif et est chargé de trouver ce qu'il souhaite y faire. Ce type de jeu vidéo dit « bac-à-sable » ou « sandbox » n'a toutefois pas été inventé par les créateurs de Minecraft, et bien que la paternité du premier jeu sandbox soit contestée et dépende de la définition d'un genre parfois flou, il serait apparu pour la première fois au début des années 1980 (51).

Quid, cependant, de la définition du metaverse que nous avons construite précédemment ? Si on en effectue une lecture rigide, on peut considérer que Minecraft n'est pas réellement un metaverse. En effet, si le jeu peut être apprécié en groupe, il peut également l'être seul et complètement hors-ligne, rompant ainsi avec les concepts d'extension d'internet et d'interaction avec les autres habitants d'un univers. Les univers créés par les joueurs ne sont, par ailleurs, pas toujours interopérables. En effet, il existe plusieurs versions du jeu, parfois incompatibles entre elles (52). De plus, la portabilité de contenus entre les mondes est à la fois compliquée et limitée (53).

Toutefois, l'importance que le jeu a eue dans la popularité et l'expansion du genre du sandbox est massive, et l'influence que ce dernier a exercé sur l'univers du metaverse l'est tout autant. En effet, il repose sur la création de contenu par les utilisateurs, ou UGC (*user-generated content*) (54), laquelle est centrale aux metaverses modernes et intimement liée aux NFTs. Le metaverse étant, contrairement aux itérations précédentes d'internet, majoritairement construit et géré par ses utilisateurs et non par de larges entités centralisées, l'UGC y est centrale et continuera de l'être (54). Nous reviendrons plus amplement sur l'UGC et le sandbox dans le chapitre dédié à l'exploration pratique du metaverse.

Figure 10 : Recréation de la tour eiffel dans Minecraft



(55)

3.3.2 Le metaverse éducatif

Contrairement à son alter-ego vidéoludique, l'essentiel de l'histoire du metaverse éducatif reste encore à écrire. En effet, si l'intérêt du monde de l'éducation pour le metaverse se perçoit à travers les nombreuses expérimentations provenant d'écoles et universités dans le monde entier, il manque encore une prise de position d'envergure afin de pouvoir véritablement propulser ce nouveau pendant de l'éducation.

Figure 11 : Déroulement d'un cours de la HEG dans le metaverse



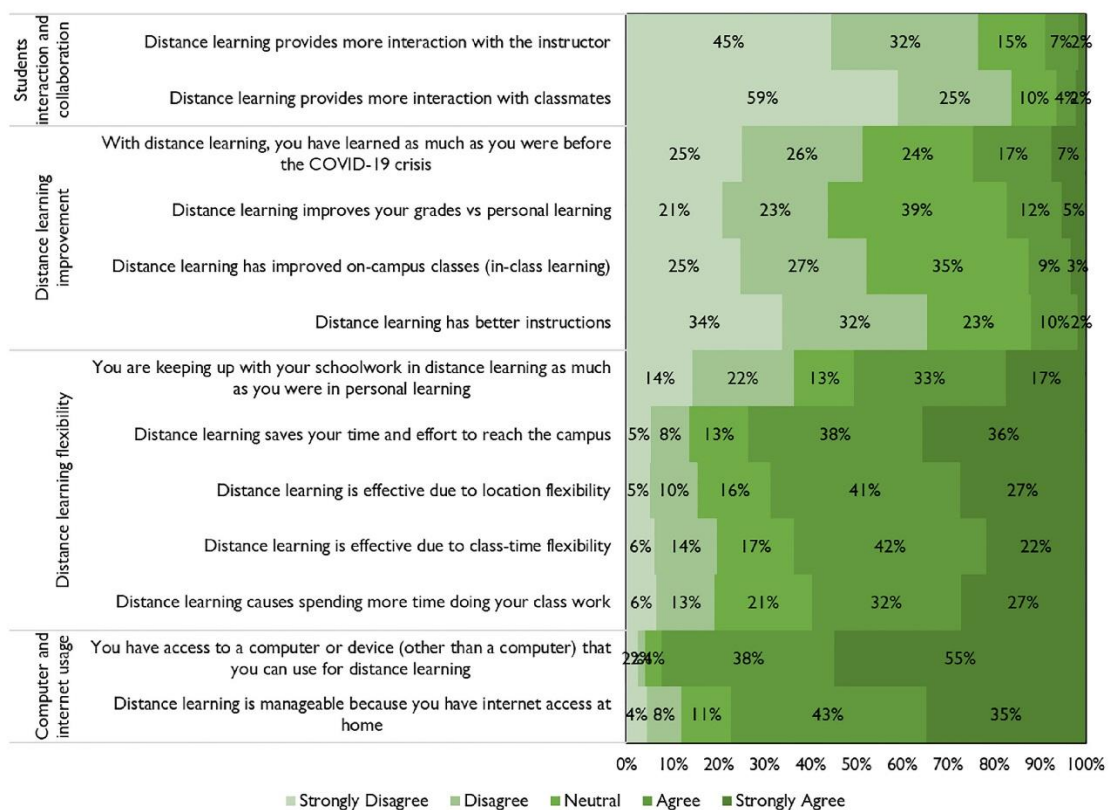
(56)

Ce domaine étant, en très grandes proportions, entre les mains de l'état et du domaine public (57), le catalyseur pourrait provenir, par exemple, de l'annonce d'un état majeur de la tenue de cours dans le metaverse à l'échelle nationale. Pour l'heure, les nations promouvant les cours dans le metaverse font figure de pionniers et, dans cette perspective, la Corée du Sud s'inscrit comme un précurseur. En effet, en plus d'encourager les entreprises évoluant à l'aide du metaverse, le pays allouerait environ 2.2 milliards de dollars américains au metaverse, à la blockchain, et aux technologies ad hoc d'ici à 2025 (23). De plus, le Ministère de l'Éducation Nationale sud-coréenne fait d'ores et déjà la promotion de la classe dans le metaverse, et le Bureau de l'éducation de Séoul a, lui aussi, annoncé être ouvert à la tenue de cours dans le metaverse pour plus de 2'100 étudiants de la capitale sud-coréenne (23). Il existe d'autres pays explorant la possibilité d'intégrer le metaverse à leur éducation nationale, à l'instar des membres de l'Organisation des États de la Caraïbe orientale (58), mais il s'agit d'états plus modestes dont les décisions politiques n'impactent que très peu celles de pays plus riches et/ou plus peuplés.

Toutefois, si le manque d'expérimentations concrètes et à grande échelle est à relever, il existe de nombreux papiers issus de recherches ayant étudié et analysé comment cette transition pourrait s'opérer. L'un des éléments mis en avant par les chercheurs explorant le domaine, est l'importance de l'engagement des apprenants. En effet, si l'interactivité est un concept primordial de l'éducation, les études s'accordent à dire que les technologies de l'information et de la communication constituent un vecteur important pour conduire ces interactions, notamment en offrant à l'apprenant des possibilités plus importantes de participer à l'activité d'apprentissage, et une plus grande influence sur ladite activité (59).

Ce prérequis de l'apprentissage moderne a été particulièrement exacerbé pendant la crise du COVID-19, notamment en raison des cours en distanciel qu'elle a engendrés. Si le monde de l'enseignement, pris de court par la soudaineté de la pandémie, a su composer rapidement avec les contraintes associées aux cours à distance, l'impact de ces contraintes sur l'interactivité desdits cours a souvent été massif, et ce manque d'échange a été mis en avant comme la principale lacune de ce mode d'enseignement encore jeune (60).

Figure 12 : Perception des élèves de l'enseignement en distanciel



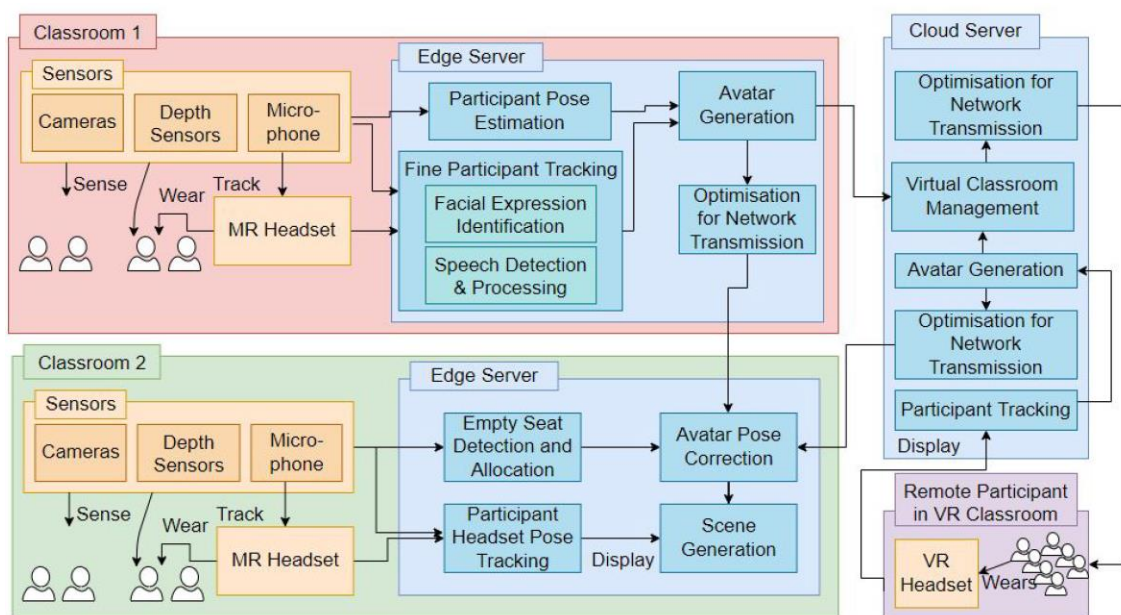
(60)

Le metaverse, en tant qu'environnement immersif et interactif, peut permettre de pallier certains de ces manquements. Une étude chinoise, publiée il y a quelques mois de cela, liste notamment les possibilités suivantes (61) :

- L'apprentissage basé sur le jeu, facilitant l'activité de la classe
- La collaboration entre les étudiants, par exemple en travaillant sur des énigmes ou des puzzles en réalité étendue
- Les activités gérées par l'étudiant, utilisant les caractéristiques du metaverse pour lui proposer de nouvelles façons de partager
- La motivation pour les enseignants de créer du matériel de cours innovant et diversifié qui exploite ces caractéristiques
- L'accès à du matériel limité, restreint, voire dangereux, grâce à la spatialité différente du metaverse

Dans cette même étude (61), les auteurs proposent également un exemple de ce à quoi pourrait ressembler la structure logistique d'un cours dans le metaverse. En exploitant les possibilités offertes par la réalité étendue, il serait, par exemple, possible de créer une classe composée d'élèves de deux campus séparés, en remplissant les sièges vacants de cette classe avec des avatars générés via des projections ou des casques de XR. Cette prouesse serait accomplie à l'aide de senseurs non invasifs, et permettrait de conduire des activités interactives plus larges. Pour les élèves physiquement absents, par exemple pour cause de maladie, il serait possible de se connecter à une classe complètement virtuelle, et dans laquelle les élèves présents seraient, ici aussi, représentés par des avatars générés en temps réel. Ils pourraient également intervenir sur le cours et prendre la parole en tant qu'invités.

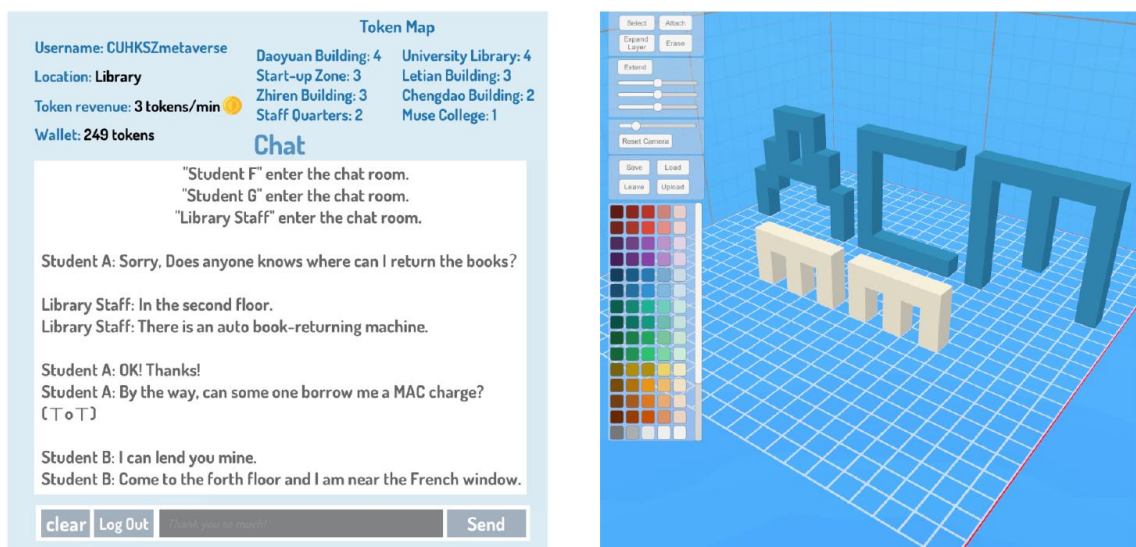
Figure 13 : Architecture d'un cours exploitant les technologies du metaverse



(61)

Certaines recherches vont plus loin que la conception d'un cours dans le metaverse, et conçoivent l'environnement académique jusqu'au campus d'une université. L'une de ces études, également réalisée en Chine (62), a analysé quelles étaient les caractéristiques principales du metaverse et, avec une vision relativement moderne, a notamment dégagé la blockchain et l'économie sous-jacente, les technologies de XR, l'intelligence artificielle et l'UGC. Sur cette base, ils proposent, à titre d'exemple, un traqueur de localisation qui permet à un étudiant se rendant physiquement à la bibliothèque de l'université, d'automatiquement joindre son pendant dans le metaverse de l'école. Ce faisant, l'étudiant y gagnerait des tokens lui permettant, par exemple, d'acheter des NFTs officiels de l'école ou de les échanger avec d'autres étudiants. Leur élaboration est également rendue possible grâce à un outil de création et d'édition d'UGC intégré au metaverse, mais également facilitée grâce à de l'intelligence artificielle (62). Cette adaptation d'un lieu réel dans le metaverse est souvent qualifiée de *Digital Twin*.

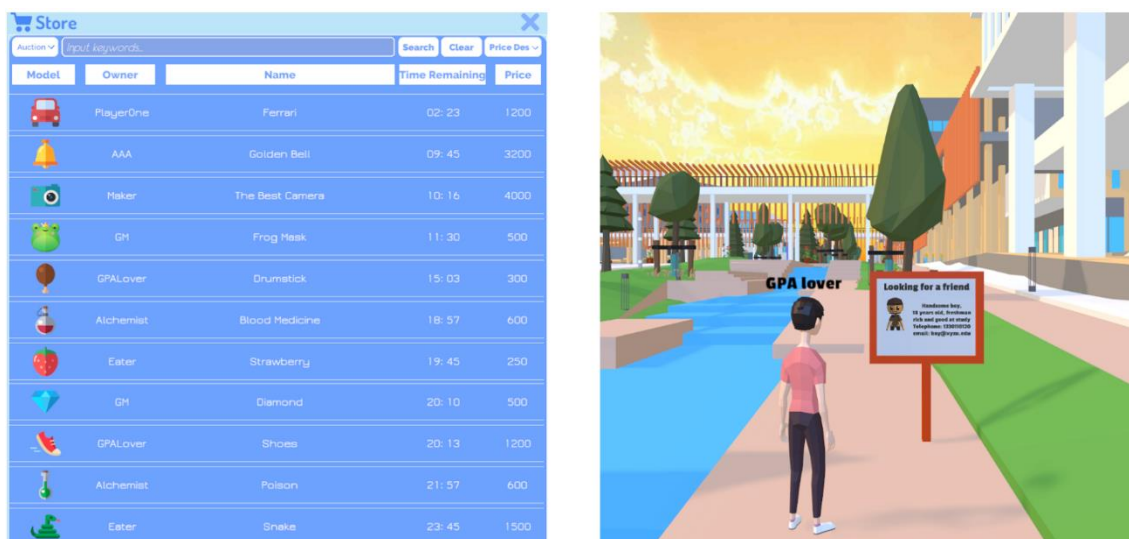
Figure 14 : Fonctionnalités du metaverse de l'université de Shenzhen



(62)

Les auteurs de l'étude considèrent qu'une telle implémentation encouragerait les étudiants à étudier à la bibliothèque (62), certainement en induisant que cela augmenterait leur productivité. Il est intéressant de réfléchir à la forme que revêt cette implémentation. En effet, si nous étudions, dans ce chapitre, le cas du metaverse éducatif et, présentement, celui d'une université en particulier, la forme dudit metaverse peut sembler plus proche de celle d'un grand écosystème ludique, basé sur l'interaction et la créativité, à l'instar des jeux sandbox mentionnés dans le chapitre ad hoc. Ces critères sont, non seulement, communs à ceux mis en avant par la précédente étude sur le metaverse éducatif que nous avons mentionnée (61), mais sont également au cœur des metaverses modernes les plus importants actuellement sur le marché.

Figure 15 : Interactivité dans le metaverse de l'université de Shenzhen



(62)

3.3.3 Le metaverse social

3.3.3.1 Second Life, deuxième vie, mais premières idées

Si WoW et Minecraft ont fortement conditionné le chapitre sur le metaverse ludique, l'histoire du metaverse social est indissociable de son porte-étendard : Second Life. Bien que nous ayons d'ores et déjà brièvement mentionné ce titre, il convient de s'attarder un peu plus longuement sur son cas et sur l'importance majeure qu'il a eue sur la perception moderne du metaverse.

À titre liminaire, il convient de clarifier ce qu'est exactement Second Life, car cet univers remplit plusieurs cases dont les frontières peuvent être floues. Pour commencer, il s'agit d'un monde virtuel en ligne et en 3D (63), dans lequel les utilisateurs, appelés « résidents », apparaissent sous la forme d'avatars personnalisés (64). Sur la base de ces critères, on serait tenté de simplement catégoriser Second Life comme étant un MMO, mais la compagnie derrière le jeu insiste sur le fait qu'il ne s'agit pas d'un jeu car il n'y a pas d'objectif clair (63). S'il y a de multiples façons de démontrer que cette affirmation est discutable (65), notamment via ce que nous avons expliqué au sujet des jeux de type sandbox, tentons alors d'approcher Second Life sous un autre angle : celui du réseau social.

Le concept du réseau social en ligne apparaît en 1997 avec la sortie de *Sixdegrees.com* (66), où il était déjà possible de mettre en place une page de profil, d'établir des connexions avec d'autres utilisateurs et de leur envoyer des messages (66). Si la définition a évolué depuis, on peut globalement définir le réseau social comme un site internet ou un programme informatique qui permet aux individus de communiquer et de

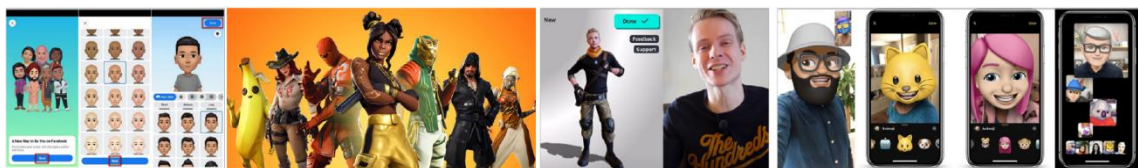
partager de l'information sur internet (67). Sur les réseaux sociaux conventionnels, cette information peut, par exemple, prendre la forme de texte, de photos ou de vidéos.

Second Life, répondant à ces caractéristiques, peut donc être classifié comme un réseau social, bien que sa forme soit différente. Toutefois, les possibilités qu'il offre en termes d'interaction sont beaucoup plus nombreuses. En effet, en plus d'intégrer l'essentiel des principaux moyens de communication et d'interaction propres aux réseaux sociaux traditionnels, les univers virtuels tels que Second Life offrent des possibilités supplémentaires, qui sont cruciales pour un metaverse moderne.

Premièrement, la communication s'effectue en temps réel, en opposition aux réseaux sociaux traditionnels où, généralement, cette dernière est basée sur du contenu posté, puis consommé plus tard de façon asynchrone (64).

Deuxièmement, elle passe par des avatars (64), comme nous l'avons évoqué précédemment. Si le réseau social traditionnel permet de se représenter, par exemple, à l'aide d'une photo de profil ou d'une image qui représente nos intérêts, l'avatar placé dans un univers immersif permet de créer une version digitale beaucoup plus complète de nos personnes. À l'inverse, il est également tout à fait possible d'opter pour un avatar à l'antipode de ce que nous sommes, et ainsi d'appréhender Second Life comme une forme alternative de jeu de rôle. Quel que soit le choix opéré lors de la création d'un avatar, son design peut impacter la perception d'un utilisateur quant à la personne derrière l'avatar (20), notamment en fonction des micro-expressions de son visage (68) et des détails dans sa gestuelle (69). Il convient de noter que de plus en plus de réseaux sociaux traditionnels et autres mondes virtuels intègrent la possibilité de créer un avatar.

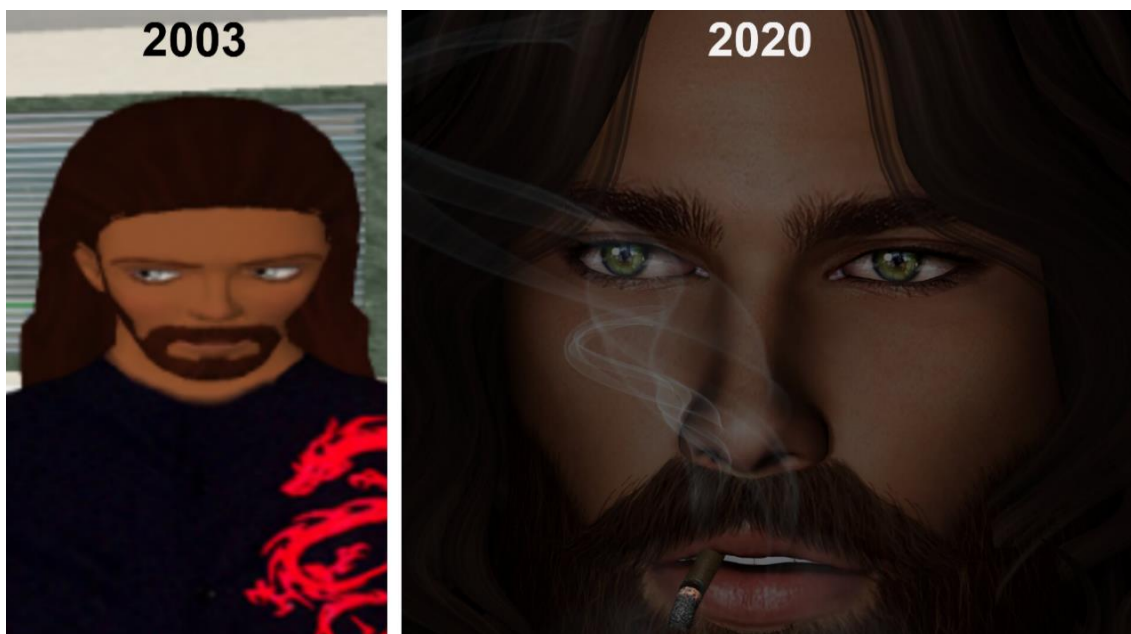
Figure 16 : Exemples d'avatars dans divers mondes virtuels



(20)

Il y a beaucoup d'autres composantes de l'avatar qui permettent de transmettre des informations telles que son style personnel, mais celles-ci n'apportent pas grand-chose par rapport à une photo réelle et dans un accoutrement similaire. Toutefois, l'avatar véhiculerait de l'information plus implicite sur son créateur, qu'il est difficile de cerner par le seul intermédiaire de la photo de profil. En effet, une étude (70) montre que l'avatar, en comparaison avec la réalité, permet de mieux cerner l'agréabilité d'une personne, ou son neuroticisme, à savoir sa « tendance à ressentir des émotions négatives, de l'anxiété » (71). L'extraversion de cette personne se dégage aussi de son avatar, mais est également perceptible dans des contextes réels qui, toujours selon la même étude, sont plus propices à transmettre de l'information sur la conscienciosité et l'ouverture d'une personne (70).

Figure 17 : Évolution de l'avatar d'un utilisateur de Second Life



(72)

Troisièmement et finalement, Second Life offre la possibilité d'explorer un univers tridimensionnel, tandis beaucoup de réseaux sociaux traditionnels sont bidimensionnels et basés sur le partage de contenu (64).

3.3.3.2 Fondations du metaverse moderne

Pour l'instant, nous avons principalement centré notre attention sur l'avatar, mais Second Life est également connu pour son emphase sur l'UGC. En effet, et à l'instar de Minecraft dont il est prédécesseur, le programme n'a pas réellement d'objectif et, selon son fondateur, il faut « laisser les utilisateurs développer leurs propres univers et leur donner les outils pour le faire » (73).

Les outils en question, mis à disposition par Linden Labs, l'entreprise derrière le logiciel, revêtent principalement deux formes. La première est un outil de modélisation tridimensionnel basé sur des formes géométriques simples, utile pour créer des objets virtuels (74) que les joueurs peuvent monétiser. Qui dit monétisation dit monnaie, et qui dit monnaie dans Second Life dit Linden Dollars. Cette devise, intégrée au simulateur peu après sa sortie en 2003 et achetable via le site officiel du logiciel (75), constitue, en effet, la deuxième possibilité d'obtenir du contenu dans Second Life : en l'obtenant auprès d'autres joueurs. Toutefois, le concept ne s'arrête pas à la vente de modèles 3D créés via l'éditeur officiel. Effectivement, peu après la sortie du simulateur, a été rendu possible le fait de revendre ses Linden Dollars à d'autres joueurs, puis de se verser la manne obtenue sur un vrai compte bancaire via PayPal (75).

À cet instant, quelque chose de majeur s'était produit pour l'économie du titre, d'une part, mais également pour les fondations du sujet que nous traitons dans ce travail, d'autre part. En effet, il était désormais possible de travailler dans Second Life, littéralement. Un utilisateur pouvait, effectivement, y lancer des entreprises, proposer du divertissement voire exercer dans un magasin virtuel (64). Dès lors, les possibles étaient massifs :

« Des marques, portées par la vague, ont créé des boutiques pour y vendre des objets virtuels payés en dollars Linden. Des débats politiques, des concerts, des groupes littéraires, des expositions, des conférences, des cours universitaires et la célébration de mariages ont tous eu lieu dans Second Life. » (73)

Derrière cette énumération d'activités aussi hétérogènes que surprenantes, se cachent donc des avatars et, derrière ceux-ci, des humains. Ces derniers, faisaient plus ou moins ce que bon leur semblait, tout en accumulant bien plus qu'un salaire d'appoint pour certains d'entre eux, devenus des millionnaires tout à fait réels, en exploitant astucieusement cet univers virtuel (76). De plus, la créativité était également devenue une source de rentabilité, et il était alors pertinent de créer du contenu de qualité dans le but de le revendre.

Figure 18 : Île et showroom de la marque Hublot dans Second Life



(77)

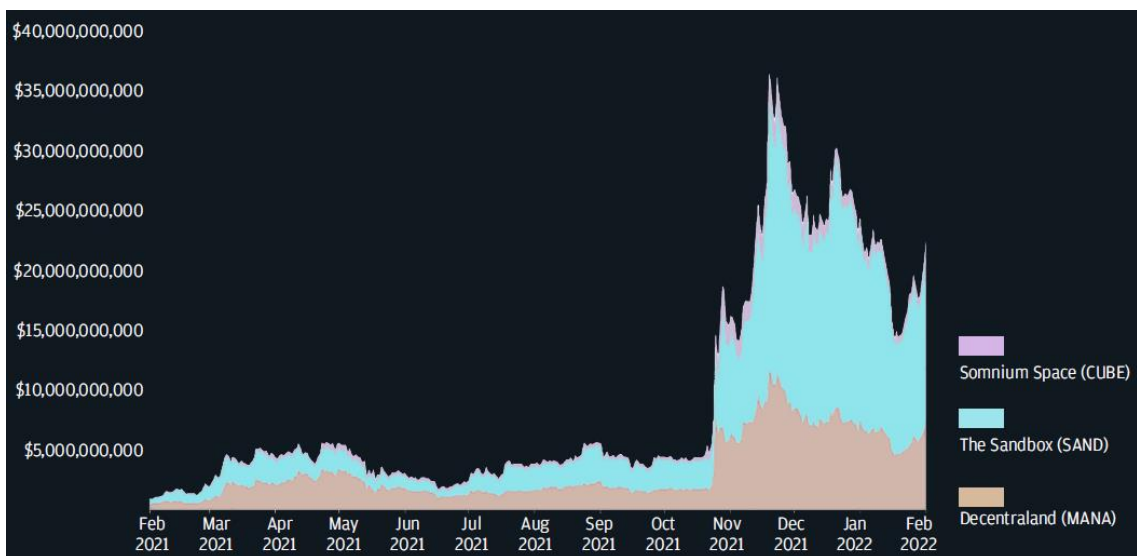
En quelques lignes, nous avons très schématiquement illustré comment Second Life a proposé très rapidement l'ancêtre du NFT, par l'intermédiaire de l'ancêtre du P2E, le tout dans un environnement bac-à-sable qui peut, légitimement, être qualifié d'ancêtre du metaverse moderne. Ce dernier étant intimement lié à la blockchain, il convient également de mentionner la relation qu'a eu le Linden Dollar avec un certain Bitcoin. En effet, les moyens de vendre ses BTC étant limités dans les premières années de la cryptomonnaie, les échanger contre des Linden Dollars constituait une passerelle alternative pour en obtenir de l'argent réel (78). Cette corrélation était renforcée par le fait qu'une plateforme d'échange d'actifs nommée VirWox, fermée depuis, offrait une paire d'échange BTC-L\$ (le symbole monétaire du Linden Dollar), augmentant ainsi la spéculation sur la supériorité de l'une de ces monnaies face à l'autre (78). Cela n'est, évidemment, pas sans rappeler les comparaisons effectuées de nos jours entre Bitcoin et les cryptomonnaies alternatives, nommées altcoins.

4. Le metaverse professionnel

La présence dans Second Life d'entreprises et professionnels tels que Hublot n'était qu'un avant-goût de ce qui allait suivre. En effet, ils sont omniprésents dans les metaverses les plus populaires, certains dans un désir d'innovation, d'autres pour surfer sur l'effet de mode qui entoure ce macrocosme.

Si le domaine des cryptomonnaies et de la blockchain a connu un regain d'intérêt de la part du grand public ces dernières années, le changement de nom de Facebook en Meta, officialisé le 28 octobre 2021, a constitué un gigantesque catalyseur en ce qui concerne le metaverse en particulier.

Figure 19 : Capitalisation boursière des jetons liés au metaverse en dollars US



(79)

Les particuliers ont, eux-aussi, massivement investi le metaverse, certains dans le but d'y trouver plus que du simple amusement ludique. En effet, nombre d'entre eux l'exploitent à des fins lucratives, que ce soit par le biais de schémas de P2E, mais aussi par l'intermédiaire d'achat et de revente d'œuvres d'art sous la forme de NFTs. Ce dernier point constitue, d'ailleurs, un réel problème en ce qui concerne les droits d'auteur. En effet, si la blockchain était supposée rendre plus facile la vente d'une œuvre, elle constitue une épée à double tranchant pour les artistes dont certains ont massivement multiplié leurs gains, pendant que d'autres ont constaté, avec effroi, la présence de dizaines de milliers de NFTs illégaux peignant leurs travaux sur les places de marchés de jetons non fongibles (80).

Qu'elle serve les personnes physiques ou morales, qu'elle soit illégale ou parfaitement licite, tentons de comprendre la professionnalisation du metaverse.

4.1 Les entreprises

La présence des entreprises dans le metaverse moderne se manifeste de plusieurs façons, dont certaines ont déjà été présentées dans ce travail. Les principales d'entre elles, que nous explorerons plus, en détail sont :

- La vente directe, plus spécifiquement ciblée pour les avatars
- Des locaux virtuels d'entreprises, par exemple pour y tenir des réunions
- L'utilisation de l'espace à des fins publicitaires

Avant d'approfondir ces cas d'usage, une façon pragmatique de constater qu'il s'agit plus que d'un simple effet de mode, consiste en une énumération arbitraire, non exhaustive et sciemment hétérogène de grandes entreprises ayant actuellement une présence dans les metaverses modernes, et la façon dont elles l'exploitent :

Tableau 1 : Cas d'usages du metaverse de grandes entreprises

Entreprise	Utilisation
Nike	Construction de Nikeland, inspiré « du siège social réel de Nike » sur le metaverse Roblox, où les visiteurs peuvent participer « à divers mini-jeux ». Lancement de NFTs représentant des paires de baskets pour les avatars en « collaboration avec le studio de mode RTFKT ». (81)
Samsung	Construction de 837X, inspiré d'un célèbre magasin new-yorkais de la marque, sur le metaverse Decentraland, où elle propose, entre autres, des jeux, des prix en NFTs, et des événements comme la présentation de nouveaux produits. (82)
McDonald's	Dépôt de brevets pour des restaurants virtuels, où les clients peuvent se retrouver et y commander des produits McDonald's à consommer réellement. Lancement de NFTs et indication par les brevets de futurs NFTs uniques pour le metaverse. (83)
Alibaba	Lancement d'un centre commercial virtuel complètement immersif dans le cadre d'un festival chinois de shopping, en réponse aux mesures sanitaires restrictives mises en place dans le pays pour faire face à la crise du COVID-19. (84)
Gucci	Création d'un Gucci Garden, inspiré par une exhibition réelle de la marque, sur le metaverse Roblox, où les utilisateurs peuvent traverser des pièces agencées sur le thème de la mode. Création d'un magasin d'objets digitaux où un sac virtuel estampillé Gucci a notamment été vendu plus cher que son équivalent réel. (85)
Walmart	Lancement d'une collection de NFTs et projet de lancement d'une cryptomonnaie propriétaire. Dépôt de marques pour des produits virtuels tels que de l'électronique, de la décoration, (...) (86)
BMW	Création de JOYTOPIA, un metaverse propriétaire visant à présenter la vision de la marque et le futur de la mobilité de façon interactive. Il s'y est déroulé un concert de Coldplay. (87)

(81 – 87)

4.1.1 D2A : la vente de demain

Si Gucci a été citée en tant que marque de mode et prêt-à-porter ayant un pied-à-terre dans le metaverse, elle n'est de loin pas la seule à s'inscrire dans cette tendance. Louis Vuitton, Panerai, Burberry, Balenciaga, Dolce & Gabbana (85), Dior (25), Prada, Tom Browne (88) et d'innombrables autres apparaissent jour après jour dans une liste aux allures de grand-messe fashion. L'habillement grand public n'est pas en reste non plus, avec des mastodontes tels que Nike (81), Adidas (89) et Tommy Hilfiger (26) qui proposent, d'ores et déjà, des vêtements sous formes de NFTs.

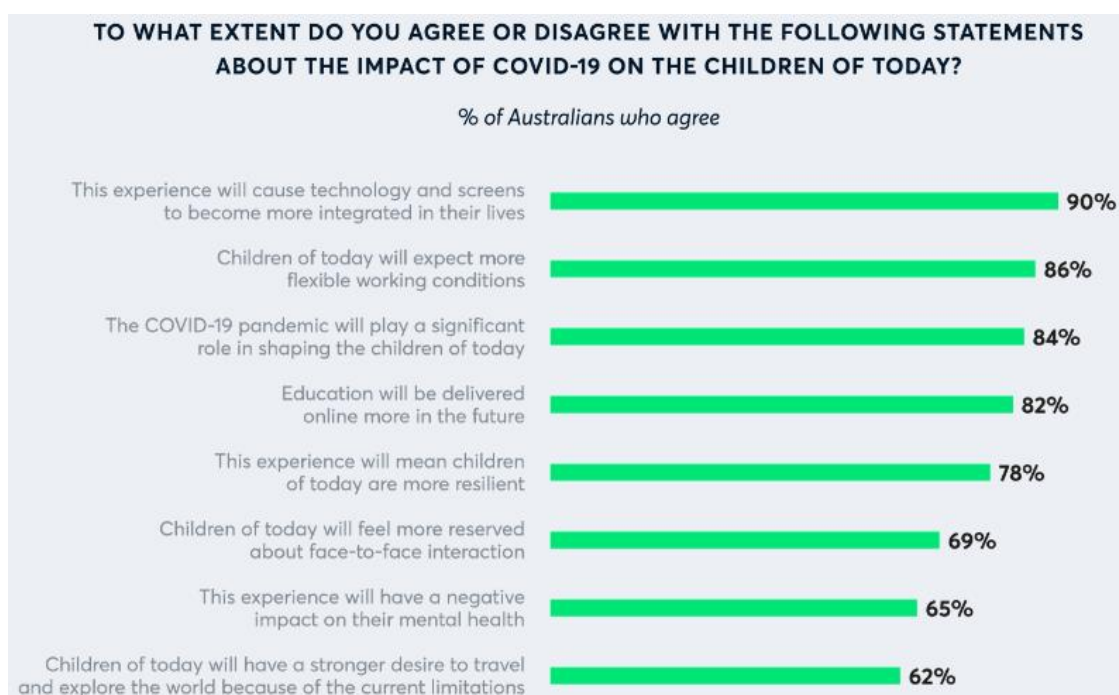
Le but de tous ces géants de l'industrie de la mode est clair et commun : offrir à nos jumeaux numériques un moyen d'affirmer leur style dans le metaverse. Cette étape majeure de l'évolution de la vente de vêtement représente le D2A, dont nous avons précédemment expliqué l'avantage apporté vis-à-vis de la gestion de la chaîne logistique (26).

Toutefois, il serait malvenu de réduire l'intérêt des marques porté au metaverse à la simple praticité qu'il offre pour leurs activités. En effet, il s'agit de construire l'habillement de demain, et quoi de mieux pour ce faire qu'un appel du pied à ceux à qui il sera destiné. On peut notamment penser aux générations plus jeunes, par exemples celles dites « Alpha », comprenant les enfants nés après 2010 (90), et « Z », qui englobe les personnes nées entre 1997 et 2010 (91). En effet, les membres de ces groupes démographiques constituent l'essentiel de la population de certains metaverses, par exemple sur Roblox où deux tiers des utilisateurs ont jusqu'à 16 ans (26).

Le cas de la génération Alpha est également très intéressant du point de vue du D2A. Effectivement, elle est la première génération qui grandit et grandira avec le metaverse, construisant ainsi une préférence différente entre les biens physiques et digitaux (92) par rapport à celle de ses prédécesseurs. La crise du COVID-19 a probablement exacerbé ce fait, car une part importante de l'existence de ces jeunes a été conditionnée par l'exposition au numérique et à la technologie. Bien qu'il soit encore difficile d'évaluer l'impact de la crise sur cette population, nombreux sont celles et ceux qui pensent qu'elle va profondément altérer leur existence, et notamment leur rapport au digital (93).

Ces jeunes personnes pourraient donc, de facto, constituer un cœur de cible parfait pour la vente à l'avatar, dont ils vont être les principaux protagonistes dans les années à venir.

Figure 20 : Impacts du COVID-19 sur la génération Alpha



(93)

Les jeunes ne sont toutefois pas les seuls touchés par le D2A. L'acte d'achat et de possession de NFTs spéciaux, par exemple celui représentant le sac Gucci mentionné dans le tableau ci-avant (85), serait influencé par les mêmes mécanismes que la consommation de biens dits « à effet Veblen » (20), c'est-à-dire dont le désir augmente avec le prix, ce qui est en contradiction avec la loi de l'offre et de la demande (94). Si cela n'est pas spécifique aux NFTs destinés aux avatars, il n'y a probablement pas de meilleure vitrine pour des accessoires virtuels que notre alter-ego de pixels, et il semblerait que les marques l'aient déjà compris.

4.1.2 Des bureaux de pixels

Attardons-nous un moment encore sur la crise du COVID-19. S'il n'est pas raisonnable de juger de la positivité ou de la négativité de son impact, tant les ramifications qu'elle a engendré sont nombreuses et importantes, l'avènement de la vidéoconférence en tant qu'outil professionnel est certainement quelque chose que l'on associera au COVID-19 dans les années à venir.

Avec la popularité croissante des outils de vidéoconférence, de nombreuses études se sont attardées sur les avantages et, bien entendu, les inconvénients qu'ils ont amenés au monde du travail. L'une de ces études (95), qui a agrégé les travaux de plusieurs chercheurs s'étant intéressés au sujet, a séparé ces différences en trois catégories hiérarchiques, souvent dénommées par les anglophones comme suit : « the good » (le

bon), « the bad » (le mauvais), « and ugly » (et le « moche »). Dans ce qui est présenté comme « mauvais » et « moche », on trouve notamment de nombreux problèmes liés à la caméra tels qu'une utilisation inappropriée ou inefficace (lumière, angle, regarder la caméra ou non). Sont également cités le fait d'être concentré sur soi ou sur le retour visuel des autres au lieu du sujet en discussion, ainsi que la perception des gens vis-à-vis de ceux donnant l'impression de faire plusieurs choses en même temps, de ceux qui mangent devant la caméra et de ceux qui ne l'utilisent simplement pas (95). À l'inverse, dans le camp du « bon », l'étude cite notamment l'ajout de fonctionnalités de messagerie instantanée et de vote sur les outils en question (95).

On constate rapidement qu'il y a plus de négatif que de positif dans cette liste, alors que d'autres points négatifs ont été sciemment omis car moins pertinents dans notre étude. Toutefois, il est intéressant de noter que le metaverse résout, en grande partie, ce qui est présenté comme étant mauvais, sans pour autant altérer ce qui est présenté comme bon. En effet, la plupart des metaverses modernes intègrent d'ores et déjà un chat, et il est tout à fait possible d'y organiser des votes pour les besoins d'une entreprise. Mieux encore, un système de vote intégré à un tel metaverse professionnel pourrait, par exemple, exploiter la blockchain afin de suivre les principes d'une organisation autonome décentralisée, ou DAO (*decentralised autonomous organization*). Ce type d'organisation, assez spécifique, fonctionne grâce à un smart contract sur lesquelles les règles sont inscrites de façon transparente. Ce contrat ne peut pas être influencé par une gouvernance centrale, ni même être modifié sans que les membres de la DAO n'en soient notifiés et en aient voté la modification, selon le consensus implémenté (96).

En ce qui concerne le mauvais, la plupart des problèmes liés à la caméra disparaissent lorsque les personnes sont représentées par leurs avatars. Du reste, celles d'entre elles qui ne l'utilisent pas pour des raisons différentes que l'économie de la bande passante (timidité, matériel, logistique, etc.) seraient, elles aussi, capables d'être représentées dans un metaverse de la même façon que leurs collègues. En ce qui concerne la perception d'un avatar vis-à-vis d'un visage réel, nous avons déjà démontré les gains et pertes que cela pouvait engendrer.

De fait, et comme pour chaque technologie disruptive, tout n'est pas tout blanc ou tout noir. Toutefois, une analyse des travaux réalisés jusqu'à présent considère le metaverse comme une amélioration possible du système de vidéoconférence, qui s'est massivement démocratisé récemment. Des entreprises sont même allées jusqu'à créer des metaverses spécialement apprêtés pour la collaboration professionnelle et le travail d'équipe. On peut mentionner NextMeet, une entreprise indienne, dont le fondateur et

directeur cite, comme raison derrière la conception de leur produit, la difficulté à garder de l'engagement dans un environnement bidimensionnel dans lequel collaborent 20 personnes (97). PixelMax est un autre exemple d'entreprise s'intéressant au metaverse professionnel. La startup britannique propose, en effet, des places de travail immersives qui, en plus des fonctionnalités de base permettant la collaboration, possèdent également des emplacements de détente pour les employés dans divers lieux virtuels insolites tels qu'une forêt, un aquarium, voire la lune (97). Le cofondateur de l'entreprise mentionne le désir de connecter différentes places de travail virtuelles (97), s'inscrivant ainsi dans l'école du metaverse ouvert et interopérable.

Il existe aussi des entreprises qui, quasi-littéralement, jouent déjà le jeu en tenant des réunions et en réalisant des essais dans le metaverse. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, il est intéressant de constater qu'il ne s'agit pas que d'entreprises spécialisées dans les technologies de l'information et de la communication, ni même d'entreprises ayant les jeunes, plus réceptifs aux dites technologies, comme cœur de métier. En effet, si nous avons énuméré Walmart dans le tableau listant une sélection d'entreprises majeures ayant une présence dans le metaverse, les alter-egos européens du géant américain de la grande distribution ne sont pas en reste en ce qui concerne l'exploitation de ce nouvel outil.

Effectivement, le 18 mai dernier, Alexandre Bompard, PDG de Carrefour, accueillait dans le metaverse « des diplômés de Polytechnique et de l'IMT Business School, car Carrefour veut recruter plus de 3000 Data Scientists et Data Analysts d'ici 2026 » (98). E.Leclerc, son concurrent direct, y rassemblait son comité de direction le mois précédent « afin de comprendre le fonctionnement et les enjeux de collaboration pour le groupe et ses adhérents magasins » (98).

Figure 21 : Discours du PDG de Carrefour dans le metaverse



(99)

D'autres entreprises ne voient simplement pas l'intérêt d'exploiter le metaverse comme un outil de gestion d'entreprise, voire ressentent une réticence non dissimulée. Lorsque Bouygues, une autre grande entreprise française, a également tenu une séance de son comité de direction dans le metaverse, l'expérience a même été qualifiée de « ridicule » « course à l'innovation », alors qu'un « directeur financier d'une grosse startup » disait ne trouver « absolument aucun intérêt » à ce genre de tentative (98).

Il existe des entreprises qui sont intéressées par le metaverse, voire travaillent dessus, mais ne voient simplement pas de raison de l'utiliser pour des réunions ou pour passer des entretiens d'embauche, à l'instar des cas précités. C'est par exemple le cas d'EverdreamSoft, dont l'expert metaverse nous explique une des raisons :

« Actuellement, en tant que compagnie, on n'a pas forcément d'utilisation à l'interne. Un problème de ce cas de figure, c'est que les casques de VR actuels ne sont pas extrêmement pratiques. Je pense que les compagnies ne vont pas mettre longtemps avant de proposer des lunettes très légères et qui ne causent pas ce sentiment de tête lourde. Du coup, nous l'utilisons surtout pour créer du contenu, pour toucher de nouveaux utilisateurs dans les metaverses que l'on investit, et également pour créer de nouvelles expériences pour nos utilisateurs actuels. » (Yéred Peronnet, 2022)²

On trouve, ici, une barrière à l'entrée dans le metaverse immersif liée au matériel. Tous les metaverses ne requièrent pas forcément de casques XR pour fonctionner, mais y évoluer sans, supprime incontestablement une partie de l'intérêt de l'expérience. De plus, il est souvent nécessaire de posséder un ordinateur, qui plus est relativement puissant, parfois, afin de pouvoir supporter en temps réel des environnements tridimensionnels riches. Cela ne constitue d'ailleurs qu'un exemple, car cette transition, si elle s'effectue, s'accompagnera d'une série de défis et de complexités à surmonter. En plus de la sensation de perte d'interactivité que ressentent certains participants à ces expériences (98), l'hybridité entre les pendants physiques et virtuels d'une entreprise évoluant dans le metaverse doit être assurée, et la transition entre les deux doit se faire de façon harmonieuse (97). De plus, l'interopérabilité mentionnée à de maintes reprises dans ce document, doit également être au centre des futurs metaverses et ce, qu'ils professionnels ou non (97), ce qui soulève également la question de la portabilité des compétences : travailler dans un certain metaverse apportera-t-il une plus-value dans l'utilisation d'un autre (97) ? Une personne peu à l'aise avec ce genre de technologie mais très compétente dans son domaine de prédilection sera-t-elle délaissée au profit d'une autre plus en phase avec le metaverse ?

² Entretien avec Yéred Péronnet, spécialiste du metaverse chez EverdreamSoft, vidéoconférence, 20 juillet 2022 (cf. Annexe 1)

4.1.3 Le marketing et l'événementiel

Si le dernier cas d'usage du metaverse que nous avons mentionné pourrait être perçu, pour l'heure, comme un cas de niche, passons désormais au cas le plus prégnant : celui du marketing.

Revenons un instant sur l'exemple du NFT à l'image d'un sac Gucci mentionné précédemment. Si, initialement, son prix avait été établi à 6 dollars américains, son prix de vente final a été 686 fois plus élevé et 715 dollars plus cher que son équivalent réel (100). Bien qu'il soit difficile de savoir la quantité de travail qui a été abattue pour créer ce NFT ainsi que son coût réel de création, il est raisonnable de penser que celui du sac dont il est issu est supérieur, notamment à cause de la création du design, de la matière première utilisée et des besoins logistiques qu'il engendre. Est-ce que cette plus-value est intéressante pour l'entreprise ? Probablement. Est-ce que le fait qu'une importante partie de la presse spécialisée des univers de la mode, du Web3 et de la technologie en général en ait parlé et ait mis la marque sous les projecteurs est intéressant pour l'entreprise ? Incontestablement.

Ce cas était toutefois relativement ciblé, et il existe des façons plus convenues de créer de la publicité dans le metaverse. Les allures de panneaux publicitaires que revêtent nos villes de pierre et de fer se sont, en effet, parfaitement adaptées à un environnement plus impalpable. Nous reviendrons plus en détails sur ce point dans l'étude sur le terrain du metaverse. Dans tous les cas, une rapide visite nous surexpose à des contenus associés à des marques réelles, mais aussi à de la publicité pour des particuliers désireux de s'approprier ce nouveau business model.

Toutefois, il est intéressant de noter que tous ne cherchent pas forcément à vendre des biens réels et certains d'entre eux font d'ores et déjà la promotion de NFTs, par exemple pour les avatars, ou pour des événements digitaux qui ont connu un réel essor. Là aussi, il s'est agi de s'adapter pour beaucoup d'artistes, accusant le coup de la période COVID-19. De Foo Fighters, à Ariana Grande, en passant par Travis Scott ou encore David Guetta (101), tels sont des exemples de réelles sommités du 4^{ème} art qui ont poussé ce dernier jusqu'aux frontières du metaverse. De quoi faire réfléchir et attirer les marques en vue de partenariats, à n'en point douter.

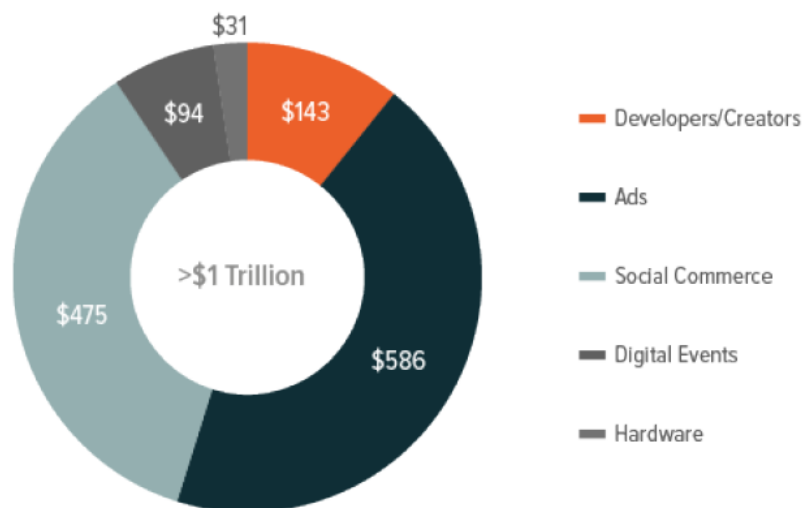
Pour ce faire, certains proposent des expériences reproduisant certains stimulus du monde réel, tel que le maintien de « l'aspect humain » grâce à la « magie d'une foule » (102), certes virtuelle, tout en amplifiant la sensation grâce à des « expériences uniques ne dépendant pas des lois de la physique et de la gravité » (102) rendues possibles grâce aux technologies de XR.

Quoi qu'il en soit, il est désormais évident que le metaverse offre de nouvelles possibilités en termes de business pour les professionnels, et certains sont plus prompts que d'autres à pénétrer ce marché, en quête d'un nouvel eldorado commercial. D'après Global X ETFs, un fournisseur de fonds échangés en bourse (*Exchange traded fund : ETF*) (103), le marché pèserait potentiellement plus de 1'300 milliards de dollars américains (104), dont près de la moitié serait dédiée au seul domaine de la publicité. Si on ajoute à cela le commerce social, qui « implique les médias sociaux et d'autres médias numériques qui soutiennent l'interaction sociale et les contributions des utilisateurs pour aider dans l'achat et la vente de produits et services en ligne » (105), c'est environ 80% du potentiel de marché du metaverse qui est couvert, soit près de 1'000 milliards de dollars américains (104).

Figure 22 : Marché du metaverse en milliards de dollars US

METaverse'S POTENTIAL TOTAL ADDRESSABLE MARKET (\$BN)

Source: Global X ETFs, App Annie, Zenith, Grand View Research, BCG.



Note: All verticals based on 2020 estimates except for "Hardware" which uses a 2021 estimate. (104)

S'il est certain que cela représente une importante quantité d'argent et un potentiel commercial conséquent, les professionnels ne sont pas les seuls à convoiter cette opportunité. Voyons, à présent, quelle part de ce gâteau très lucratif les particuliers se partagent...

4.2 Les particuliers

Si l'attrait des professionnels pour les opportunités pécuniaires offertes par le metaverse était prévisible, la composante majeure de ce changement de paradigme du monde professionnel concerne les particuliers. En effet, et comme nous l'avons mentionné précédemment avec l'exemple de Second Life, la volonté de monétiser le temps des utilisateurs d'un metaverse a, depuis longtemps, été étudiée par leurs créateurs. Toutefois, ce sont les technologies actuelles comme la blockchain qui ont réellement désinhibé ce potentiel et, de fait, qui nous permettent d'envisager le metaverse comme un lieu de travail, viable pour certains, spéculatif pour d'autres.

À l'instar des caractéristiques des expériences bac-à-sable, la façon de procéder n'est pas évidente de prime abord, et il existe en réalité plusieurs sous-catégories de metaverses ou d'activités sur le metaverse qui permettent de générer de l'argent. Nous allons donc les explorer une à une et tenter de comprendre les maillons de l'évolution ayant permis leur émergence.

4.2.1 La création et la monétisation de contenu

Chronologiquement, le premier de ces éléments a été la monétisation de l'UGC, dont on rappelle qu'il s'agit de contenus créés par les utilisateurs. Toutefois, et si nous avons mentionné l'exemple de la création de modèles pour des avatars, l'UGC est en réalité un concept beaucoup plus globalisant : surfer sur un navigateur open-source, développer des applications, poster du contenu sur les réseaux sociaux, crowdsourcer ou encore éditer un article sur une encyclopédie participative (106) constituent, en effet, tous des exemples d'UGC présents depuis des années. En effet, la différence principale entre le Web 2.0, dans lequel nous vivons actuellement, et son prédécesseur, réside dans la participation active des utilisateurs à sa modélisation, tandis que sa précédente itération était principalement statique. Toutefois, cette participation ne signifie pas pour autant que les utilisateurs sont récompensés pour leur travail. Au contraire, on peut argumenter que ces derniers choisissent sciemment d'offrir leur temps et leurs données, deux des ressources les plus précieuses qu'il reste à l'humanité.

Lorsque l'on regarde cela d'un œil critique et pragmatique, on peut légitimement se demander pourquoi est-ce que les entreprises, qui mettent à disposition des outils permettant de générer de l'UGC, se priveraient d'une telle manne, en redistribuant les cartes dans les mains des utilisateurs. Le directeur créatif de Traplight, une entreprise spécialisée dans le développement de jeux basés sur la création d'UGC, mentionne les raisons suivantes pour expliquer ce fait (107) :

- L'UGC est engageant grâce au sentiment de participation et de création. L'effet IKEA est cité comme exemple de ce sentiment.
- Il est inhéremment social, grâce aux retours reçus sur les contenus créés.
- Il permet de garder une expérience fraîche en y ajoutant régulièrement du contenu. En effet, les outils de création sont entre les mains des joueurs et non entre celles des développeurs uniquement.
- Les jeux basés sur l'UGC ont un côté unique, qui les démarquent des autres.
- Un tel jeu encourage la création de contenu de qualité.

Ce dernier point est critique pour la pérennité des contenus créés dans le metaverse. Effectivement, un utilisateur sera beaucoup plus enclin à construire du contenu avec peine et application lorsqu'il sait que ledit contenu pourra être monétisé. Dans le Web 2.0, c'est la quantité qui est privilégiée. Lorsqu'une information tombe, des millions de posts la relaient, souvent le plus rapidement possible afin de créer de l'engagement avant son prochain et, parfois, de façon extrêmement racoleuse. Ce partage de l'information, ensuite redistribué au plus grand nombre par la logique algorithmique derrière les systèmes de « likes », devient alors parfois de la désinformation. Cela constitue, d'ailleurs, l'une des raisons principales derrière le concept de « fake news » (108), quasiment indissociable des caractéristiques actuelles d'internet.

Si cette série d'arguments peut aussi s'appliquer à des jeux et/ou à des expériences sans monétisation, cette dernière va évidemment encourager les utilisateurs à créer et tenter de générer un revenu via leurs créations. Toutefois, dès lors qu'une partie de l'argent finit sa course dans les mains des utilisateurs, devenus créateurs, il échappe aux développeurs et aux entreprises les engageant. Cet équilibre complexe est au cœur des metaverses modernes et du Web3, et résoudre l'équation qui permettra d'assurer un revenu intéressant tant pour les entreprises que pour les particuliers qui y participent constitue l'un des pendants d'une nouvelle ruée vers l'or, ici au sens propre comme au sens figuré. Interrogé sur le sujet, Yéred Peronnet perçoit cela de la façon suivante :

« Pour l'instant, dans le code des NFTs, il n'y a pas encore de façon d'intégrer les royalties liées au marché secondaire. Cela est directement géré dans les places de marché en ligne qui gèrent ça dans leur système. Du coup, il y a encore de l'exploration à faire car le marché secondaire est l'une des clés pour pallier le manque à gagner des ventes, selon moi. Lorsqu'on fournit des outils et que les gens les utilisent pour créer quelque chose, on pourrait imaginer que le code partage le montant d'une certaine manière avec une partie pour le provider. On peut également imaginer que notre plateforme offre de l'interopérabilité, mais au prix de petits frais. C'est tout un pendant qui est déjà dans la tête des développeurs, mais qui doit être imaginé, créé et implémenté. J'espère que c'est dans cette direction là que ça va aller. » (Yéred Peronnet, 2022) ³

³ Entretien avec Yéred Péronnet, spécialiste du metaverse chez EverdreamSoft, vidéoconférence, 20 juillet 2022 (cf. Annexe 1)

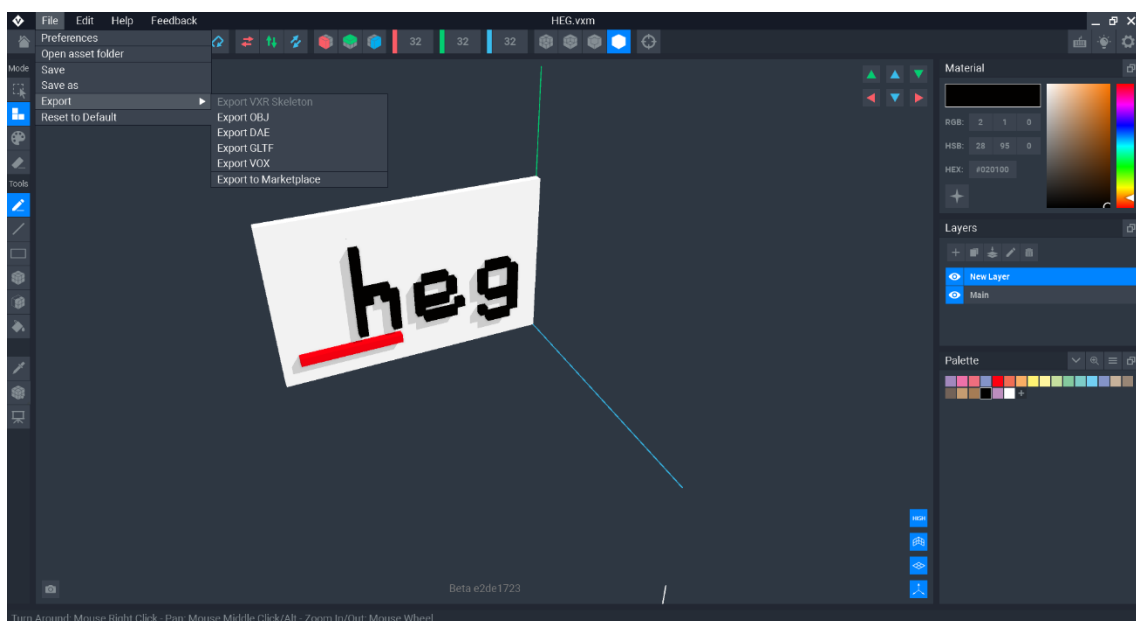
Dans cette citation, il mentionne la clé de voûte de la professionnalisation de l'UGC : les NFTs. En permettant de réellement posséder le fruit de notre création via l'inscription de sa propriété sur la blockchain, de l'échanger librement entre plusieurs univers selon le principe de l'interopérabilité et grâce à la tokenisation de ces expériences via des cryptomonnaies, il est plus facile que jamais d'utiliser ce genre d'outils à des fins lucratives.

Figure 23 : Galerie d'œuvres d'art à vendre sur le metaverse Decentraland



(Cyril Schranz, 2022)

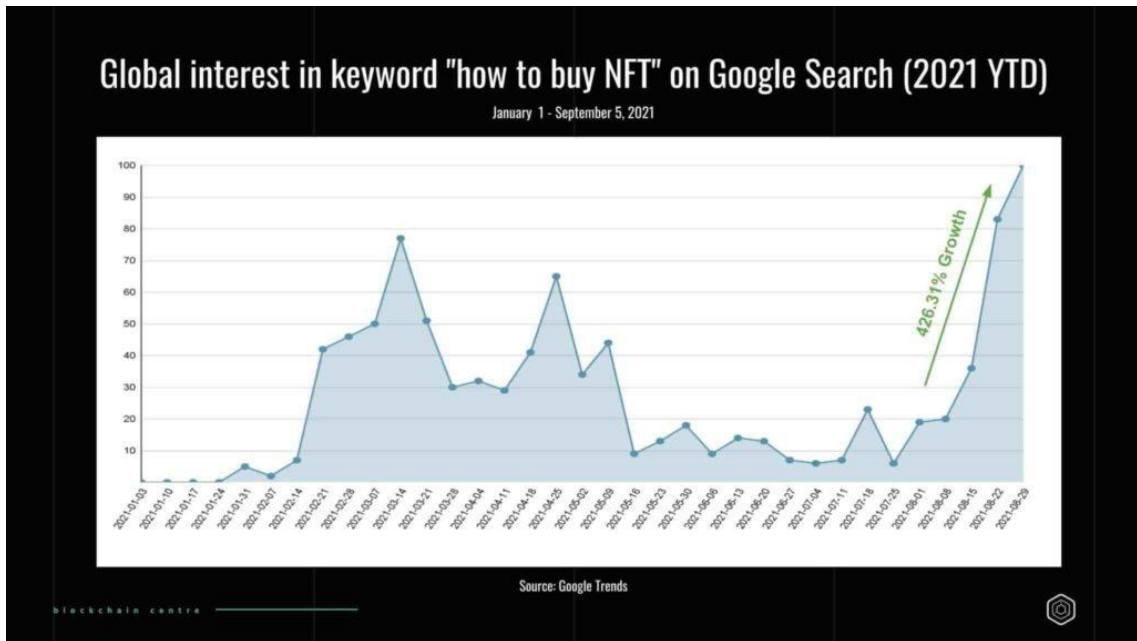
Figure 24 : Outil de création de modèle intégré au metaverse The Sandbox



(Cyril Schranz, 2022)

L'histoire de l'UGC et de sa monétisation a donc été écrite, au fil du temps, pour parvenir à cette finalité grâce à l'apport de la blockchain. Toutefois, nous pouvons remarquer qu'entre une itération telle que celle proposée par Second Life, mentionnée précédemment, et la version actuelle supportée par la blockchain, les tâches réalisées par le créateur sont similaires. La blockchain a donc, dans ce contexte, permis d'améliorer un processus déjà relativement bien établi, et lui a donné de la couverture grâce à la vague d'enthousiasme et de démocratisation médiatique à l'endroit des NFTs et des cryptomonnaies, survenue en 2021.

Figure 25 : Evolution de l'intérêt dans l'achat de NFTs en 2021



(109)

Il convient toutefois de préciser que, dans le contexte spécifique de ces statistiques (109), tous les NFTs ne sont pas nécessairement associés à de la création de contenu par des utilisateurs finaux, et peuvent aussi bien être proposés par des marques et autres professionnels. Il convient également de préciser que cette vague d'enthousiasme a nettement chuté durant l'année 2022, si bien que le pic d'intérêt dans les NFTs atteint à la fin de l'année précédente, était trois fois supérieur à celui qui allait se dessiner trois mois plus tard seulement (110). Cette problématique de la volatilité, globale au domaine des cryptomonnaies, qu'elles soient associées ou non à des métaverses et NFTs, pose une réelle question sur la viabilité d'une activité principalement axée autour de ces technologies pour les particuliers. En effet, même si la blockchain, en tant qu'instrument financier, existe depuis un moment et que de nombreux projets plus ou moins viables ont vu le jour depuis, le domaine est sujet à des périodes difficiles, qualifiées de « crypto winter » ou « d'hiver crypto » par les experts.

Ce terme est une façon populaire de désigner les conditions de marché dans lesquelles la plupart des cryptomonnaies « subissent des pertes de valeur très importantes et durables » (111). De façon plus axée sur l'aspect financier et spéculatif du marché sous-jacent, on peut également mentionner les phases dites de « bear market », où les courbes de valorisation des actifs étudiés sont descendantes. De fait, pour qu'un particulier, ne disposant pas d'importantes réserves financières, puisse sereinement investir de son temps en envisageant une carrière dans le metaverse, il sera nécessaire pour le macrocosme l'entourant de gagner en maturité. Cela nécessitera notamment le passage de plusieurs de ces phases compliquées, diminuant ainsi les fortes variations liées aux mouvements de panique qui y sont associés, mais aussi une régulation du domaine qui n'en est, pour l'heure, qu'à ses balbutiements.

Qu'il s'agisse de traders en devenir, d'artistes ou simplement d'esprits créatifs, tenter de vivre du metaverse via l'UGC et les NFTs constitue donc des opportunités, irrémédiablement associées aux risques inhérents au domaine de la blockchain. Il existe, toutefois, une autre façon plus contemporaine que l'UGC d'y gagner de l'argent, mais non moins sujette auxdits risques.

4.2.2 Du pay-to-play au play-to-earn

Le second de ces sous-variants, bien que partiellement associé au premier, est le P2E. À nouveau, effectuons un bref rappel de la signification de ce terme, qui représente le fait de gagner de l'argent en jouant. De fait, il est associé aux jeux vidéo en particulier, mais nous avons d'ores et déjà mentionné la relative obscurité de la frontière entre un metaverse moderne, et un jeu vidéo bac-à-sable. Une fois n'est pas coutume, nous ne nous concentrerons pas, dans ce chapitre, sur des façons détournées de gagner de l'argent en jouant à des jeux vidéo, pas plus que nous le ferons pour des jeux où l'UGC est le moteur principal derrière le gain d'argent du joueur. À l'inverse, nous nous intéresserons aux jeux dans lesquels la jouabilité est au cœur de l'expérience et où la monétisation vient se greffer sur un jeu qui pourrait, sans cet aspect financier, être apprécié de façon autonome.

Une fois de plus, il s'agit d'une idée initialement dissociée de la blockchain et de ses usages. Toutefois, et s'il est difficile de trouver clairement la paternité de ce type de jeu, il semblerait que la première expérience de ce genre soit également issue de Blizzard, parents de World of Warcraft, avec la sortie en 2012 de Diablo III. Cette licence était connue, avant la sortie de cet épisode, pour l'omniprésence de butin offert au joueur et central à la progression de son personnage. Pour ce troisième opus, cette logique était toujours présente, mais Blizzard avait intégré au jeu un hôtel des ventes participatif où

les joueurs pouvaient vendre ledit butin à d'autres contre de l'argent réel. Le problème associé à cette décision résidait dans le côté frustrant du système, où le butin intéressant avait été sciemment rendu plus rare et difficile à obtenir afin d'accommoder le système d'hôtel des ventes (112). Ainsi, les joueurs seraient plus motivés à l'utiliser afin de progresser dans le jeu, et Blizzard profiterait de commissions qu'ils ont intégrées aux ventes réalisées sur le jeu. Pour un joueur ayant fait ses armes à la fin de la décennie passée ou au début de celle-ci, cela peut sembler être quelque chose de relativement normal, notamment à cause de l'omniprésence des jeux dits « pay-to-win » (P2W). Ces derniers placent, bien souvent, les joueurs en confrontation directe, et sont construits de telle manière qu'un joueur dépensant de l'argent possédera un avantage significatif par rapport à ceux qui ne le font pas. Afin de légitimer ce modèle économique, ces types de jeux sont également souvent des jeux gratuits, dits « free-to-play » (F2P). Les prédispositions des joueurs d'alors étant différentes, le système de monétisation de Diablo III a provoqué beaucoup de remous et de plaintes au moment des faits, si bien qu'il a été totalement abandonné par Blizzard deux années plus tard (112) et, dans la foulée de ce changement, le jeu a subi une refonte complète de son système de butin.

Diablo n'est pas la seule licence majeure du média à avoir proposé un épisode disposant d'une composante P2E en 2012. En effet, la même année sortait Counter Strike : Global Offensive, souvent abrégé en CS:GO, un jeu de tir à la première personne. L'année suivante, ce même jeu recevait une mise-à-jour majeure, intégrant l'obtention et la revente d'objets à d'autres joueurs (113). Cette implémentation ne semble donc, de prime abord, que peu différente de celle proposée sur Diablo III lors de sa création. De fait, comment expliquer que la véhémence de ses joueurs s'est nettement moins ressentie sur un jeu avec une implémentation similaire proposée pendant la même période ? La réponse réside dans le type d'objets monétisables par les deux jeux. Dans le cas de Diablo III, il s'agissait, comme mentionné précédemment, d'objets centraux à la progression du joueur. Quant à CS:GO, Valve, l'entreprise derrière le jeu, a proposé des objets à l'intérêt purement cosmétique, et n'ayant aucun impact sur la jouabilité du titre (113). En s'affranchissant d'une composante P2W, la pression exercée sur le joueur dans l'achat de ces contenus a donc été amoindrie, sans empêcher pour autant ceux qui le souhaitent d'acheter la trouvaille d'autres joueurs dans le simple but de mieux paraître dans le jeu. À ce titre, nous ne sommes pas très loin des logiques qui président aux métaverses modernes, avec l'achat de vêtements rares pour nos avatars à travers les NFTs. Il est, du reste, possible que la création de Valve ait influencé le métaverse tel que nous le connaissons aujourd'hui d'une façon ou d'une autre.

Finissons notre série de sauts annuels et rendons-nous en 2014 lorsque sort le premier jeu P2E basé sur la blockchain : *Huntercoin* (114). En proposant un MMO, où les joueurs obtiennent des tokens propriétaires du même nom, ces mêmes joueurs étaient ainsi récompensés directement dans leur porte-cryptomonnaie. Il leur était alors possible d'échanger lesdits tokens avec d'autres personnes via des plateformes d'échange de cryptomonnaies et/ou contre de l'argent réel (115).



(11)

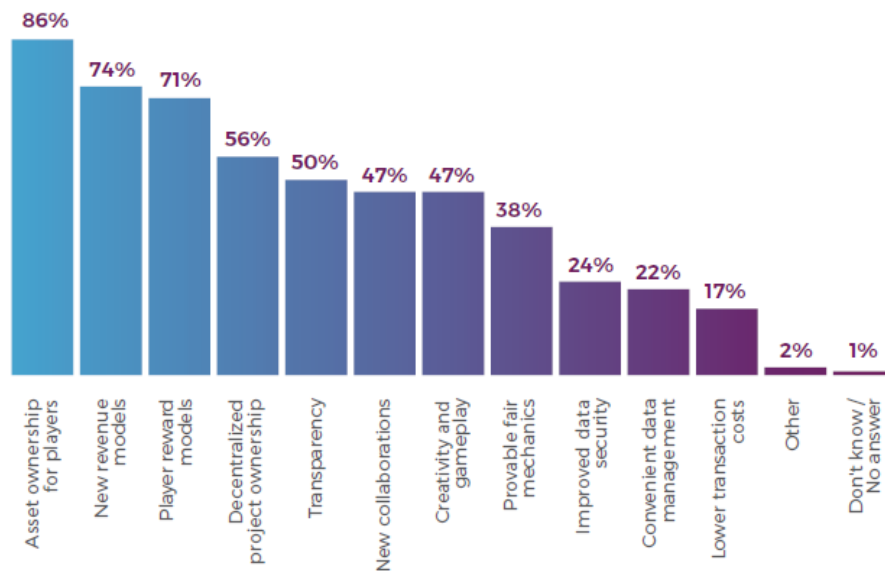
Depuis 2014, le domaine du jeu vidéo basé sur la blockchain a vu et continue de voir émerger toutes sortes de propositions plus ou moins populaires. Bien que fondée quatre ans plus tôt, c'est d'ailleurs en 2014 que l'entreprise EverdreamSoft, mentionnée précédemment, a commencé à intégrer la blockchain dans la création de ses jeux vidéo (116). En ce sens, le studio genevois fait office de pionnier en la matière. Il est, par ailleurs, intéressant d'effectuer une digression en mentionnant l'importance de la Suisse dans l'histoire de la blockchain et des cryptomonnaies. En effet, un clin d'œil à la Silicon Valley, berceau de nombreuses entreprises du domaine technologique, a été réalisé pour celui de la blockchain, en créant la Crypto Valley. Cette dernière, se trouvant dans la région de Zoug, accueille nombre d'acteurs majeurs du monde de la blockchain, notamment la fondation derrière Ethereum, mais aussi celles responsables d'autres blockchains parmi les plus importantes telles que Cardano et Solana (117). Le terme

Crypto Valley s'est d'ailleurs institutionnalisé en un consortium d'entreprises provenant de Suisse et du Liechtenstein et spécialisées dans la blockchain. En 2021, il englobait plus de 1'100 compagnies, dont près de la moitié se situent à Zoug (117).

Si l'on revient au jeu vidéo et à EverdreamSoft, l'une des motivations principales, évoquées par Yéred Péronnet, dans l'intégration par son entreprise de la blockchain dans l'univers du jeu vidéo réside dans la valorisation du temps passé par les joueurs⁴. En effet, en créant de la propriété durable, interopérable et monétisable pour le joueur tout en lui faisant passer un moment agréable et ludique, on se rapproche de la notion de job de rêve qui suscite de nombreuses convoitises.

HOW DOES THE GAMING INDUSTRY BENEFIT FROM BLOCKCHAIN TECHNOLOGY?

Respondents were given the option to select more than one answer.



(118)

Parmi tous les jeux P2E basés sur la blockchain, le plus important en termes de capitalisation boursière est Axie Infinity, si l'on exclut Decentraland et The Sandbox en les considérant non pas comme des jeux, mais comme des metaverses stricto sensu (119). Axie Infinity, sorti en 2018, est « un jeu de combat avec une dimension de commerce permettant aux joueurs de collecter, d'élever, de combattre et d'échanger des créatures appelées Axies » (120). Ces derniers, équivalents en NFTs des célèbres Pokémon, peuvent donc être échangés et vendus afin de générer de l'argent en jouant.

Même en période très avantageuse pour le cours de l'AXS, la cryptomonnaie associée au jeu, les sommes engrangées peineraient à rémunérer correctement le plus modeste des résidents suisses.

⁴ Entretien avec Yéred Péronnet, spécialiste du metaverse chez EverdreamSoft, vidéoconférence, 20 juillet 2022 (cf. Annexe 1)

En revanche, les habitants des Philippines, qui constituent près de 40% de la base des joueurs d'Axie Infinity (121), peuvent y créer un revenu largement capable d'approcher voire de dépasser le salaire médian du pays qui est actuellement de 578'500 pesos philippins par année, soit environ 10'000 francs suisse (122). En effet, certains philippins y toucheraient environ 600 dollars américains par mois (121) pendant que d'autres parviendraient à en obtenir jusqu'à 2'000 (123), en fonction de la conjoncture. Pour l'instant et pour revenir sur l'image précédemment énoncée, la situation semble plus proche du rêve que du cauchemar, mais les risques liés à la blockchain rôdent toujours...

Pour comprendre ce chemin de l'utopie vers le tourment, il faut comprendre comment Axie Infinity fonctionne au niveau le plus fondamental. En effet, si de multiples jeux dits « pay-to-play » (P2P) présentent un coût initial pour y jouer, le système d'Axie Infinity est un peu plus profond. En effet, il est nécessaire d'obtenir une équipe de trois Axies pour commencer à jouer et leur quantité est limitée (123). De fait, on ne parle pas d'une septantaine de dollars américains, prix relativement standard pour un jeu vidéo, mais bien d'une barrière à l'entrée pouvant osciller autour de 1'200 (121) à 1'500 dollars américains (123). Des investisseurs plus fortunés, appelés « managers », ont donc commencé à mettre des équipes d'Axies à disposition de joueurs plus modestes afin que ces derniers travaillent pour eux en tant que « scholars ». Ce faisant, les managers concluaient des contrats non régulés avec les scholars, qui devenaient alors leurs employés et leur versaient entre 30 et 50% de leurs revenus sur le jeu, en échange du prêt d'une équipe d'Axies (123). Le problème, c'est que la monnaie du jeu, le SLP (*Smooth Love Potion*) dépend de l'arrivée de nouveaux joueurs, ce qui s'apparente à un principe caractéristique d'une pyramide de Ponzi (123). Du fait de l'exigence de certains contrats en termes de SLP par jour requis, il pouvait devenir extrêmement difficile de respecter les exigences du contrat pour un scholar lorsque l'afflux de nouveaux joueurs diminuait, par exemple pendant un hiver crypto. Pire encore, cela agit comme une double punition. En effet, la conversion des SLP en AXS, qui constitue le moyen de monétiser le temps passé sur le jeu, dépend également de la conjoncture du marché des cryptomonnaies, diminuant la somme gagnée pour la même quantité de SLP engrangés.

Si ce système est évidemment problématique du point de vue de l'utilisateur final, la technique derrière le jeu, elle aussi, laissait manifestement à désirer. En effet, Ronin, la blockchain propriétaire des créateurs d'Axie Infinity, est une « sidechain » d'Ethereum, c'est-à-dire une « Blockchain séparée de la Blockchain principale en vue de fluidifier les opérations de transaction. Elle permet de transporter des données qui seront traitées d'une manière unilatérale avant d'être réinjectées dans la chaîne principale » (124). Toutefois, une attaque visant la technologie de pont reliant ces deux blockchains a fait

du cauchemar un véritable cataclysme pour un projet qui ne se portait déjà plus très bien en termes de nombre d'utilisateurs, et on estimerait que plus de 600 millions de dollars américains ont été dérobés du réseau à la suite de ce hack (123).

L'avenir du jeu semble désormais se dessiner autour d'une nouvelle version, nommée Axie Infinity : Origin. Cette dernière change certains mécanismes par rapport à son prédécesseur et, surtout, ne requiert pas l'achat d'Axies pour commencer à jouer (125).

Figure 26 : Partie d'Axie Infinity : Origin



(Cyril Schranz, 2022)

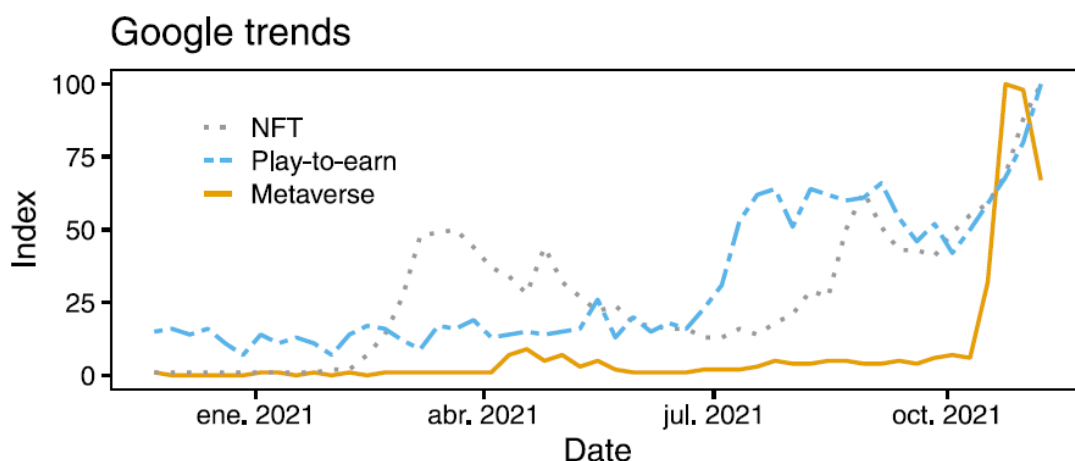
Si Axie Infinity reste l'actuel principal jeu vidéo P2E, il est judicieux de penser que de nombreuses autres expériences de grand acabit vont voir le jour. Appliqués à un jeu vidéo, les NFTs ont un but en dehors de la logique spéculative qui entoure généralement leur acquisition. L'association de l'univers du jeu vidéo et de celui de la blockchain semble donc être pertinente et indiquée, mais les joueurs traditionalistes rechignent à l'idée de voir la blockchain supporter l'industrie qui les passionne pour de multiples raisons (126). Yered Péronnet explique cette levée de bouclier de la façon suivante :

« Je vois une résonance avec l'avènement des jeux « free-to-play » de l'époque. Cela avait plus ou dérivé sur le « pay-to-win » où les entreprises donnaient des avantages à ceux qui achetaient tel ou tel objet avant de se rabattre sur un modèle économique plutôt basé sur les cosmétiques ce qui donne une expérience plus équilibrée. Je pense donc qu'il y a des ressentiments qui proviennent de cette période : « il y a des choses à acheter, donc les entreprises veulent se faire de l'argent sur le dos des joueurs, donc c'est pay-to-win, donc on n'en veut pas ». À l'instar de la blockchain et indépendamment des NFTs, il y a énormément d'éducation à faire et un bonhomme de chemin à parcourir. Il y a de plus en plus d'étudiants qui effectuent des travaux sur la blockchain et sur la métaverse, ce qui va participer à expliquer le domaine à ceux qui ne le comprennent pas. D'autant

*plus que même ceux qui travaillent dedans ne comprennent pas tout parfois *rire*. Mais c'est ça qui est beau : vu que c'est un univers inconnu, il y a beaucoup de choses à expérimenter, mais c'est désormais là et dans 50 ans, ça le sera toujours.*
 » (Yéred Peronnet, 2022)⁵

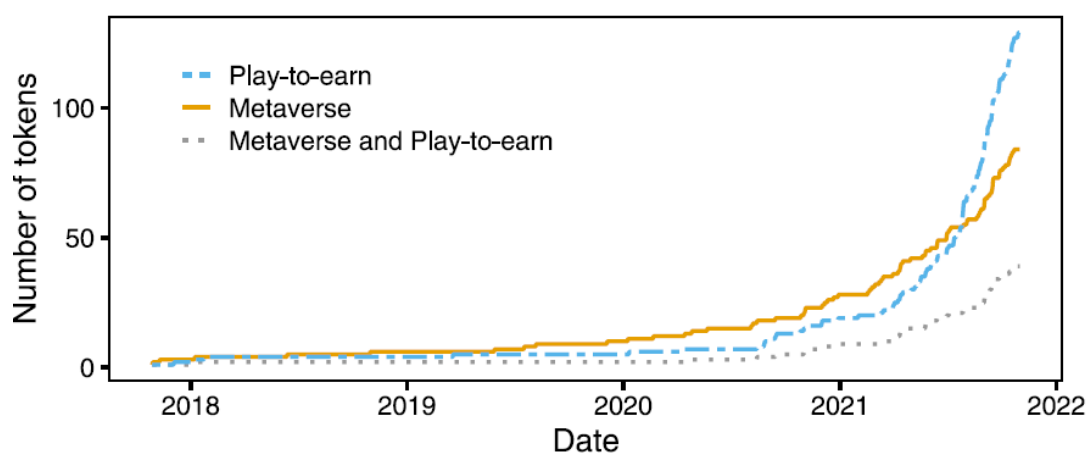
À l'instar du manque de maturité de la blockchain en tant que technologie, que nous avons mentionnée dans le chapitre précédent, on comprend alors que l'atteinte de ladite maturité passera également par une meilleure compréhension du grand public à l'égard d'une technologie certes beaucoup mise en avant par les médias, mais nettement moins comprise par ceux dont elle est sensée améliorer l'existence. Quoi qu'il en soit, les jeux vidéo P2E semblent intéresser le grand public. Nous avons jusqu'alors beaucoup mentionné le metaverse, mais le P2E est un domaine qui semble, dernièrement, porter davantage.

Figure 27 : Recherches Google des termes NFT, play-to-earn et metaverse, indiquées par un index égal à 100



(127)

Figure 28 : Nombres de tokens associés au metaverse et au play-to-earn



(127)

⁵ Entretien avec Yéred Péronnet, spécialiste du metaverse chez EverdreamSoft, vidéoconférence, 20 juillet 2022 (cf. Annexe 1)

5. Exploration du metaverse moderne

Afin d'ajouter du corps aux différents éléments théoriques précédemment étudiés, il s'agit, désormais, d'également réaliser une étude des metaverses modernes sur le terrain. Ce faisant, il sera plus facile de comprendre les spécificités et qualités respectives que chacun d'eux présentent et, ainsi, de définir quel metaverse est le plus adapté pour quel type d'utilisateur et pourquoi. Pour chacun des metaverses listés et explorés ci-après, une brève explication résumant l'expérience passée dessus sera énoncée, et cette dernière sera accompagnée par des captures d'écran représentant des éléments distinctifs et/ou marquants desdits metaverses. Finalement, un banc d'essai comparant les metaverses, selon les critères jugés comme étant les plus importants par les différentes sources étudiées dans cette recherche, sera réalisé.

5.1.1 Types de porte-cryptomonnaie

Pour l'utilisation optimale et complète de plusieurs des metaverses qui seront étudiés, l'installation d'un portefeuille de cryptomonnaies est fortement encouragée. Commençons donc par lister les différentes façons les plus communes d'obtenir et de stocker des cryptomonnaies, avant d'expliquer la marche à suivre dans l'installation du porte-cryptomonnaie que nous utiliserons sur ces metaverses.

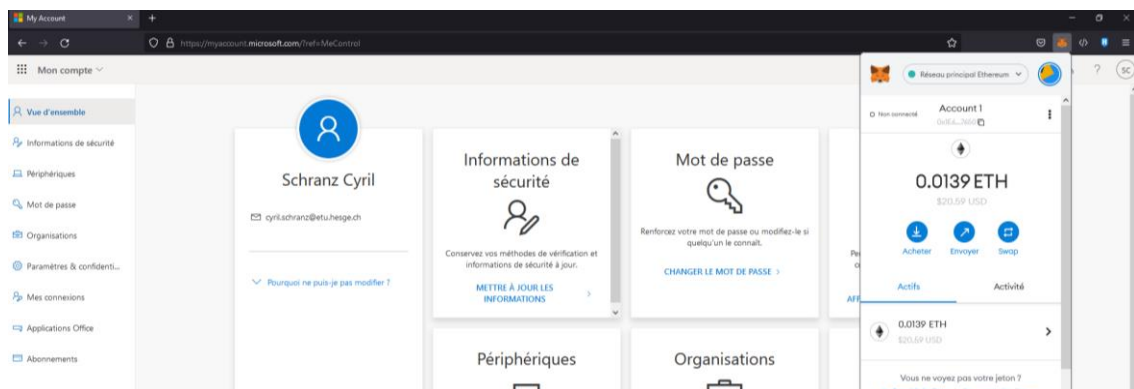
La première option, et probablement la plus simple, consiste en l'utilisation d'un échangeur de cryptomonnaies centralisé ou CEX (*centralised exchange*). Il s'agit d'un produit, généralement sous la forme d'une application web et/ou mobile, permettant d'acheter des cryptomonnaies à l'aide d'un virement bancaire ou de l'utilisation d'une carte de crédit, d'échanger ces cryptomonnaies contre d'autres, ou de faire le chemin inverse pour obtenir de la monnaie fiduciaire. Si le grand avantage de cette option réside, généralement, dans sa plus grande simplicité par rapport aux options ci-après, elle présente l'inconvénient majeur que les clients n'y possèdent pas réellement leurs cryptomonnaies. En effet, cette possession passe par « une clé privée qui permet de signer vos transactions » qu'il est également possible de stocker « sous la forme d'une phrase mnémotechnique, plus facile à retenir ou à noter qu'une suite de caractères aléatoires » (127). Dans un CEX, l'utilisateur n'est, souvent, pas en possession de sa clé privée, et le manque de régulation du domaine résulte en une protection moindre en comparaison avec le stockage d'argent dans une banque (128). En effet, certaines entreprises derrière ces échangeurs utilisent les fonds de leurs clients afin de réaliser des paris risqués sur des produits de finance décentralisée à haut rendement (128), un cas d'usage plus avancé des cryptomonnaies « désignant l'accès public à une variété d'instruments et/ou de services financiers et la possibilité de les échanger en dehors du

système bancaire, de pair-à-pair ou de « pair-à-smart contracts » sur des protocoles de type blockchain » (129). De fait, la faillite ou le piratage du système d'une entreprise proposant l'un ces échangeurs peuvent résulter en la disparition pure et simple des actifs de leur clientèle. Un autre désavantage de ce type de portefeuilles réside dans la nécessité, à partir d'un certain montant de transactions effectuées sur la plateforme le proposant, de procéder à un processus de KYC (*know your customer*). Effectivement, ce procédé supprime le pseudonymat caractéristique des transactions sur la blockchain, en forçant le renseignement de l'identité du client. On dit de ce type de porte-cryptomonnaie qu'il est « custodial » ou « hébergé » (127) et le plus connu est Binance.

À l'inverse, il existe des porte-cryptomonnaies dits « non-custodial » ou « non hébergés » (127) où l'utilisateur est responsable de sa clé privée et dont la subdivision s'étend sur plusieurs niveaux. Cette option offre une sécurité accrue par rapport aux alternatives hébergées, mais demande une plus grande responsabilité de l'utilisateur dans la gestion de sa clé privée.

La première variante du porte-cryptomonnaie non hébergé, et la plus sécurisée, est celle dite du « cold wallet ». Cette dernière est totalement déconnectée d'internet, hormis lors du déroulement de transactions, ce qui réduit ainsi fortement les risques de piratage. Pour ce type de porte-cryptomonnaie, l'une des options les plus communes est le « hardware wallet » dont l'une des versions populaires prend la forme d'une clé USB proposée par l'entreprise Ledger. La deuxième variante est celle du « hot wallet », qui est connecté à internet et facilite donc les transactions, au prix d'une réduction de la sécurité du dispositif si la machine ou le programme qui le supporte présente une faille. Ces porte-cryptomonnaies sont, souvent, disponibles par l'intermédiaire d'une application. Toutefois, le plus connu et celui que nous utiliserons, nommé MetaMask, est également disponible via une application mobile, ou sous la forme d'une extension pour navigateurs.

Figure 29 : MetaMask : un porte-cryptomonnaie sur navigateur



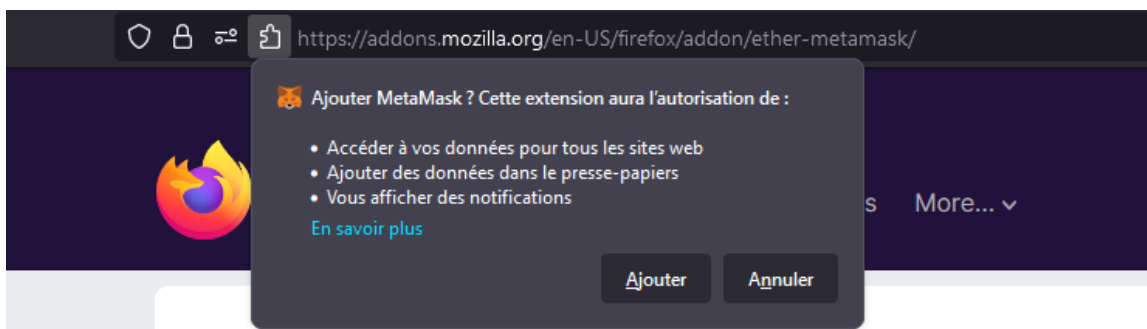
(Cyril Schranz, 2022)

5.1.2 Guide de MetaMask et d'Ethereum

Afin d'interagir directement avec les metaverses que nous allons explorer, installer MetaMask sur un navigateur est la façon la plus pratique de procéder. Dans le cadre de cet exemple, nous effectuerons l'installation sur Mozilla Firefox, en passant par la page officielle de l'extension : <https://addons.mozilla.org/en-US/firefox/addon/ether-metamask/>.

Une fois dessus, il suffit de cliquer sur le bouton « Add to Firefox », ce qui va causer l'apparition de la fenêtre surgissante suivante :

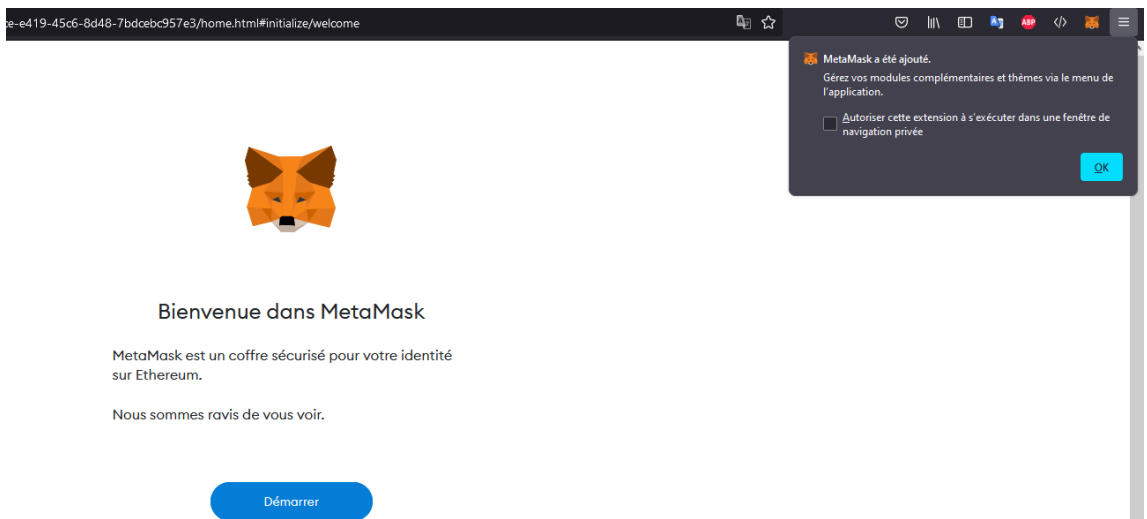
Figure 30 : Installation de MetaMask : étape 1



(Cyril Schranz, 2022)

Il est nécessaire de cliquer sur « Ajouter » lors de cette étape, afin que MetaMask puisse obtenir les autorisations non seulement d'installation, mais aussi d'interaction avec des applications web. Si tout s'est bien passé, la fenêtre suivante devrait s'afficher :

Figure 31 : Installation de MetaMask : étape 2

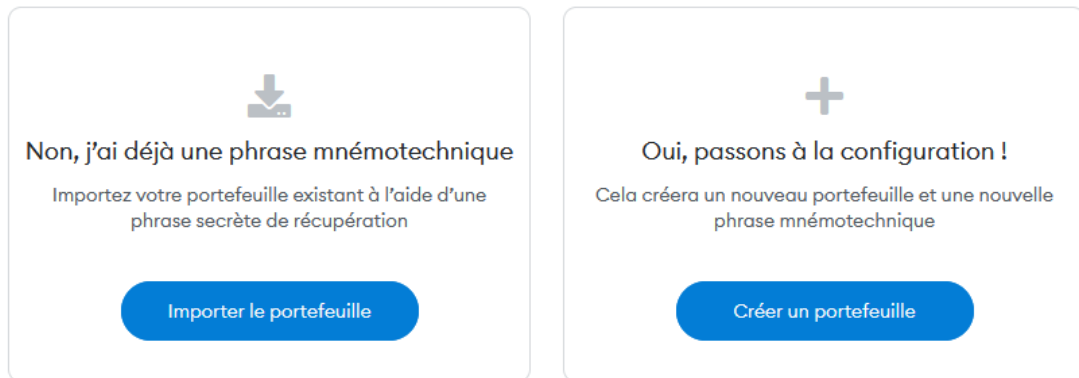


(Cyril Schranz, 2022)

Cocher l'autorisation d'exécution de cette nouvelle fenêtre surgissante pour l'utilisation en navigation privée n'est pas nécessaire. Pour procéder à la configuration de l'outil, il

suffit donc de cliquer sur « Démarrer ». La page suivante propose la récolte des données à des fins d'amélioration du porte-cryptomonnaie, ce qui constitue également un choix personnel. L'écran suivant, qui concerne la phrase mnémotechnique mentionnée au chapitre précédent, et le plus important de la procédure d'installation :

Figure 32 : Installation de MetaMask : étape 3
Nouveau sur MetaMask ?

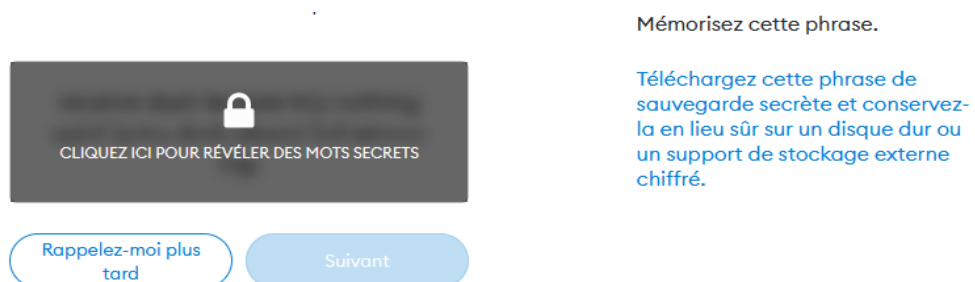


(Cyril Schranz, 2022)

Cliquer sur l'option de gauche permet de renseigner ladite phrase si l'utilisateur possède déjà un portemonnaie Ethereum. Dans ce cas, nous allons commencer l'installation de zéro, en sélectionnant l'option de droite, « Créer un portefeuille ». Il est alors demandé de choisir un mot de passe.

Sur l'écran suivant, une petite vidéo expliquant le principe de sécurité associé à la phrase mnémotechnique ainsi que quelques autres informatiques pratiques, est visualisable. Si son contenu reprend, dans les grandes lignes, ce qui a déjà été expliqué dans ce document, elle place une emphase particulière sur le fait que cette phrase ne doit en aucun cas être partagée avec qui que ce soit, et doit impérativement être conservée en lieu sûr. Cliquer sur « Suivant », sur cet écran, va faire apparaître le prochain où la ladite phrase va être affichée :

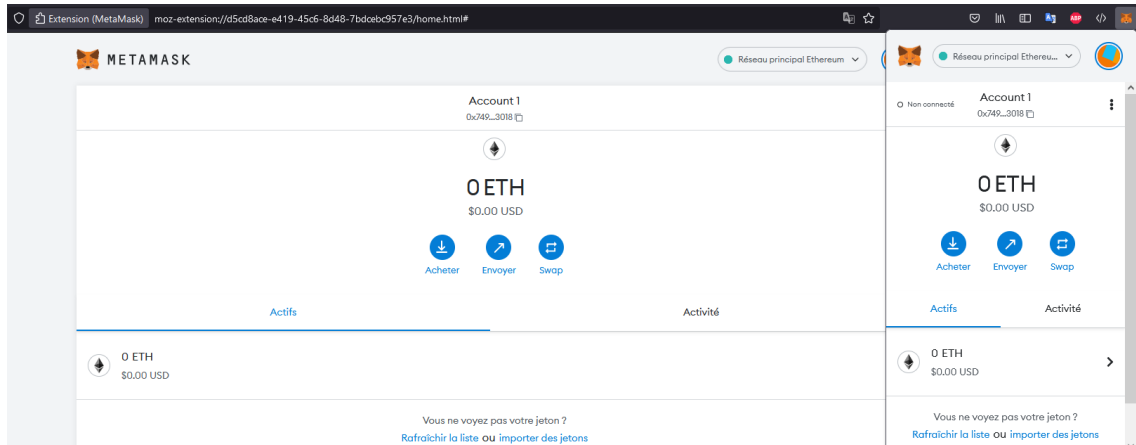
Figure 33 : Installation de MetaMask : étape 4



(Cyril Schranz, 2022)

MetaMask va alors demander d'entrer la phrase, afin de vérifier la sauvegarde réalisée par l'utilisateur. La renseigner correctement clôt la configuration de MetaMask, en rappelant quelques recommandations importantes avant d'afficher l'écran suivant :

Figure 34 : Installation de MetaMask : étape 5



(Cyril Schranz, 2022)

Sur cette capture d'écran, beaucoup d'options sont disponibles de façon dédoublée. La raison de ce dédoublement s'explique par le fait, qu'en réalité, il s'agit de la même interface. Toutefois, la fenêtre déroulante située à droite est disponible depuis n'importe quel page web, en cliquant sur l'icône de renard représentant le logo de MetaMask, situé en haut à droite de l'interface de Firefox.

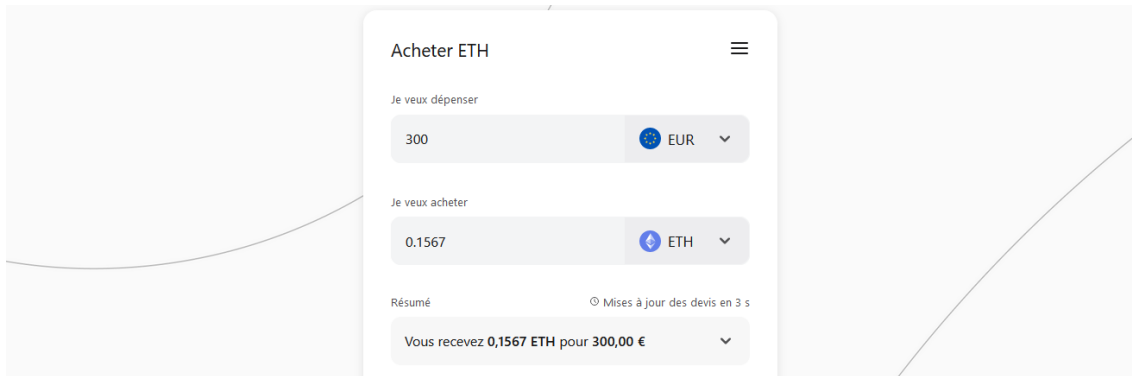
En-dessous de « Account1 », se trouve une valeur hexadécimale qui représente l'adresse du compte associé au porte-cryptomonnaie fraîchement créé. Il s'agit ici d'une adresse Ethereum, interagissant avec le réseau dit principal, ou « mainnet » de la blockchain Ethereum. Les transactions sur Ethereum requérant des frais, appelés « gas » ou « gas fee », d'autres sous-réseaux de cette même blockchain existent afin, par exemple, de tester diverses transactions dans un projet en construction, avant de le mettre en production. Pour cette raison, on qualifie un tel réseau de « testnet ». Il est également possible d'interagir avec toutes les blockchains (mainnet ou testnet) issues de la blockchain Ethereum, par exemple les sidechains telles que Ronin, mentionnée précédemment, ainsi qu'avec d'autres réseaux associés à d'autres blockchains.

Concentrons-nous d'abord sur Ethereum, qui définit deux normes principales pour la création de jetons : ERC-20 et ERC-721. « L'ERC-20 introduit une norme pour les jetons fongibles. En d'autres termes, ils disposent d'une propriété qui fait que chaque jeton est exactement le même (en termes de type et de valeur) qu'un autre jeton » (130). À l'inverse, la norme ERC-721 décrit des jetons non fongibles tels que les NFTs. « Ce type de jeton est unique et peut avoir une valeur différente de celle d'un autre jeton du même

contrat intelligent, peut-être en raison de son âge, de sa rareté ou du visuel qui lui est associé » (131).

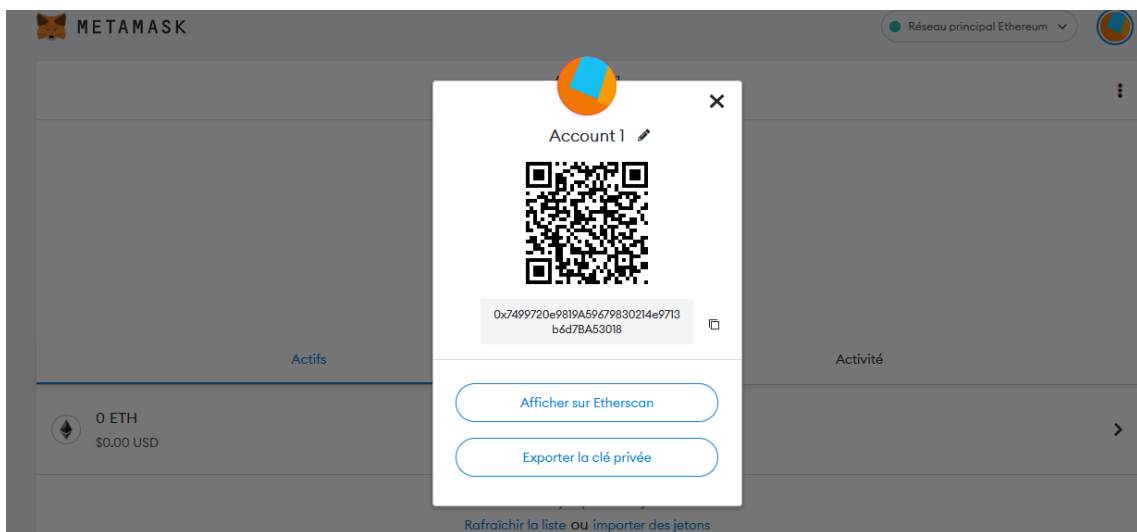
Acheter de l'ETH, sigle associé à la cryptomonnaie de la blockchain Ethereum, revient donc à acheter des jetons fongibles. MetaMask offre des options sécurisées pour procéder directement à cet achat, lesquelles sont, sans surprise, disponibles en cliquant sur le bouton « Acheter ». Plusieurs possibilités s'offrent alors, et l'expérience se présente, globalement, comme la plupart des moyens de paiement en ligne traditionnels.

Figure 35 : Achat d'ETH via la plateforme MoonPay



Il est également possible de partager l'adresse mentionnée précédemment, en cliquant sur le carré situé sur sa droite pour la copier, ou en cliquant sur « Afficher le compte » depuis la fenêtre « Acheter ». Une personne qui enverra des ETH à cette adresse, par exemple avec l'option « Envoyer » de MetaMask, ajoutera donc des ETH au solde de ce compte :

Figure 36 : Affichage d'une adresse Ethereum sur MetaMask



(Cyril Schranz, 2022)

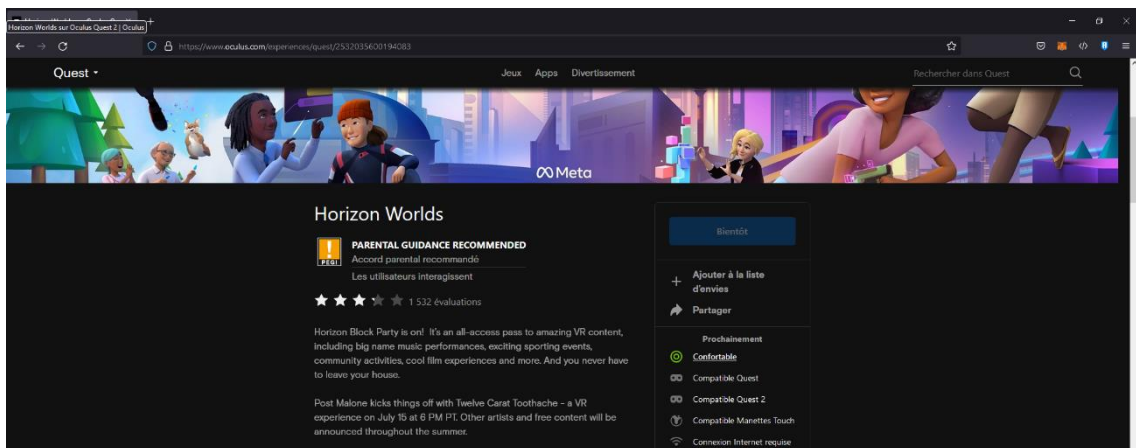
À la suite de ces différentes étapes, l'environnement permettant de profiter au mieux des metaverses est configuré et prêt à l'emploi. Passons-les donc en revue, en commençant par l'univers dont la visite sera la plus courte...

5.1.3 Horizon Worlds

Tel que mentionné en introduction, Horizon Worlds est le metaverse de Meta, anciennement Facebook. Si l'expérience est disponible dans certains pays du monde, elle est encore en construction et n'est pas encore, officiellement, disponible sur le territoire suisse. Il serait possible de passer par un réseau VPN (*virtual private network*), mais il paraît peu pertinent de juger ce metaverse et de le comparer avec d'autres sans qu'il ne soit véritablement terminé.

Pour cette raison, la visite se terminera sur la page d'accueil officielle d'Horizon Worlds :

Figure 37 : Page d'accueil d'Horizon Worlds



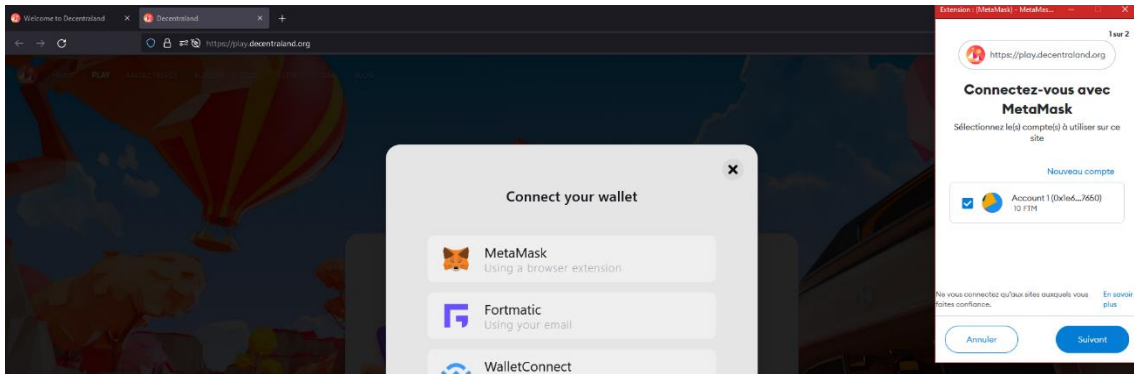
(Cyril Schranz, 2022)

5.1.4 Decentraland

La visite précédente s'étant écourtée très rapidement, brûlons des calories virtuelles en procédant à, peut-être, la plus longue de la liste. Il s'agit de l'exploration de Decentraland, « créé en 2015 par les argentins Ari Meilich et Esteban Ordano » puis « ouvert au public en février 2020 ». Le metaverse se « compose de 90'601 parcelles de terrain » qui « sont des jetons non fongibles qui peuvent être achetés en utilisant la crypto-monnaie MANA. Cette crypto-monnaie repose sur la blockchain Ethereum » (131).

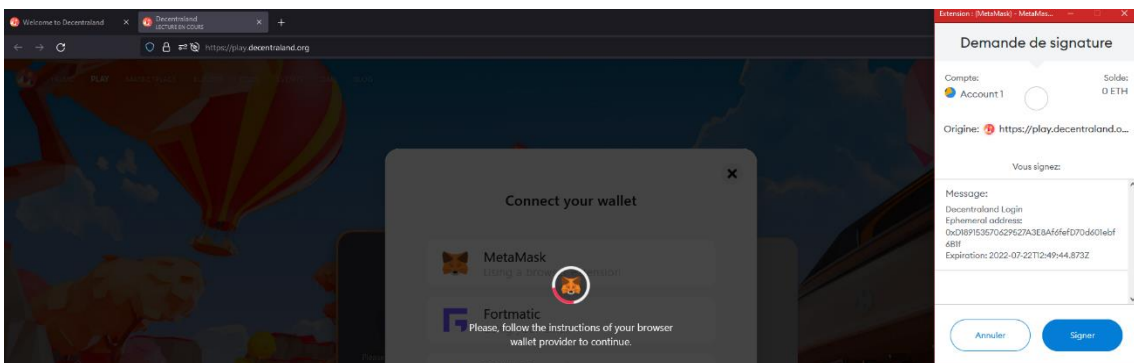
L'arrivée sur la page officielle du metaverse propose une configuration très rapide et intuitive. En effet, après avoir cliqué sur « GET STARTED », une option permettant d'utiliser un porte-cryptomonnaie est proposée. En cliquant dessus, la fenêtre déroulante de MetaMask apparaît pour valider l'autorisation de connexion avec Decentraland :

Figure 38 : Configuration de Decentraland : étape 1



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 39 : Configuration de Decentraland : étape 2

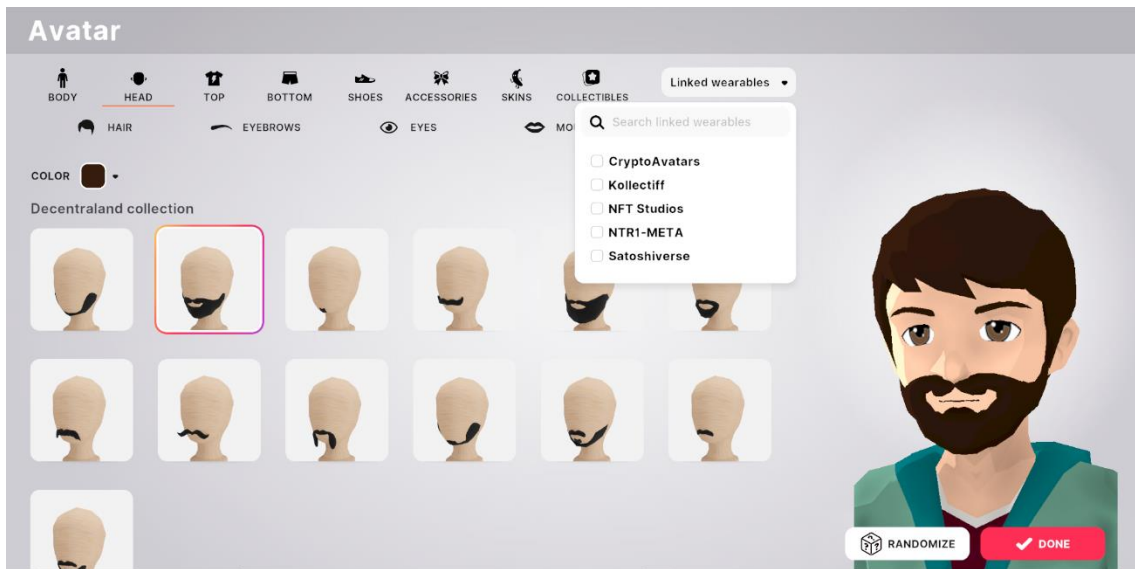


(Cyril Schranz, 2022)

À noter qu'il n'est pas nécessaire d'installer quoi que ce soit pour accéder à Decentraland. Si le metaverse est disponible via un client lourd installable, l'option par défaut permet d'y accéder directement dans l'onglet d'un navigateur. Cette option est très intéressante du point de vue de la simplicité et de l'accessibilité, qui constituent des critères critiques en vue d'une adoption de masse.

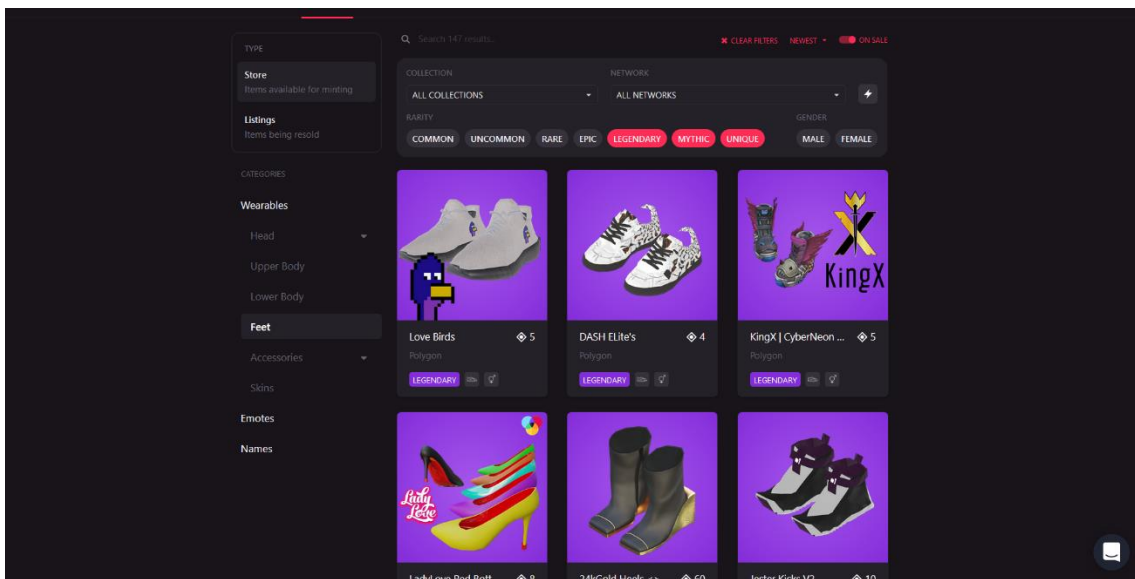
La suite consiste en l'élaboration de son avatar, en choisissant parmi une multitude d'options de personnalisation, allant de la coupe de cheveux aux vêtements. La première mention de NFTs y est également effectuée en proposant à l'utilisateur de visiter la place de marché du titre, afin de disposer d'options supplémentaires, souvent payantes :

Figure 40 : Personnalisation d'un avatar sur Decentraland



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 41 : NFTs sur la place de marché de Decentraland



(Cyril Schranz, 2022)

Une fois la création de l'avatar terminée, l'exploration du metaverse commence véritablement. Ledit avatar apparaît dans une zone faisant office de tutoriel et expliquant, notamment, les bases des contrôles et de l'interface. Decentraland existant depuis plusieurs années et le metaverse étant, supposément, dans une période très plate du point de vue de l'intérêt général (131), l'importante quantité d'avatars appartenant probablement à des nouveaux utilisateurs et présents dans cette zone de départ a constitué la première surprise de l'exploration de ce metaverse.

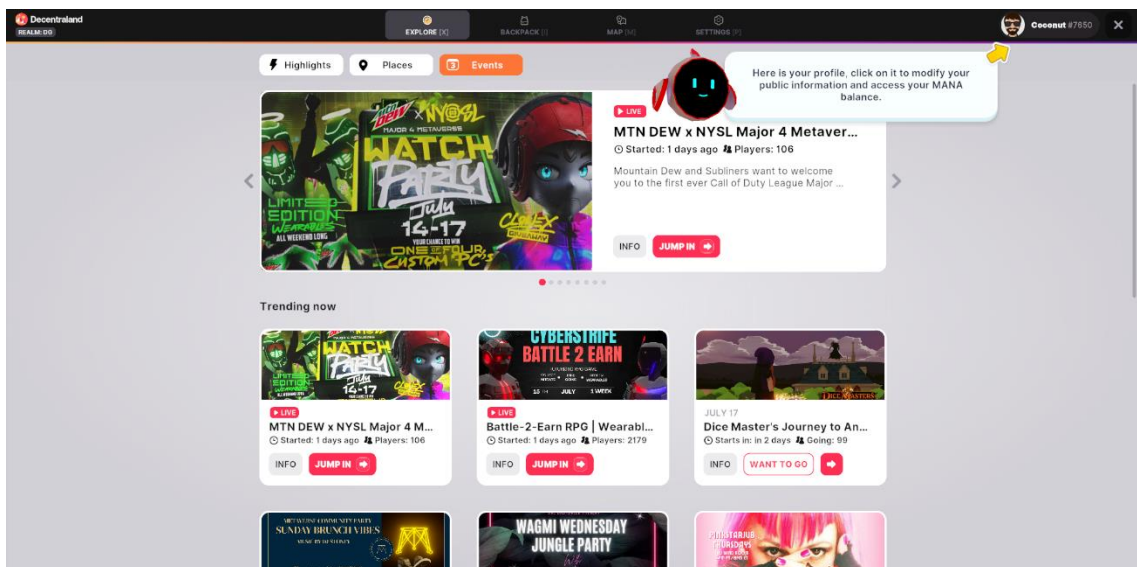
Figure 42 : Foule d'avatars dans la zone de départ de Decentraland



(Cyril Schranz, 2022)

En son centre, se trouve une sorte de tourbillon dans lequel il est nécessaire de sauter afin d'avoir accès au reste de Decentraland. Le menu donne également accès à un certain nombre d'options, mais également à une page contenant une liste d'événements à venir sur le metaverse :

Figure 43 : Evénements à venir sur Decentraland



(Cyril Schranz, 2022)

Après quelques minutes d'exploration, apparaît sur cette page la première mention d'une grande marque. En effet, l'événement y étant mis en avant est organisé en collaboration avec la marque de boissons Mountain Dew, dont le soda phare est l'un des plus populaires aux Etats-Unis (134).

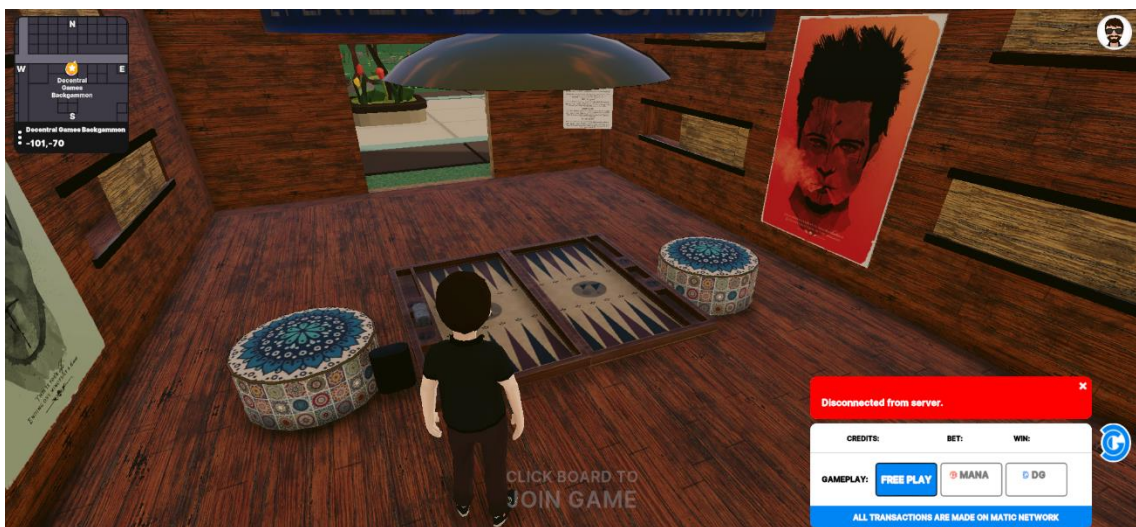
Ouvrir la carte depuis le menu permet de voir l'étendue du metaverse, ainsi que de se téléporter rapidement sur une certaine parcelle. Son exploration permet de constater la présence d'un florilège de contenus extrêmement hétérogènes, tels que des galeries de NFTs à exhiber ou vendre, des bâtiments portant l'estampille de marques, des mini-jeux plus ou moins complexes et intégrant la possibilité de gagner ou d'utiliser de l'argent, des constructions amusantes ou des mélanges de plusieurs concepts listés ci-dessus :

Figure 44 : Sanctuaire en mémoire du footballeur Diego Maradona



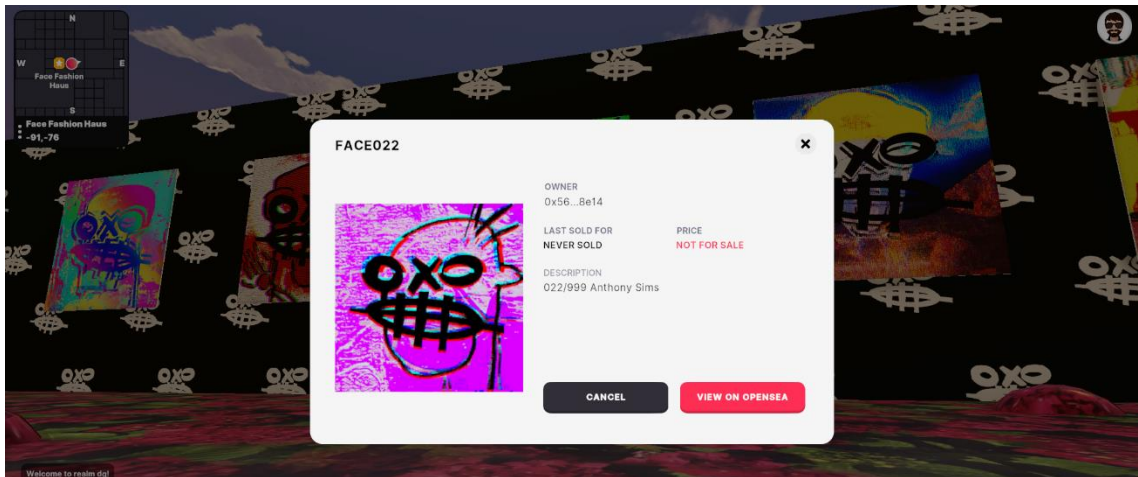
(Cyril Schranz, 2022)

Figure 45 : Mini-jeu de backgammon avec une option de paris réels



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 46 : Galerie d'une collection de NFTs



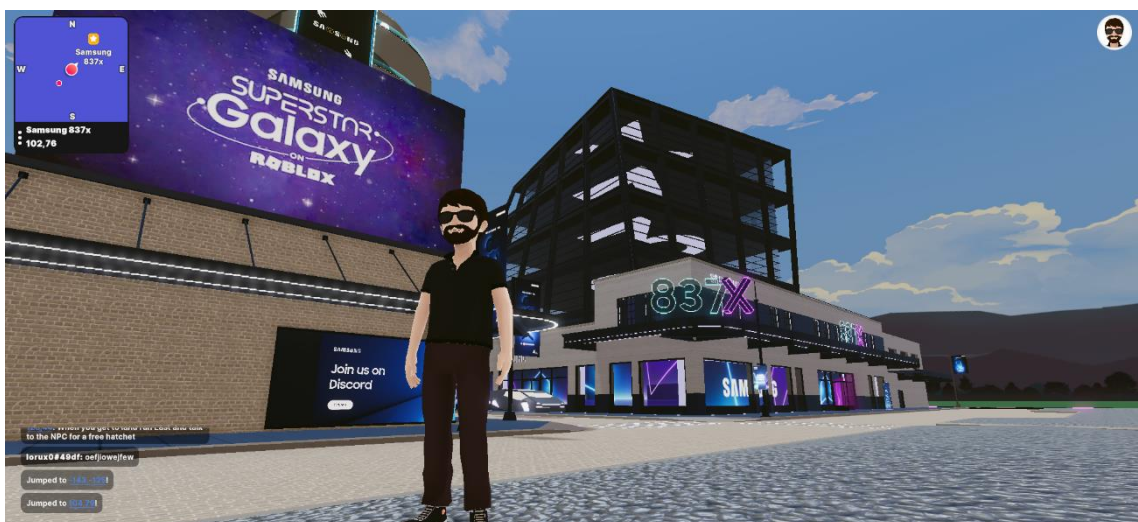
(Cyril Schranz, 2022)

Figure 47 : Magasin de sneakers pour avatars



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 48 : Bâtiment Samsung à l'image d'une boutique réelle de la marque



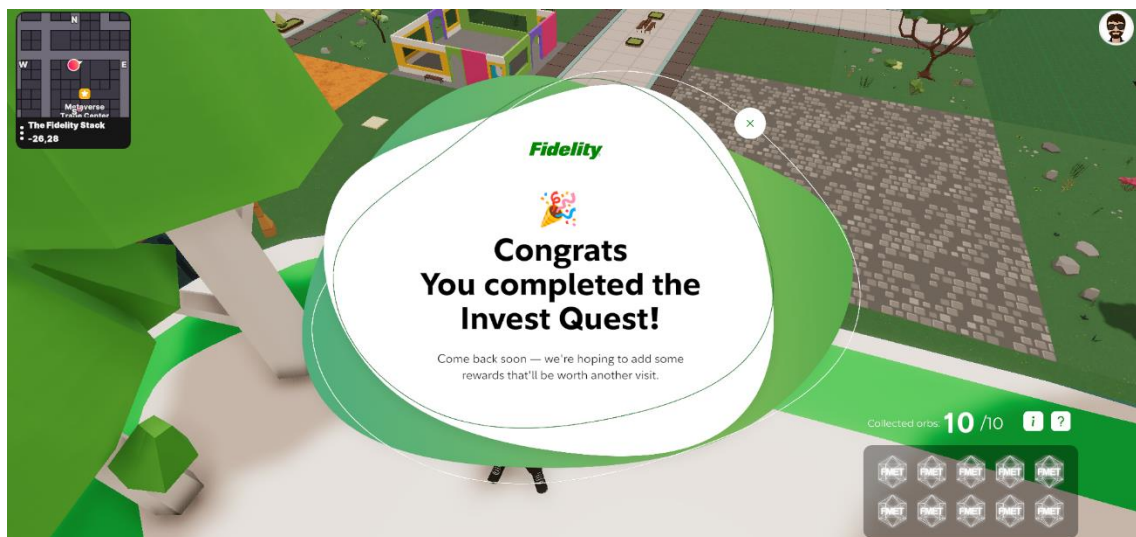
(Cyril Schranz, 2022)

Figure 49 : Entreprise proposant un mini-jeu avec un NFT à gagner



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 50 : Entreprise proposant un mini-jeu avec un NFT à gagner

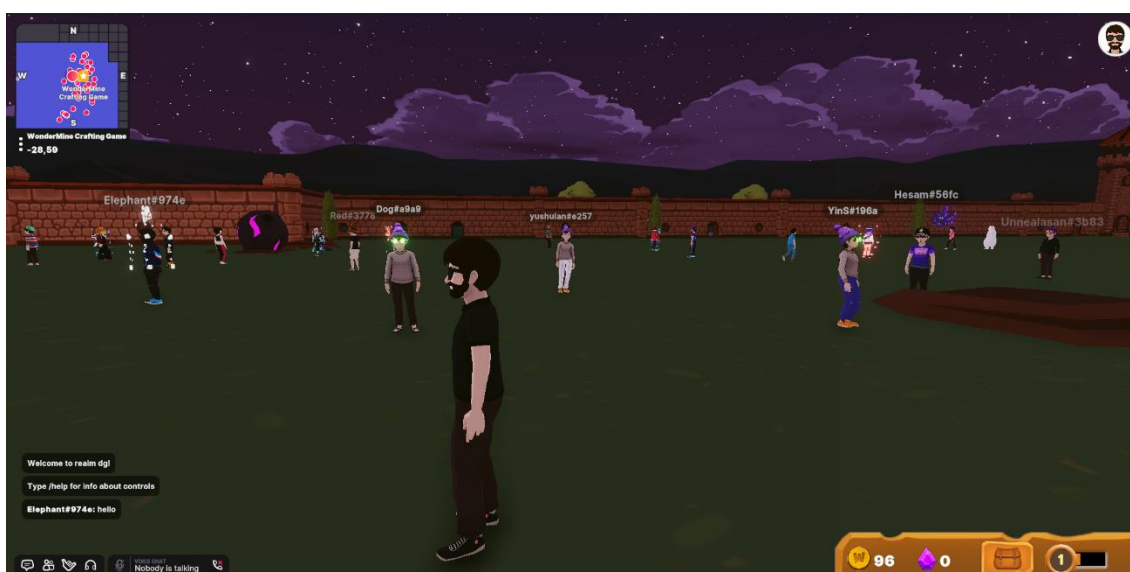


(Cyril Schranz, 2022)

Les figures 49 et 50 méritent que l'on s'attarde davantage dessus. Dans ce cas, l'entreprise Fidelity a agencé un bâtiment sur une parcelle, dans lequel elle organise un mini-jeu. On y collecte des jetons cachés dans ledit bâtiment, et les trouver demande de passer devant des panneaux présentant les activités et produits de la marque. Le compléter permet l'obtention d'un NFT, ce qui donne une motivation supplémentaire pour la réalisation d'une expérience qui se veut à la fois informative, ludique et en adéquation avec le support sur lequel elle se déroule. Il s'agit d'une façon intéressante d'utiliser les fonctionnalités du metaverse à des fins publicitaires, notamment en comparaison avec l'affichage d'un simple panneau dont la plus-value par rapport à une version réelle semble moins importante.

Decentraland fait d'ailleurs la part belle aux expériences de ce type. Il y existe, effectivement, des jeux de plus grande ampleur tels que WonderMine, et qui pourraient être appréciés indépendamment de leur présence sur le metaverse. Accéder à la parcelle associée à ce jeu fait apparaître une interface supplémentaire propre à WonderMine, listant des devises et des objets spécifiques au jeu. Sur ce terrain, des météores tombent du ciel, et il est possible de les miner, ici au sens littéral du terme, en payant un montant en WonderCoins, la monnaie du jeu. Une somme de cette même monnaie est offerte lors de la première utilisation et il est possible d'en obtenir en minant, en attendant un certain temps, ou en payant avec de l'argent réel.

Figure 51 : Arrivée sur la parcelle du jeu WonderMine



(Cyril Schranz, 2022)

Miner ces météores permet également de récupérer une série de composants nécessaires à la création de nouveaux outils, plus efficaces dans ce procédé, ou de NFTs dont il est possible d'équiper son avatar. Durant plusieurs sessions passées sur ce jeu à des heures diverses, les joueurs étaient toujours nombreux. Cela était, notamment, fort bienvenu lors du premier contact avec le titre, afin de demander des renseignements à son sujet aux autres participants. Cette proposition constitue un remarquable exemple des possibles offerts par le metaverse pour qui veut bien y investir le temps et l'effort, tout en offrant la possibilité aux joueurs déterminés d'obtenir une série de NFTs gratuitement, tout en profitant d'une expérience potentiellement plaisante.

Si les revenus engrangés par les créateurs ne sont pas disponibles, on peut imaginer l'intérêt d'un tel modèle économique pour des développeurs de jeux chevronnés. Ces derniers pourraient donc choisir d'implémenter leur jeu dans le metaverse, si ce dernier venait à se démocratiser dans les années à venir.

Figure 52 : Minage d'un météore dans le jeu WonderMine



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 53 : Interface de WonderMine et aide d'autres joueurs via le chat



(Cyril Schranz, 2022)

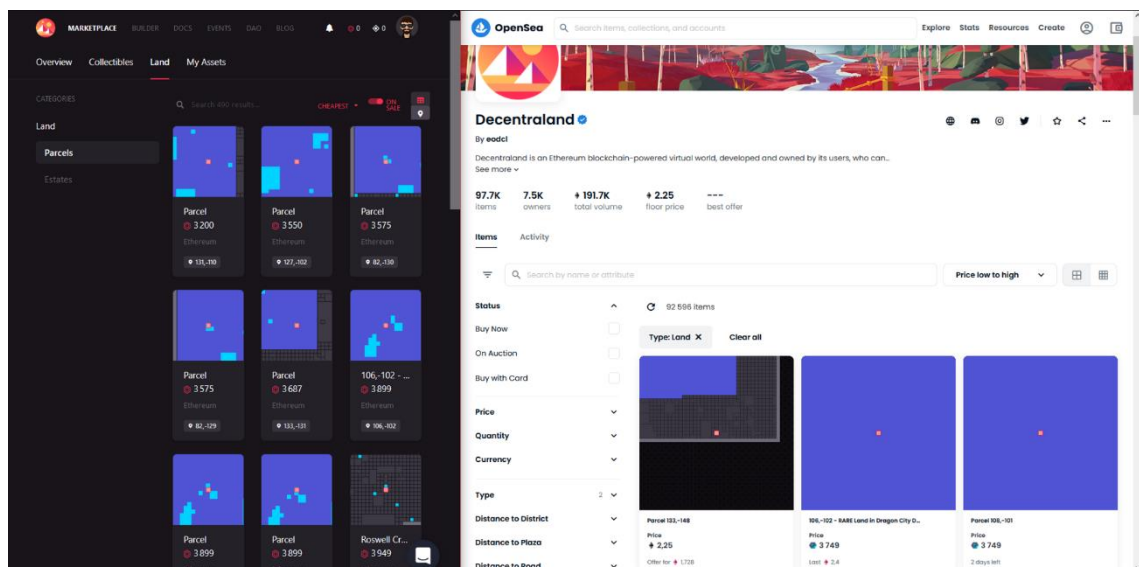
Figure 54 : Machine permettant de construire des NFTs sur WonderMine



(Cyril Schranz, 2022)

La fin de l'exploration de Decentraland a consisté en l'étude de l'achat des terrains et des NFTs associés au metaverse. S'il est possible d'en acheter depuis la place de marché intégrée au metaverse, recourir à l'achat via des plateformes tierces, dont la plus connue est OpenSea, est également une option. Dans les deux cas, le prix des parcelles les moins chères, qu'elles soient achetées en MANA ou en ETH, équivalent à un montant compris entre 3'000 et 4'000 francs suisses au moment des faits. Ces chiffres sont, somme toute, relativement importants pour la réalisation d'une simple étude de terrain.

Figure 55 : Achat d'une parcelle sur Decentraland



(Cyril Schranz, 2022)

Malgré ces prix conséquents, l'achat de contenu sur le metaverse semble être une étape importante de cette recherche. En changeant de dévolu sur l'achat de NFTs pour avatar, il s'est avéré que même le moins cher d'entre eux coûtait plus de 20 francs suisses, sur Decentraland. De fait, et bien qu'il ne s'agisse, pour le coup, pas d'une somme rocambolesque, le shopping sera réservé à une promenade ultérieure, où les prix pratiqués sont plus cléments...

5.1.5 The Sandbox

Le prochain metaverse sur la liste est The Sandbox, une plateforme proposant une plus grande emphase sur la création d'expériences et de modèles. Ces derniers arborent le style « voxel », un « mot-valise créé en contractant « volume » et « pixel » » (135) qui représente une esthétique rappelant celle proposée sur et popularisée par Minecraft.

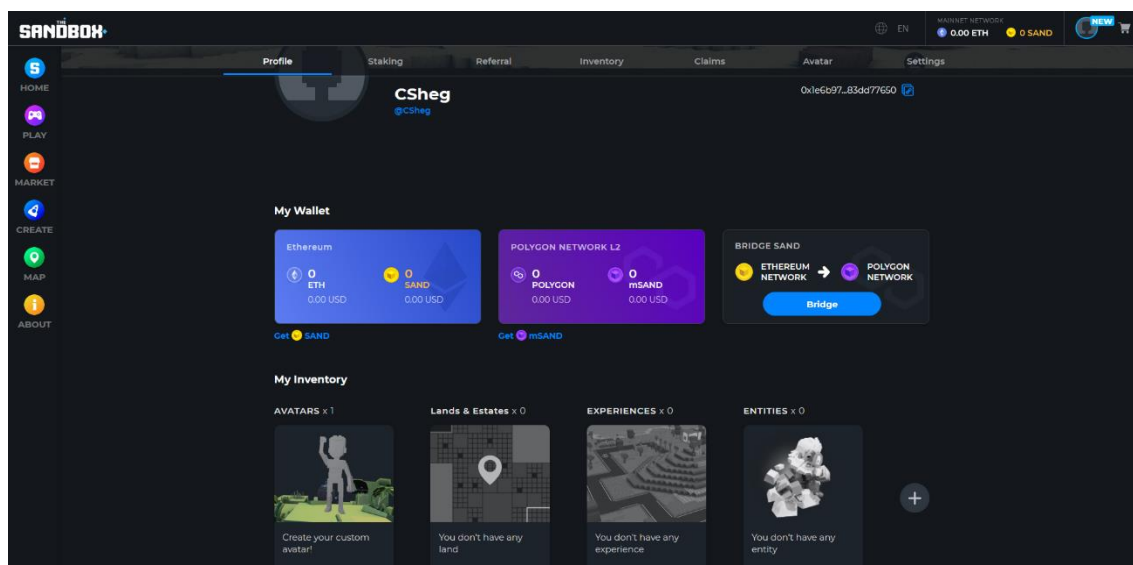
Si le style visuel est plus simple que celui proposé par Decentraland, l'histoire et l'environnement du metaverse l'est moins, de même que sa prise en main initiale. Effectivement, The Sandbox est, à la base, un jeu au sens traditionnel du terme, sorti en

2012 sur de multiples supports avant d'être racheté en 2018 par Animoca Brands, compagnie hongkongaise de développement de jeux vidéo, actuellement chargée du metaverse (136). Cette même compagnie a, ensuite, complètement refondu le jeu, en lui attribuant le style visuel qu'on lui connaît aujourd'hui, lui faisant passer d'une jouabilité bidimensionnelle à tridimensionnelle, et y ajoutant des options d'UGC et d'interconnexion du jeu avec la blockchain Ethereum (136). Le metaverse possède, toutefois, également son propre jeton : le SAND.

En arrivant sur la page d'accueil du metaverse, le premier contact est très proche de celui vécu sur Decentraland : cliquer sur le bouton « Play », sélectionner l'option recommandée, demandant de connecter un porte-cryptomonnaie Metamask et constater l'apparition d'une fenêtre demandant d'autoriser et de signer la connexion. L'utilisateur accède au menu, avant qu'il ne lui soit proposé de créer un avatar ou d'acheter un terrain. Jusqu'ici, la seule différence réside dans le fait d'avoir dû renseigner une adresse électronique et un pseudonyme pour la connexion, en plus de la simple connexion à MetaMask proposée tant par The Sandbox que par Decentraland.

C'est après la création de l'avatar que l'expérience devient plus brute. En effet, ledit menu propose une multitude d'options, sans réellement prendre en main l'utilisateur dans l'exploration de l'interface, ni expliquer comment fonctionne le metaverse. Le problème, et nous verrons plus tard pourquoi, c'est qu'il n'est pas aussi simple d'utilisation qu'il n'y paraît...

Figure 56 : Menu de l'utilisateur de The Sandbox



(Cyril Schranz, 2022)

En cliquant sur « PLAY », il est demandé d'installer un client lourd puis, une fois l'installation terminée, une grande carte s'affiche. Sur cette dernière, il n'est possible de

sélectionner qu'une seule parcelle, bien que de nombreux autres terrains occupés soient affichés. L'explication de ce fait est, qu'en réalité, il s'agit d'une expérience différente de celles traditionnellement créées et proposées par les joueurs nommée « The Sandbox Alpha ». Malgré son nom, il ne semble pas s'agir d'un contenu dans une phase de développement rudimentaire, mais d'un événement sur plusieurs semaines, où de multiples expériences créées par les équipes de The Sandbox seront proposées aux joueurs (137). À l'instar des éléments de l'interface de base, cette subtilité n'a pas été expliquée au préalable, mais l'équipe derrière le metaverse compense ce relatif manque de clarté par une assistance à la communauté de proximité au sein même du metaverse. Sélectionnons-donc cette parcelle et observons où cela nous mène :

Figure 57 : Premier contact d'une expérience sur The Sandbox Alpha



(Cyril Schranz, 2022)

Une fois n'est pas coutume, la prise en main en « jeu » est nettement plus intuitive que l'environnement qui l'entoure. Dans cette première expérience officielle, The Sandbox a établi un partenariat avec MoCDA (*Museum of Contemporary Digital Art*), une plateforme supportant l'art digital et promouvant une sélection de pièces représentant au mieux ce mouvement (138). C'est donc, sans beaucoup de surprise, que cette expérience est centrée autour de l'exhibition d'œuvres d'art. Toutefois, The Sandbox place une emphase particulière sur la ludification de son contenu, et ladite expérience n'échappe pas à cette règle. Elle est donc accompagnée de plusieurs mini-jeux intégrés sous forme de quêtes, incluant la recherche d'objets disséminés dans l'expérience, ainsi que d'une épreuve de plateformes demandant à la fois adresse et précision :

Figure 58 : Galerie d'œuvres d'art et de NFTs en partenariat avec MoCDA



(Cyril Schranz, 2022)

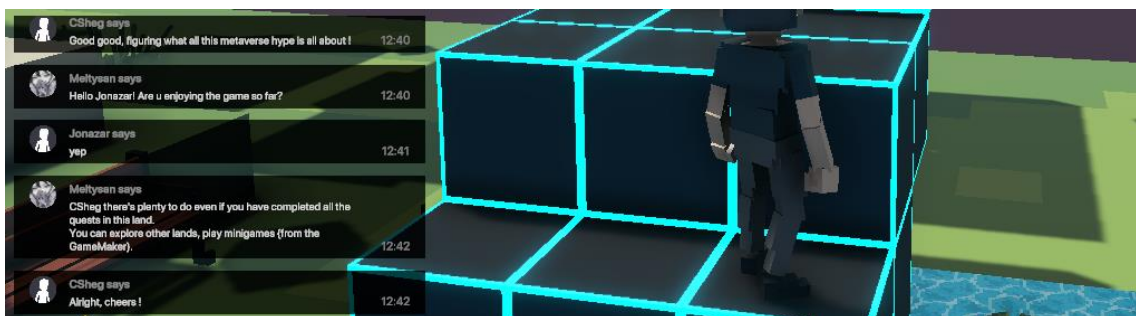
Figure 59 : Mini-jeu de plateformes sur The Sandbox Alpha



(Cyril Schranz, 2022)

Une fois le contenu de cette expérience totalement exploré, aucune option ne permettant d'accéder à d'autres ne semble y être disponible. Toutefois, un community manager bienvenu indique aux joueurs les différentes possibilités, en plus de recueillir leur avis :

Figure 60 : Renseignements et sondages d'un community manager

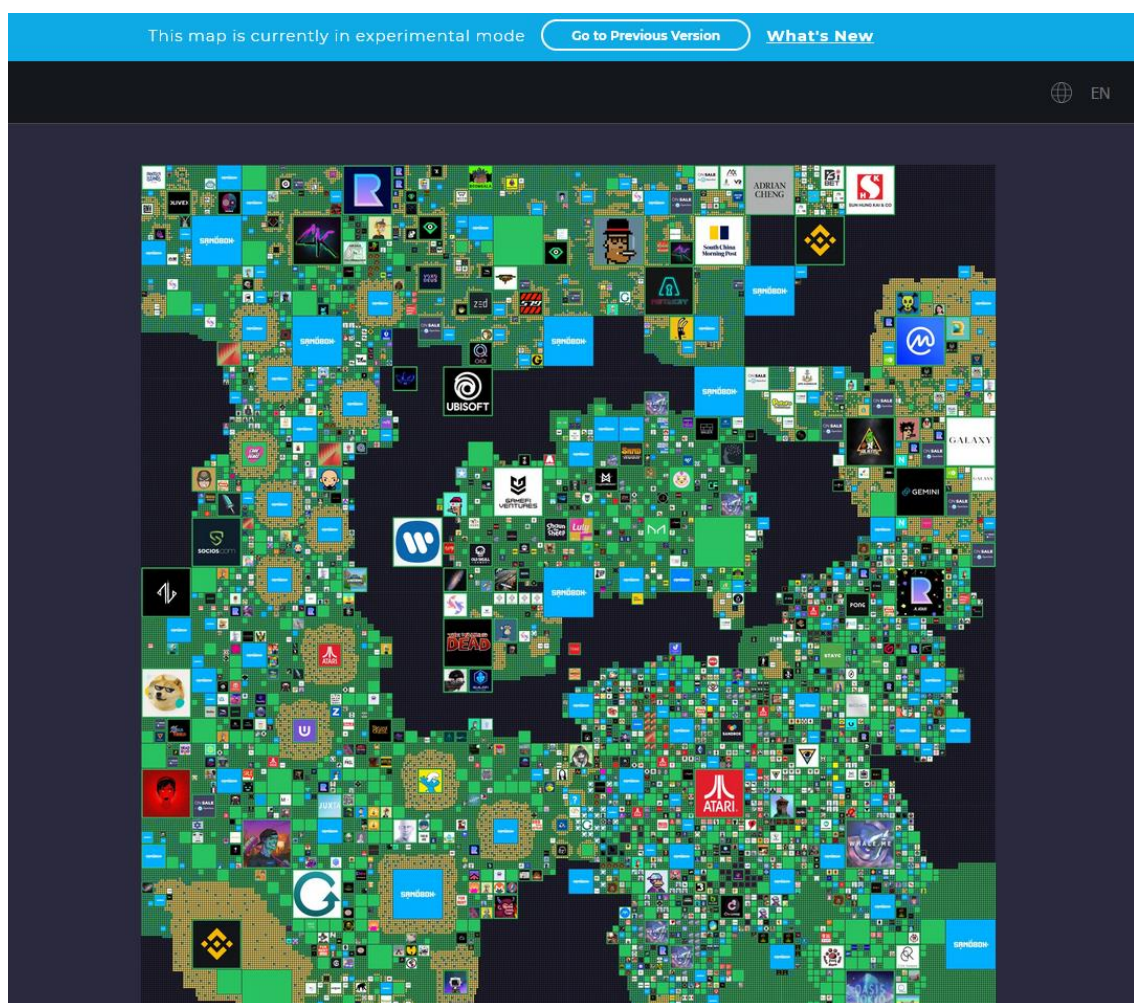


(Cyril Schranz, 2022)

Les instructions partagées par le community manager, couplées à une exploration supplémentaire non pas du metaverse mais de ses menus, permet de comprendre que le metaverse n'est pas un univers global et unique comme l'est Decentraland, mais qu'il est composé d'une multitude de petits univers ou expériences séparées. Si la page d'accueil renvoie, par défaut, sur l'expérience officielle de The Sandbox Alpha, celles créées par les utilisateurs, qui constituent l'essentiel de ce que ce metaverse propose, se trouvent sur un autre mode du metaverse nommé Game Maker. Ce dernier est accessible en cliquant sur « CREATE » depuis le menu et après le téléchargement et l'installation d'un nouveau client lourd.

À partir de la fenêtre de ce nouveau logiciel, il est possible de sélectionner les expériences à explorer, et ces dernières sont accessibles après un chargement. Il semblerait que la carte soit également prévue à cet effet, mais une mention spécifique indique que cette dernière est actuellement en mode expérimental, et il est donc possible que cette option soit prévue mais pas totalement implémentée pour l'heure.

Figure 61 : Carte des parcelles sur The Sandbox



(Cyril Schranz, 2022)

Avant de s'intéresser à des expériences spécifiques, arrêtons sur la carte et établissons une liste non exhaustive de grands noms y possédant une parcelle. Un rapide coup d'œil permet de discerner quelques entreprises d'envergure telles que Binance, mentionnée précédemment, mais aussi Atari, Ubisoft, Socios.com, ou Warner Music Group. Si ces sociétés, du fait de leur activité, ont une relation indiquée avec le numérique voire, spécifiquement, avec la blockchain, il s'agit d'une démonstration supplémentaire de l'intérêt de grandes marques pour le metaverse.

Game Maker permet donc de sélectionner de multitudes d'expériences créées par les utilisateurs et instanciées dans leur propre microcosme. Ici aussi, lesdites expériences sont très variées, et si les désormais conventionnelles galeries de NFTs sont présentes, elles sont souvent agrémentées d'éléments ludiques. Du reste et de manière générale, beaucoup de ces expériences sont plus axées sur le jeu que sur les NFTs en tant que tels. Ce fait est rendu possible par le choix qu'a réalisé Animoca Brands de permettre l'intégration de modèles tridimensionnels aux expériences de façon locale, ce qui permet de créer des expériences étoffées sans devoir recourir à l'achat de nombreux NFTs. Ce faisant, cela constitue un atout majeur du point de vue de l'accessibilité. De plus, cette décision est particulièrement intéressante, car le titre propose également un outil intuitif et performant de création de modèles 3D, en plus d'être décentement facile d'accès en raison de la relative simplicité du style graphique proposé par le metaverse. Voici quelques exemples variés de ces expériences, illustrant les caractéristiques mentionnées :

Figure 62 : Jeu de conduite et d'adresse sur The Sandbox



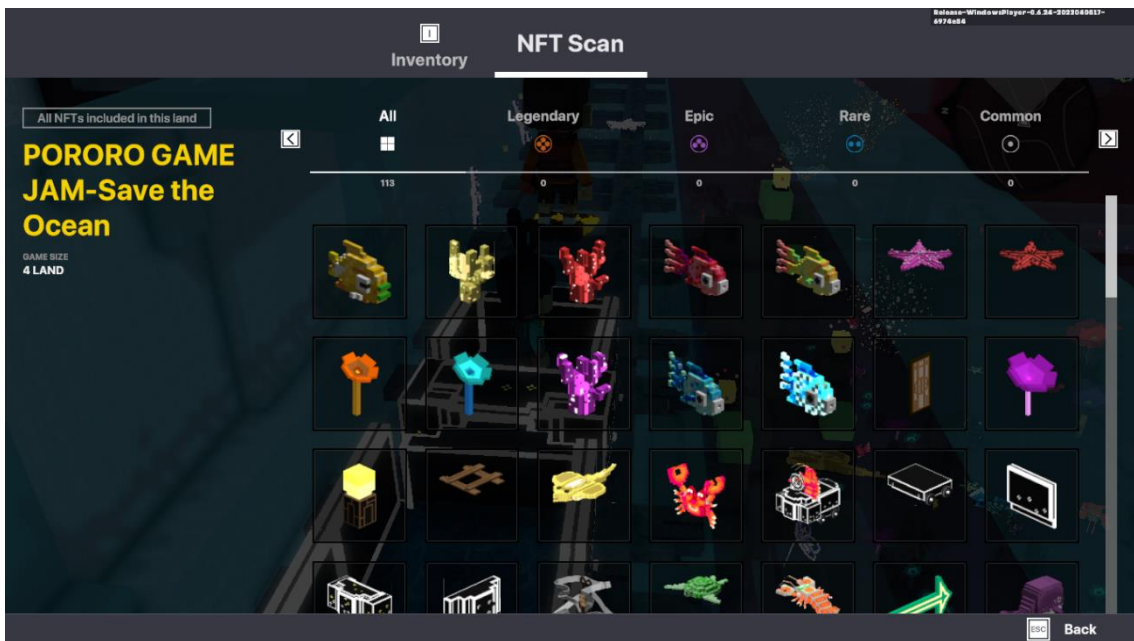
(Cyril Schranz, 2022)

Figure 63 : Jeu d'aventure sous-marin sur The Sandbox



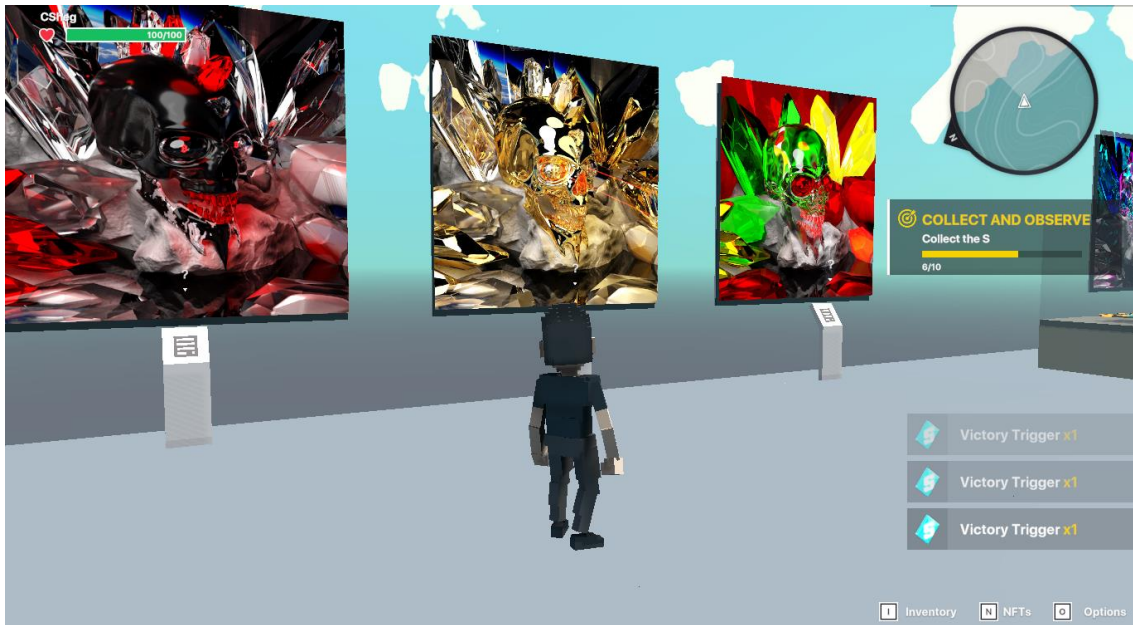
(Cyril Schranz, 2022)

Figure 64 : Multiples modèles personnalisés et intégrés à un jeu



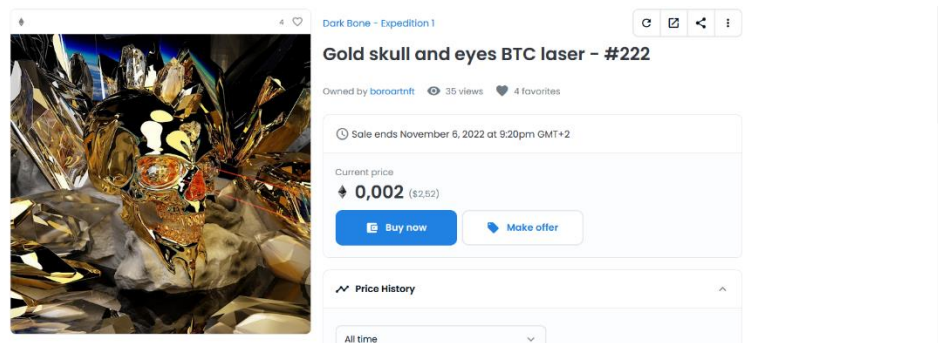
(Cyril Schranz, 2022)

Figure 65 : Galerie de NFTs intégrant un mini-jeu d'exploration



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 66 : Page OpenSea d'un NFT présent dans une galerie de NFTs



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 67 : Ecran de victoire d'une galerie ludique de NFTs



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 68 : Expérience intégrant une salle d'arcade avec 8 mini-jeux



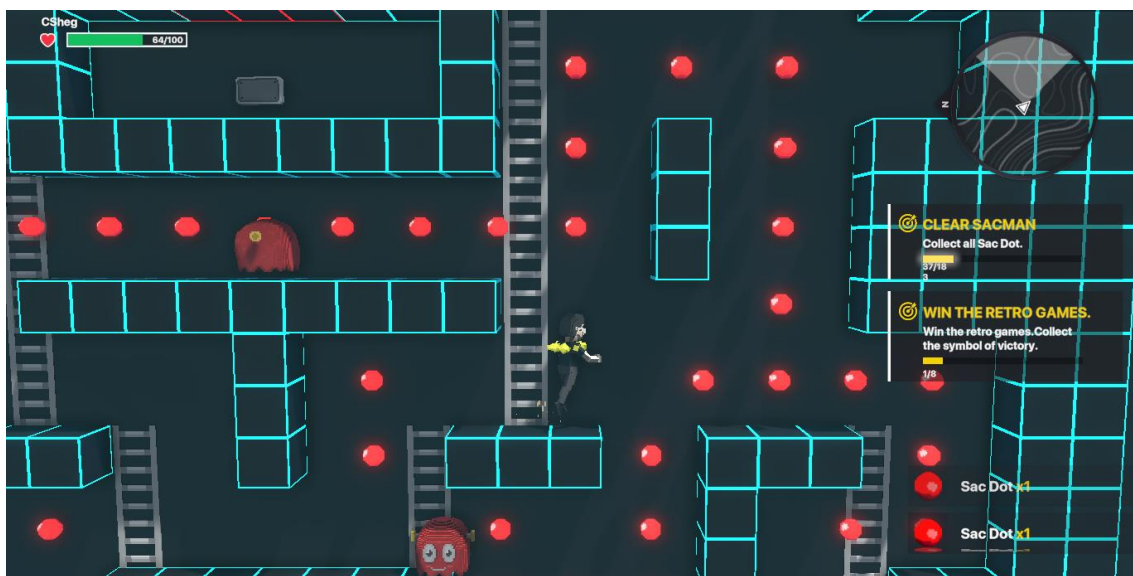
(Cyril Schranz, 2022)

Figure 69 : Intérieur d'une salle d'arcade dans le metaverse



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 70 : Mini-jeu d'une salle d'arcade inspiré par Pac-Man



(Cyril Schranz, 2022)

Les cas représentés, respectivement, par les figures 65 à 67 et 68 à 70, sont intéressants et rappellent des schémas déjà perçus dans Decentraland.

Dans le premier cas, on retrouve le concept implémenté par Fidelity, où la ludification d'une expérience sert son but fondamental, à savoir de présenter et, in fine, vendre un produit. Dans cette expérience en particulier, il s'agit de présenter, d'exhiber et de vendre des NFTs. Plusieurs articles et études traitent de l'apport de la ludification dans le marketing et la publicité, et l'un d'eux explique que cet apport est en partie dû à une exposition plus longue de la cible à la marque et au produit, en plus de rendre ladite exposition interactive (139). De plus, il semblerait que ce paradigme soit, notamment, particulièrement efficace sur les membres de la génération Z (139), dont nous avons d'ores et déjà mentionné la forte exposition au metaverse (26). Il est, peut-être, encore trop tôt pour définir s'il s'agit du futur du marketing, mais de nombreuses pistes à étudier menant dans cette direction semblent émerger et se dessiner peu à peu.

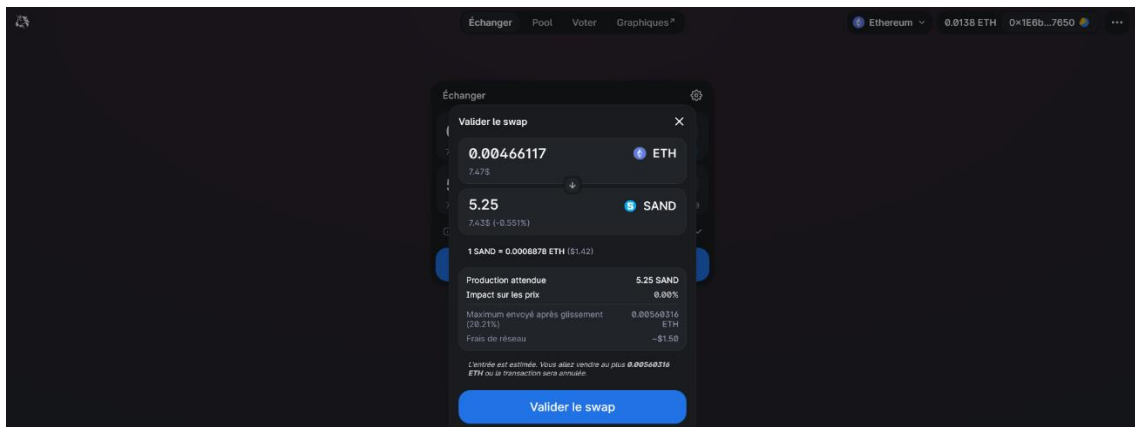
Dans le second cas, on trouve un concept de jeu imbriqué similaire à celui présenté par WonderMine ou par le mini-jeu de backgammon, mais en ajoutant un niveau d'abstraction supplémentaire. En effet, et assez schématiquement, il s'agit de mini-jeux, présents dans une expérience spécifique, laquelle est, elle aussi, encapsulée dans un metaverse plus global. En imaginant un metaverse hypothétique, complètement interopérable et permettant de transitionner d'expérience en expérience de façon simple et fluide, ce genre de proposition pourrait constituer l'un de ses arguments cruciaux. Se déplacer physiquement au casino, ou jouer à l'aide d'applications de pari pour téléphones, ne serait pas nécessaire, car l'ensemble serait intégré au metaverse. De façon plus générale, peut-être que le metaverse servira de point central pour accéder à toutes sortes de produits numériques tels que des jeux ou des applications, et que ce qui est aujourd'hui le bureau d'un système d'exploitation sera une porte d'entrée vers le metaverse. Peut-être même que le metaverse lancera une offensive d'envergure sur le monde réel, et qu'allumer la télévision pour regarder un match de football sera relégué au rang de relique, lorsque l'avancée technologique aura permis de reproduire fidèlement les joueurs et leurs mouvements en temps réel dans un stade virtuel rempli d'avatars. Ici aussi, les perspectives relèvent plus d'un fantasme clivant que d'une vision réaliste du futur, mais l'avenir nous le dira.

Distançons-nous désormais de cette expérience mais, avant cela, mettons en évidence le fait que l'avatar y porte des lunettes 3D, absentes des captures d'écrans précédentes. Cet objet est un véritable NFT, dont le prix était meilleur marché que l'ensemble de ce

qui était proposé sur Decentraland. Profitons donc de son obtention pour documenter et expliquer la procédure d'achat d'un NFT sur un metaverse.

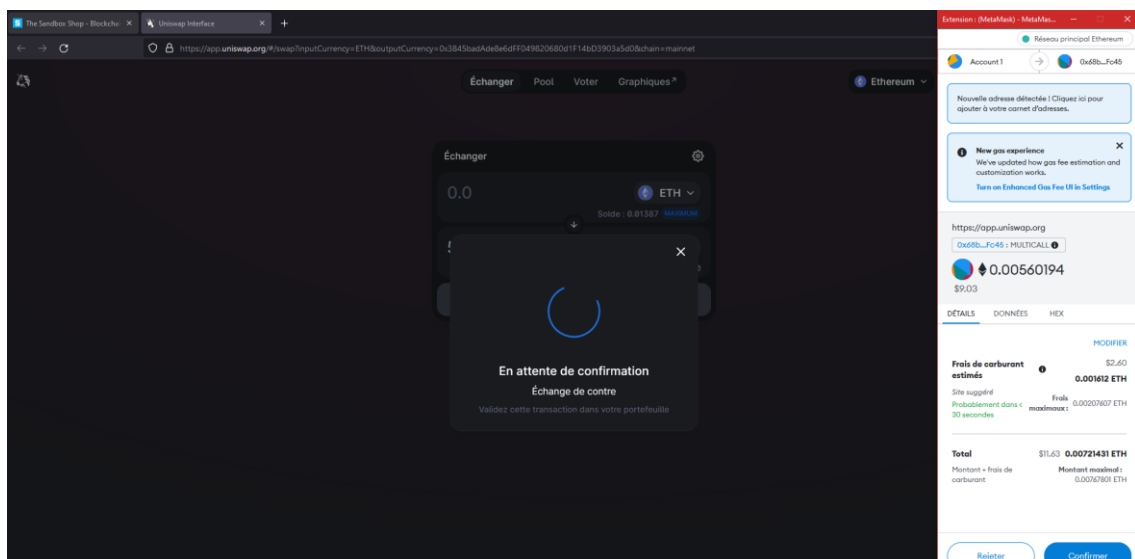
Pour ce faire, il est possible de recourir à OpenSea, précédemment mentionné. En ce qui concerne l'option intégrée au metaverse, un passage par le menu de l'utilisateur présente un sous-menu pour l'acquisition de SAND. Cliquer dessus permet, à nouveau, de procéder à l'achat, via une carte de crédit, auprès de plusieurs fournisseurs. On y trouve à nouveau MoonPay, ainsi que la possibilité de procéder à un échange contre de l'ETH via un protocole d'échange décentralisé appelé Uniswap. En opposition aux CEX, mentionnés précédemment et sur lesquels régissent une autorité centrale, les DEX (*decentralised exchange*) sont opérés par leurs utilisateurs ainsi que des fournisseurs de liquidités (140). Lesdits utilisateurs ont donc le contrôle sur leurs actifs, mais les DEX présentent parfois moins d'options d'échanges que les CEX les plus élaborés (140).

Figure 71 : Echange de cryptomonnaies via le protocole Uniswap : étape 1



(Cyril Schranz, 2022)

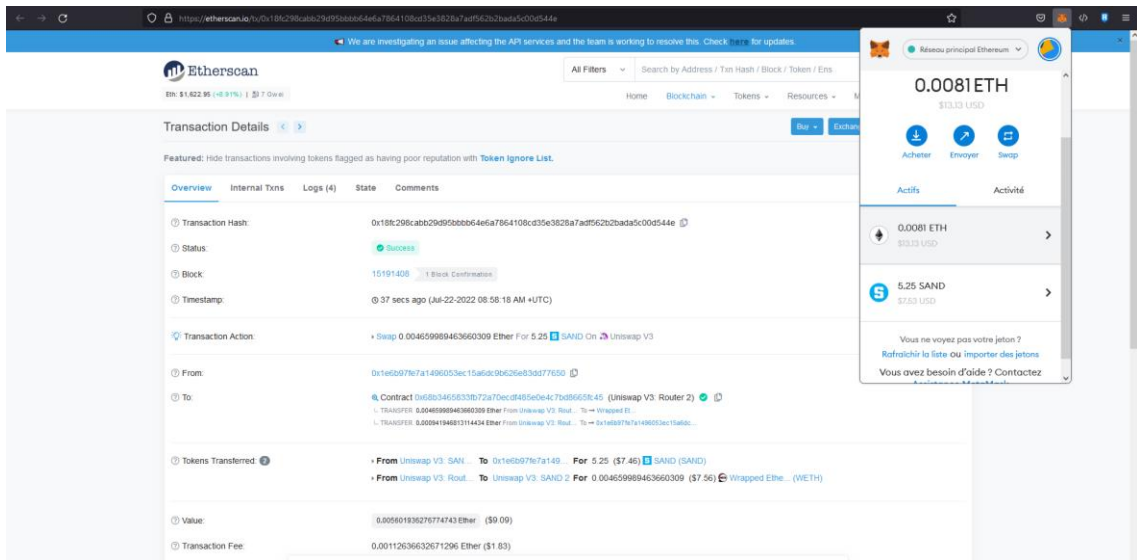
Figure 72 : Echange de cryptomonnaies via le protocole Uniswap : étape 2



(Cyril Schranz, 2022)

Ethereum étant une blockchain publique, il existe des outils permettant de l'explorer et visualiser diverses métriques la concernant, notamment via les différentes adresses et transactions associées à cette blockchain. Ces outils sont communément qualifiés d'explorateurs de blockchain, dont Etherscan est un exemple populaire pour la blockchain Ethereum. Y accéder permet de visualiser la transaction venant d'être effectuée, et les nouveaux actifs apparaissent également sur MetaMask :

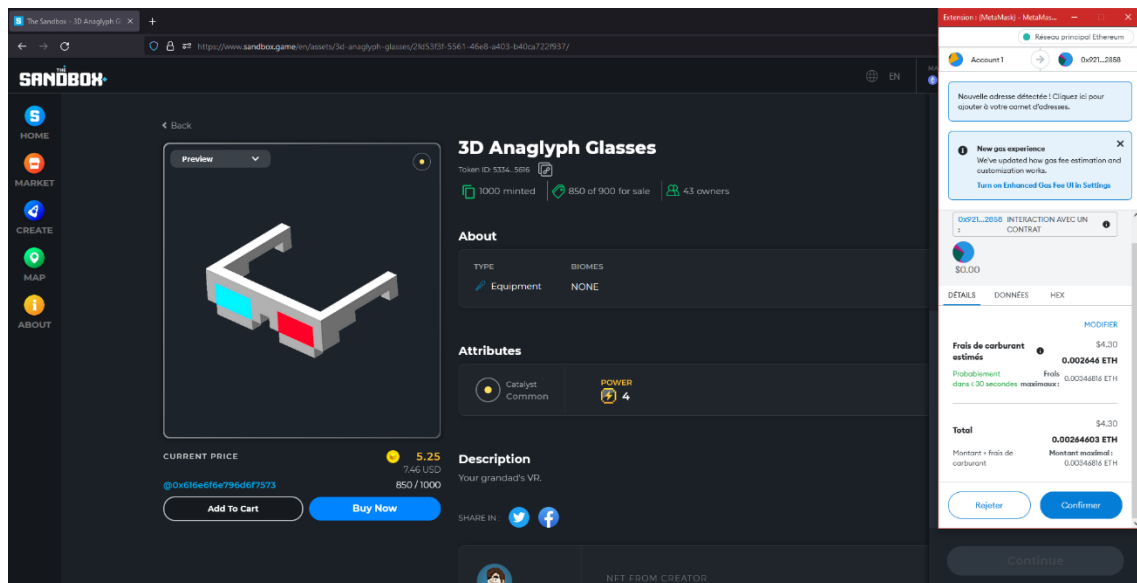
Figure 73 : Vérification d'une transaction sur l'explorateur Etherscan



(Cyril Schranz, 2022)

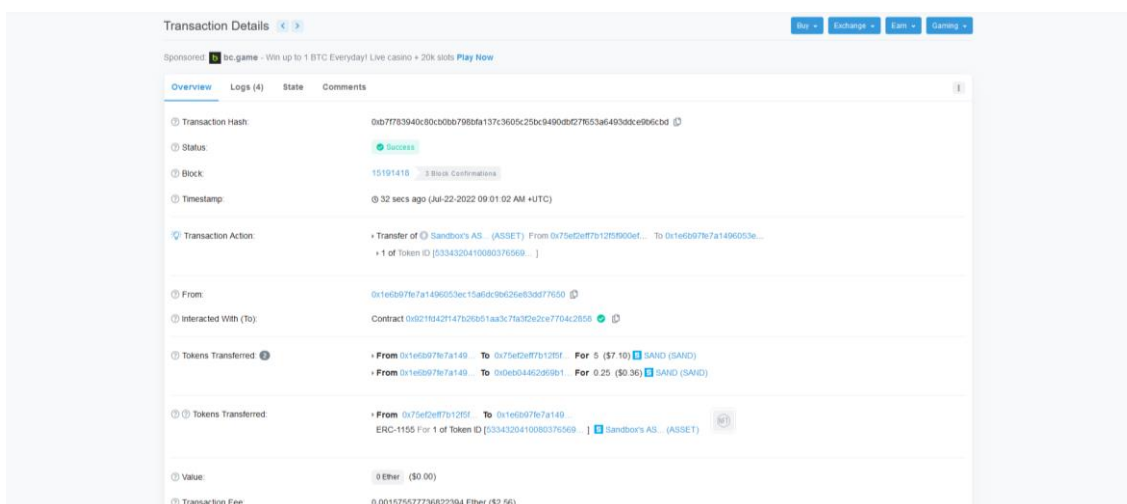
Le montant en SAND requis pour l'achat d'un NFT étant crédité, il est désormais possible de procéder à l'achat de l'un d'entre eux. Il suffit, pour ce faire, de sélectionner « Buy Now » sur la page de n'importe quel NFT et de valider la transaction sur MetaMask :

Figure 74 : Achat d'un NFT sur The Sandbox : étape 1



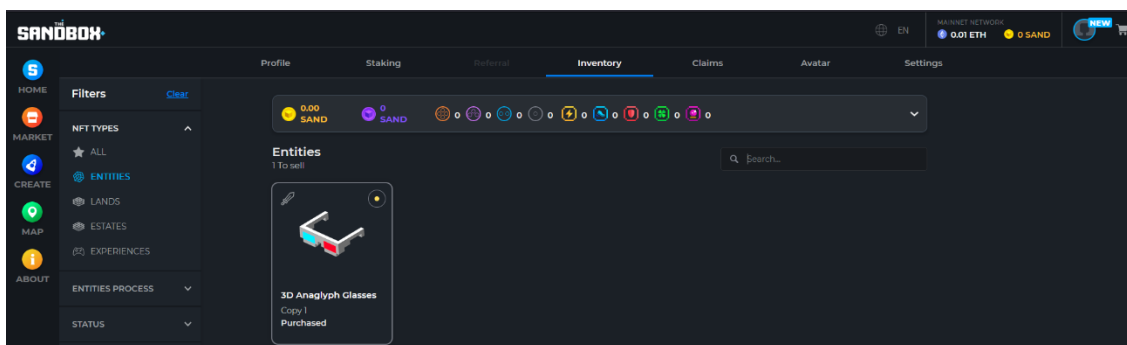
(Cyril Schranz, 2022)

Figure 75 : Achat d'un NFT sur The Sandbox : étape 2



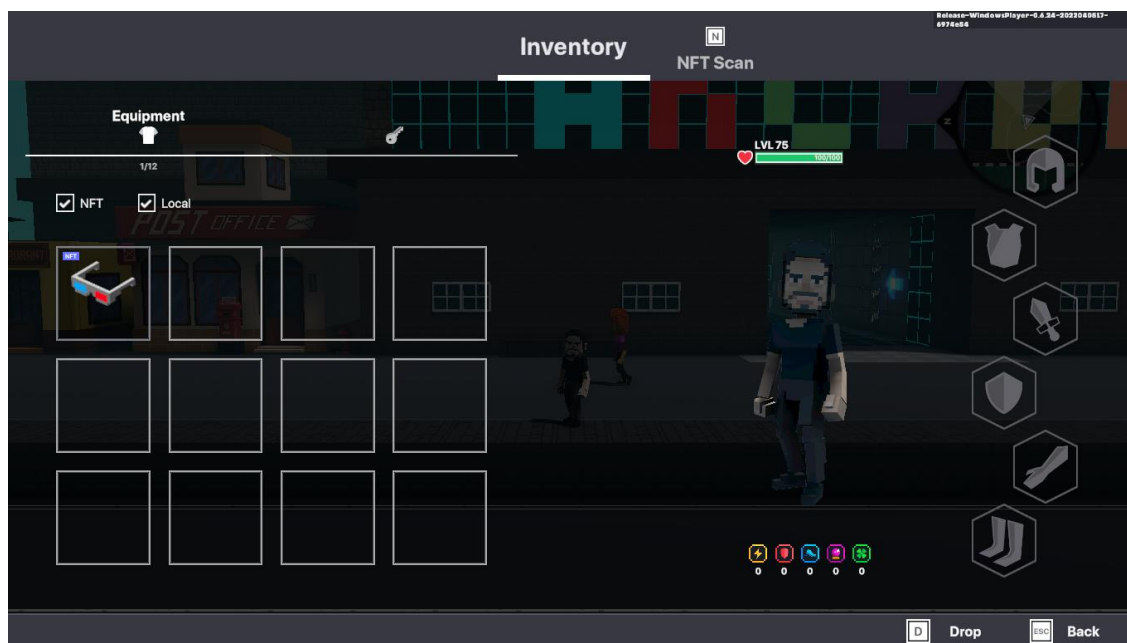
(Cyril Schranz, 2022)

Figure 76 : Achat d'un NFT sur The Sandbox : étape 3



(Cyril Schranz, 2022)

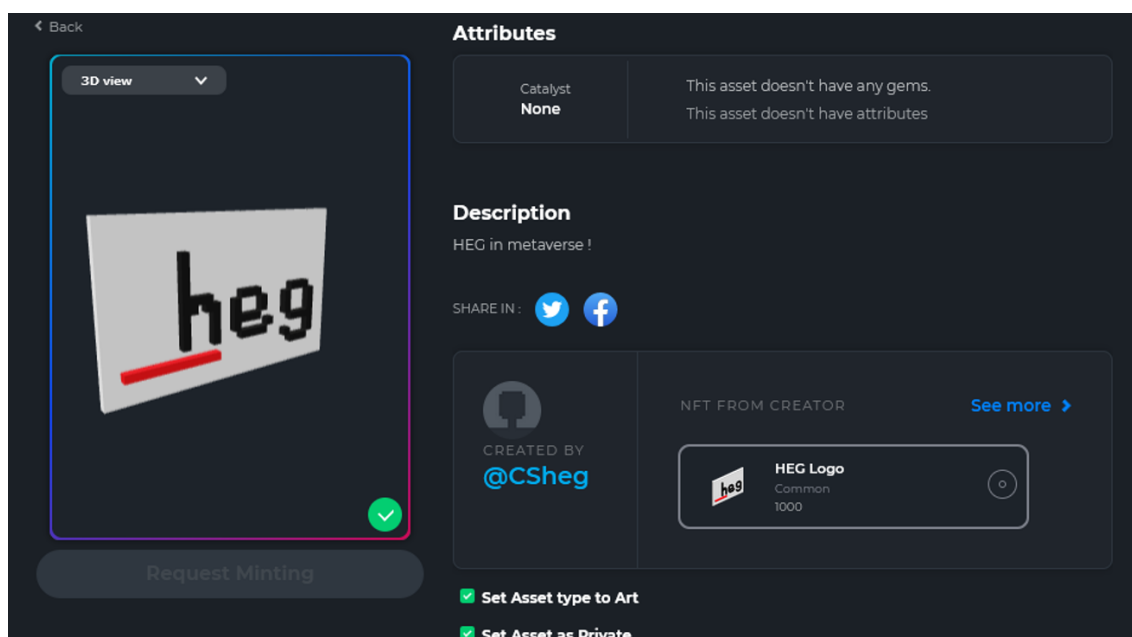
Figure 77 : Achat d'un NFT sur The Sandbox : étape 4



(Cyril Schranz, 2022)

La dernière étape de l'exploration de The Sandbox consiste non pas en l'achat d'un NFT, mais à la création de l'un de ces jetons. En effet, et tel que mentionné précédemment, le metaverse met à disposition un outil facilitant grandement la création de modèles dans le style qu'il arbore. Cet outil, visible sur la figure 24, permet d'utiliser le fruit des créations des joueurs dans leurs expériences, mais ne permet toutefois pas de véritablement inscrire le NFT sur la blockchain ou de le « minter ». En effet, il semblerait que cette option soit réservée à des membres d'un programme nommé « fund creator », dont les inscriptions sont actuellement fermées (141).

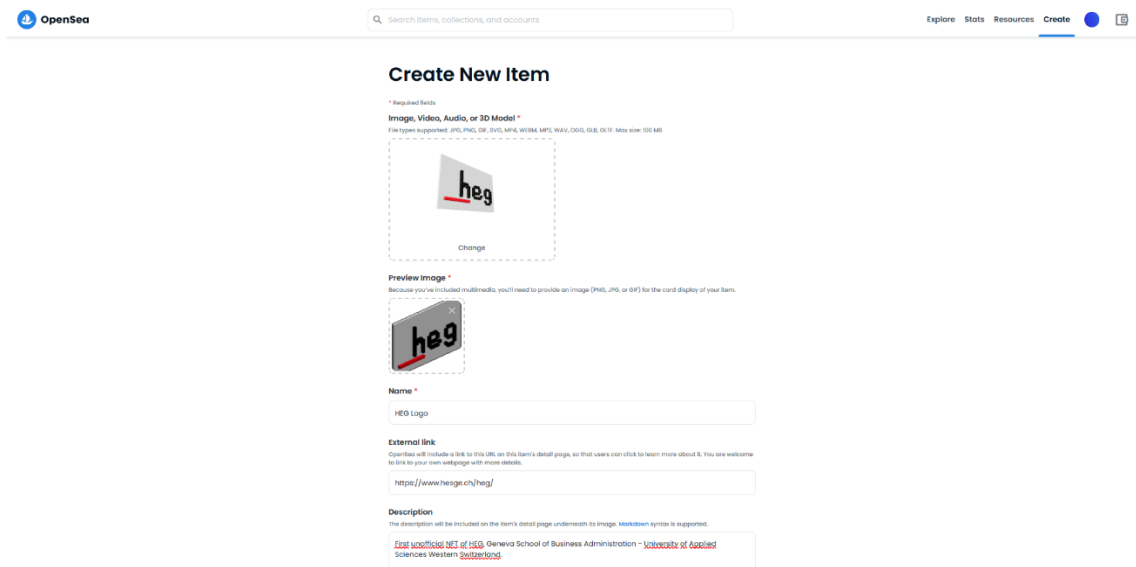
Figure 78 : Tentative de minting d'un NFT sur The Sandbox



(Cyril Schranz, 2022)

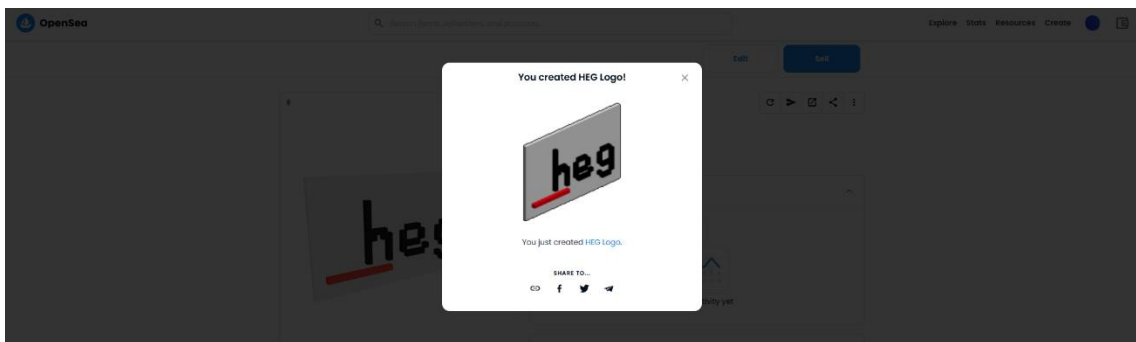
En revanche, il est toujours possible de réaliser le procédé de minting par d'autres biais tels qu'OpenSea. En cliquant sur « Create » depuis sa page d'accueil, une fenêtre MetaMask, dont l'installation commence véritablement à prouver l'étendue de son utilité, apparaît en proposant la connexion du porte-cryptomonnaie avec le site. De plus, OpenSea permet la création de NFTs basés sur des fichiers aux formats multiples, dont certains sont sélectionnables sur le créateur de modèles de The Sandbox. Il est donc possible de créer des modèles sur The Sandbox, les minter en tant que NFTs via OpenSea, avant de les réutiliser sur The Sandbox ou, théoriquement, sur d'autres metaverses. Cette option n'est évidemment pas idéale du point de vue de la praticité, mais constitue une autre démonstration des possibilités offertes par la blockchain grâce à sa caractéristique d'interopérabilité.

Figure 79 : Minting d'un NFT sur OpenSea : étape 1



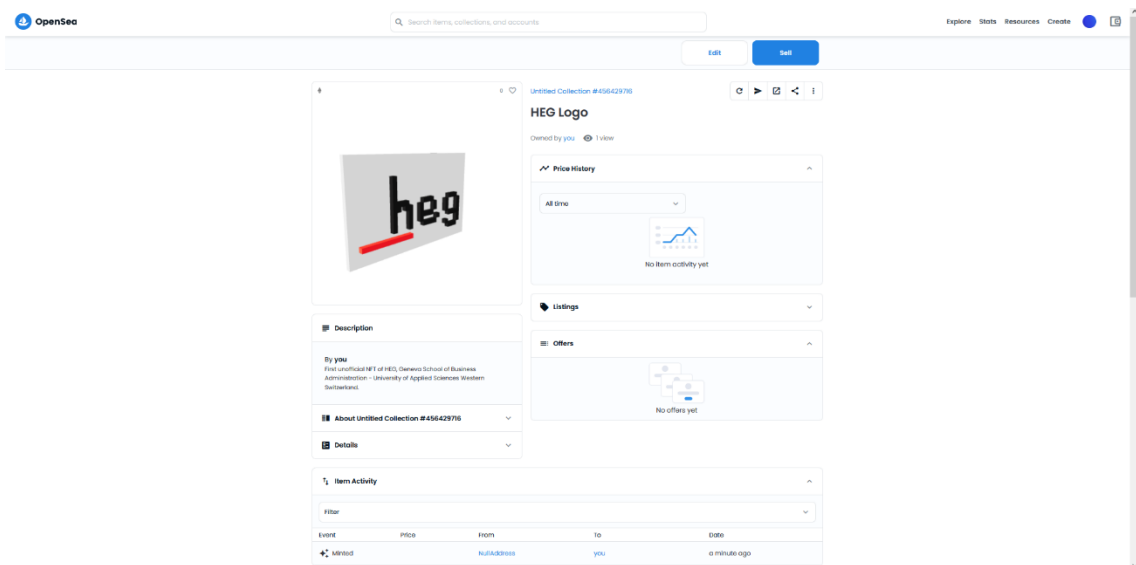
(Cyril Schranz, 2022)

Figure 80 : Minting d'un NFT sur OpenSea : étape 2



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 81 : Minting d'un NFT sur OpenSea : étape 3



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 82 : Intégration d'un NFT local personnalisé dans le metaverse

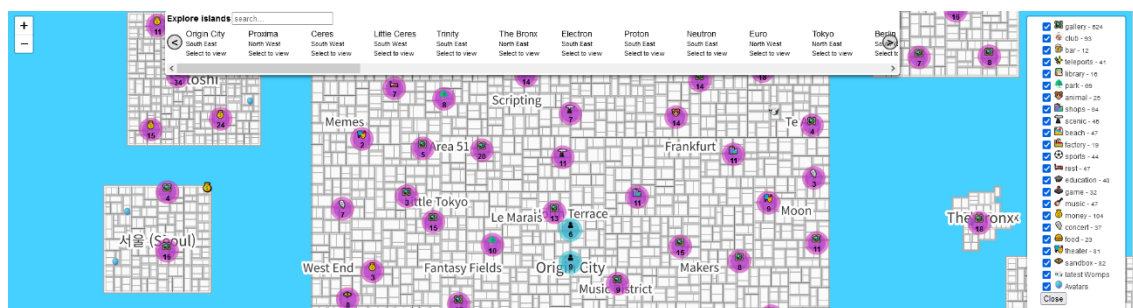


(Cyril Schranz, 2022)

5.1.6 (Crypto)voxels

Le prochain univers que nous explorerons est Cryptovoxels, anciennement nommé Voxels. Comme son nom le suggère, le metaverse, lui aussi basé sur Ethereum, propose un style graphique similaire à celui de The Sandbox, mais est sorti une année avant (142) que ce dernier ne propose la mise à jour le transformant en ce qu'il est aujourd'hui (136). La visite, initiée par une nouvelle connexion avec MetaMask et sans installation, sera toutefois plus courte que les précédentes. En effet, le metaverse semble nettement moins populaire que The Sandbox et Decentraland (143), et les points d'intérêt qui y sont proposés sont, dans l'ensemble, dans la continuité de ce qui a été proposé sur ces metaverses. En effet, le metaverse est ouvert comme l'est Decentraland, mais il est possible de sélectionner et de prévisualiser les expériences dans une liste avant de s'y téléporter, comme ce qui se fait sur The Sandbox. Elles sont également visibles depuis la carte, et filtrables selon leur thème, ce qui ajoute de la praticité dans la recherche de certains types d'expériences spécifiques :

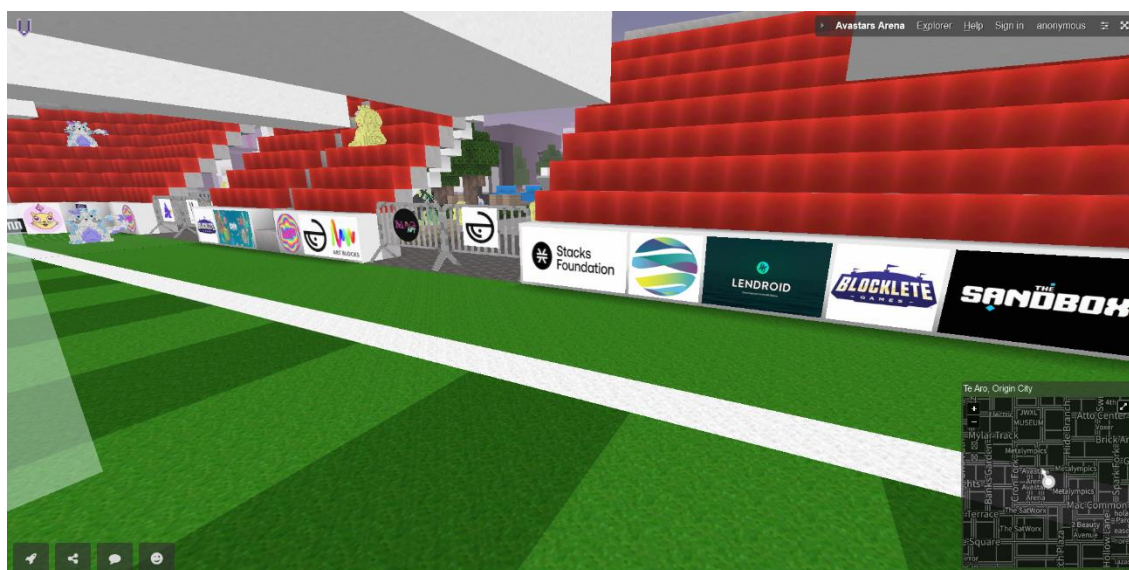
Figure 83 : Extrait de la carte de Cryptovoxels



(Cyril Schranz, 2022)

Une rapide visite de Cryptovoxels permet de confirmer le déficit de popularité qu'il présente face à ses concurrents. En effet, si de nombreuses parcelles sont achetées et décorées, les autres utilisateurs ne semblent pas courir les rues. Paradoxalement, elles sont décorées comme le seraient celles d'une grande métropole et semblent plus chargées en marques que celles des alter-egos de Cryptovoxels. The Sandbox y est, ironiquement, très présent en termes de publicité, ce qui soulève la question de la « concurrence » entre ces deux univers : sont-ils réellement des concurrents lorsque les réalisations effectuées sur l'un de ces metaverses sont utilisables sur l'autre ?

Figure 84 : Publicité pour de nombreuses marques sur Cryptovoxels

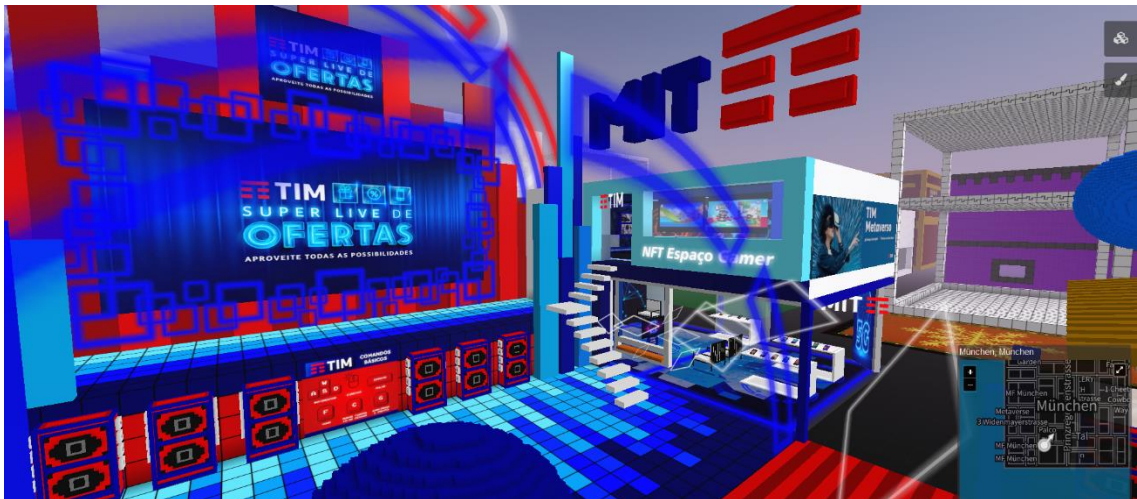


(Cyril Schranz, 2022)

En parlant de publicité et de compagnies, une expérience s'est particulièrement démarquée : la création d'une succursale de l'entreprise TIM, un opérateur téléphonique notamment présent au Brésil et en Italie, où il est le deuxième plus grand opérateur et le sponsor principal du championnat de football national (144).

Si, dans Decentraland, Samsung a tenté de reproduire fidèlement une boutique existante dans le metaverse (82), TIM a approché la virtualisation de l'une de ses succursales de la façon inverse, c'est-à-dire en exploitant les possibilités offertes par le metaverse pour proposer une expérience unique et différente, tant graphiquement qu'en termes d'interactions. On y trouve notamment une piste de danse avec des enceintes diffusant une liste de musiques à sélectionner par les visiteurs, des mini-jeux intégrés à la boutique, la possibilité de gagner un NFT spécial, des tables de présentation sur lesquelles reposent des modèles 3D fidèlement reproduits de matériel vendu par l'opérateur, de multiples écrans diffusant de la publicité pour la marque et des contenus en direct provenant de la plateforme Twitch. Le tout arbore un style tape-à-l'œil :

Figure 85 : Boutique interactive TIM dans Cryptovoxels : partie 1



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 86 : Boutique interactive TIM dans Cryptovoxels : partie 2



(Cyril Schranz, 2022)

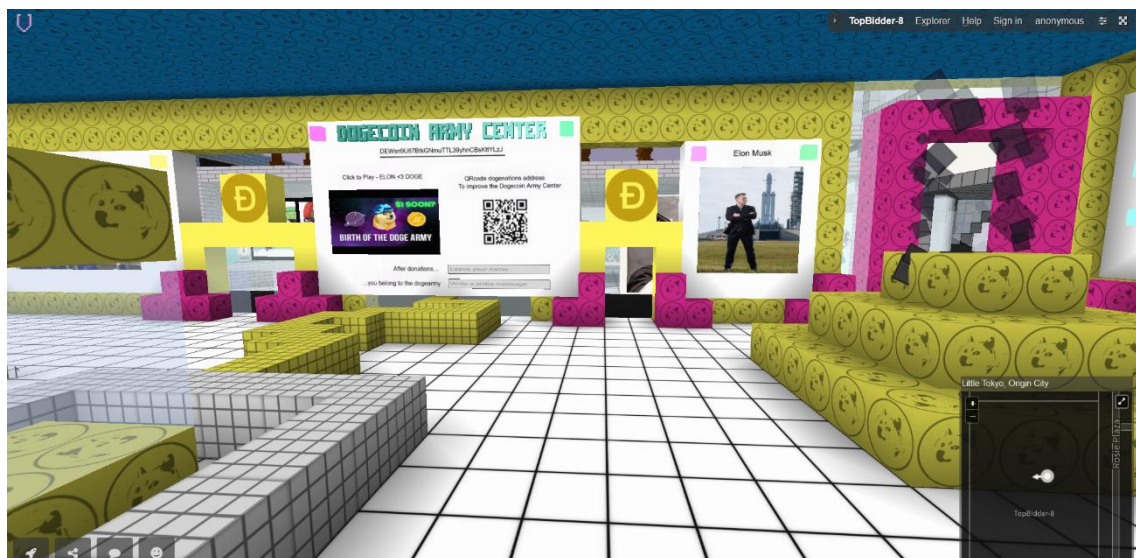
Figure 87 : Boutique interactive TIM dans Cryptovoxels : partie 3



(Cyril Schranz, 2022)

Il s'agit d'un nouvel exemple d'espace publicitaire interactif, mixant les mentions de la marque et de ses produits avec des activités et récompenses pour l'utilisateur. La forte impression faite en y arrivant est, à n'en point douter, un atout du point de vue de sa portée sur les visiteurs de la parcelle. En ce qui concerne l'UGC et la construction, Cryptovoxels dispose également d'un outil de création, bien que limité et vraisemblablement instable après quelques tests. Ses parcelles sont également chères, bien que nettement moins que celles d'autres titres. Pour le reste, on y retrouve de nombreuses galeries de NFTs et autres mini-jeux, généralement moins complexes que ceux présents sur d'autres metaverses. Une grande proportion des parcelles est décorée de façon plus décalée, notamment en y intégrant de nombreux « memes » :

Figure 88 : Parcelle décorée en l'honneur de la cryptomonnaie « Dogecoin »



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 89 : Représentation tridimensionnelle d'un meme populaire



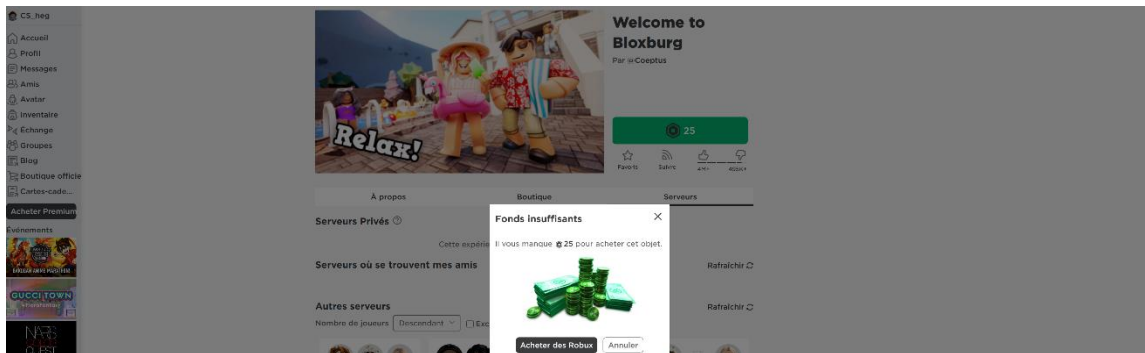
(Cyril Schranz, 2022)

5.1.7 Roblox

Cette dernière visite sera quelque peu différente des précédentes, car Roblox n'est pas un metaverse supporté par une blockchain. Toutefois, la plateforme présente, grosso modo, la majeure partie des codes qui semblent communs à ce type d'univers. De plus, elle est présentée comme une plateforme axée autour de son aspect P2E. Il s'agira donc de garder cette perspective en tête en analysant ses propositions.

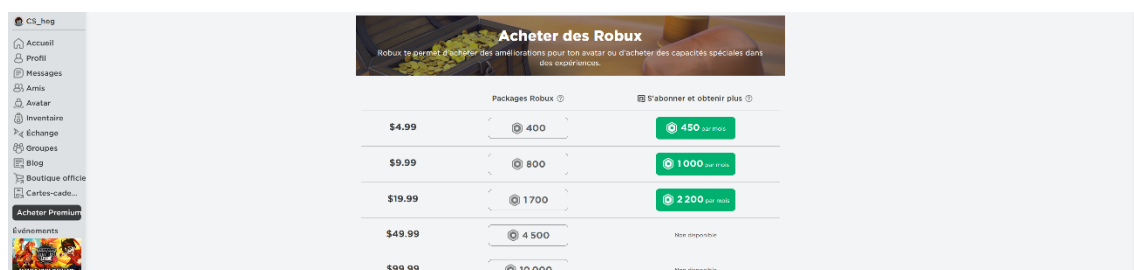
Dès l'arrivée sur la page d'accueil, une liste d'expériences créées par les utilisateurs apparaît, et cliquer sur l'une d'elle lance le téléchargement du client lourd nécessaire au lancement desdites expériences. La composante financière prend très rapidement les devants, lorsqu'il est demandé de payer des Robux, monnaie du jeu s'achetant contre de l'argent réel, en essayant d'accéder à la première expérience listée. Si le montant n'est pas très important, il masque plusieurs pratiques fortement critiquées du monde de la microtransaction dans le jeu vidéo. On peut citer l'utilisation d'une monnaie alternative, rendant plus difficile pour l'utilisateur de réaliser sa valeur (145), le fait de proposer des achats très peu coûteux tout en rendant nettement désavantageuse l'option d'achat la moins chère (145) ainsi que la proposition d'un abonnement aux conditions avantageuses de prime abord, ce qui rajoute une raison de dépenser davantage et facilite la rétention du joueur. Aussi, le faible coût relativise l'acte d'achat et encourage des microtransactions ultérieures en désinhibant l'acte de dépenser dans le jeu (146).

Figure 90 : Monétisation de Roblox : partie 1



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 91 : Monétisation de Roblox : partie 2



(Cyril Schranz, 2022)

Toutefois, il existe une multitude d'expériences sans barrière à l'entrée. Adopt Me est la plus populaire d'entre elles, et les statistiques entourant le jeu intégré à Roblox sont dantesques. En effet, Adopt Me possédait plus de 50 millions de joueurs actifs et une équipe d'environ 100 personnes à la fin de l'année 2020 (147). De plus, Dreamcraft, les développeurs de l'expérience, toucheraient environ 50 millions de dollars américains par année grâce au jeu (148). Cette somme induit des dépenses trois fois plus importantes par les joueurs, l'argent touché par les développeurs ne constituant que 29% de celui dépensé sur Roblox (149).

Tentons donc de comprendre ce tour de force d'expérience P2E en lançant Adopt Me. À l'instar de la plupart des arrivées sur les précédents metaverses, celle-ci commence par la création d'un avatar où la monétisation est très encouragée. En effet, elle comporte les mêmes caractéristiques en termes de d'incitation de la dépense que ce qui a été évoqué précédemment, tout en proposant une liste d'options de personnalisation gratuites relativement limitées en comparaison aux variantes payantes :

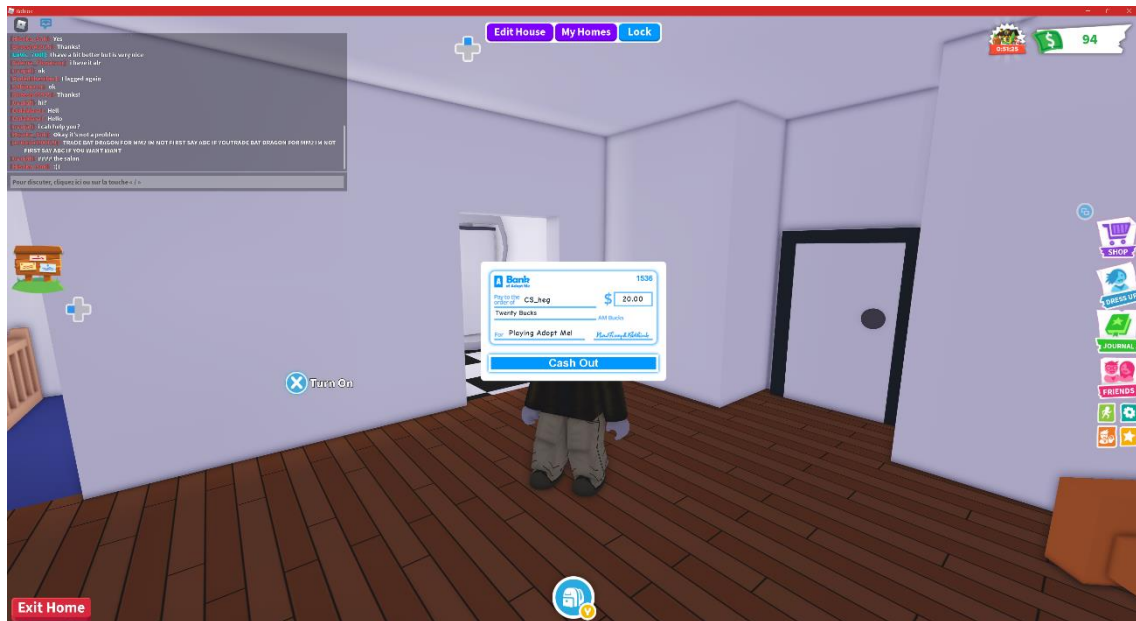
Figure 92 : Création d'un avatar sur Adopt Me, un jeu intégré à Roblox



Le jeu débute une fois la création de l'avatar terminée. Compte tenu des statistiques précédemment énoncées, c'est sans surprise que le sous-titre dispose d'un peaufinage important et propose nombre de façons intéressantes et amusantes de jouer. Quelques heures passées sur le jeu permettent de davantage mettre en avant les différentes techniques de rétention mentionnées ci-avant, tout en présentant un autre schéma très connu et apprécié des créateurs de jeux F2P : les récompenses journalières à la connexion, le gain de récompenses sporadiques ainsi que l'impossibilité de réaliser certaines actions du jeu sans devoir attendre et/ou payer.

Dans le premier cas, l'explication est assez basique : un joueur recevant des récompenses en se connectant associe l'acte de connexion à quelque chose de positif et, de facto, le perçoit comme plaisant. Dès lors, il est plus enclin à se connecter et à jouer plus souvent (150), ce qui crée de la rétention, de l'engagement, et une probabilité accrue que ce même joueur cède aux nombreux appels du pied visant à lui faire dépenser de l'argent réel :

Figure 93 : Systèmes de récompenses dans les jeux F2P : partie 1



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 94 : Systèmes de récompenses dans les jeux F2P : partie 2



(Cyril Schranz, 2022)

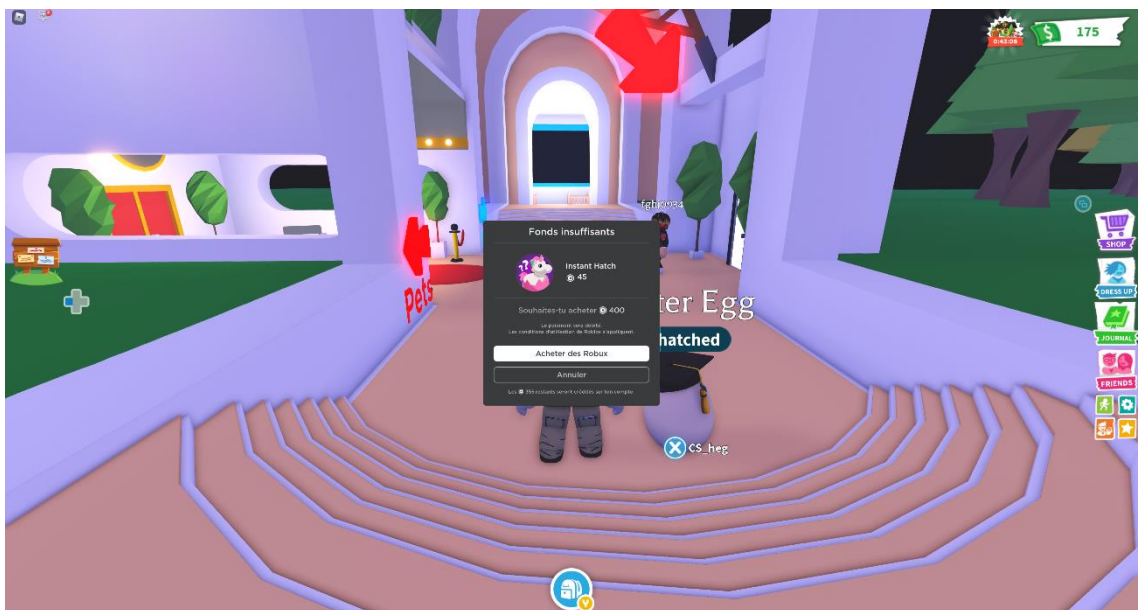
Dans le second cas, souvent présenté sous la forme d'un système « d'énergie » se rechargeant avec le temps et dictant les actions réalisables par le joueur, elle cherche à le brider et, par extension, à l'encourager à recourir à une option payante lui permettant d'ignorer cette phase d'attente. Si le joueur choisit d'ignorer cette option, il devra alors attendre et, potentiellement, se connecter plusieurs fois, voire réaliser d'autres actions sur le jeu pour continuer de progresser. Durant cette période d'attente, il est alors possible de lui proposer d'autres formes de microtransactions (151) ainsi que de le confronter aux stimulus liés aux récompenses précédemment évoqués (150).

Figure 95 : Système de « gatekeeping » ignorable en payant : partie 1



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 96 : Système de « gatekeeping » ignorable en payant : partie 2



(Cyril Schranz, 2022)

Le parfait compendium des mécaniques de monétisation d'un jeu F2P ne serait pas complet sans l'ajout des célèbres « loot boxes ». Ce système vise la vente d'objets parmi une sélection dont l'obtention dépend de probabilités, lesquelles sont souvent obscures. Ce « procédé qui incite à dépenser » « d'importantes sommes d'argent en exploitant les vulnérabilités de leur jeune public », notamment « par le biais d'un marketing agressif » et de « nombreux biais cognitifs » (152) a purement et simplement entraîné l'interdiction des jeux le proposant sur les territoires belge et néerlandais (152).

Dans le cas de la loot box qui nous intéresse, elle est agrémentée d'une mention la présentant comme une offre limitée, manipulant le consommateur en l'encourageant à obtenir une possession qu'il pourrait ne jamais obtenir s'il ne l'acquiert pas immédiatement (153), gonflant par la même occasion la valeur de ladite possession de façon artificielle. Cette forme d'oppression guidée par la peur est souvent, de façon très appropriée, qualifiée dans l'industrie de FOMO (*fear of missing out*).

Figure 97 : Vente de loot boxes limitées dans Adopt Me



(Cyril Schranz, 2022)

Bien que l'aspect éthique de ce florilège de techniques visant à encourager le joueur à sortir une carte de crédit, laquelle appartenant, bien souvent, à ses parents (26), soit indéniablement critiquable, il ne s'agit pas ici d'émettre un jugement de valeur. En effet, le but est de comprendre comment les créateurs utilisent Roblox comme une plateforme P2E, en créant des expériences incluant ce genre de schémas. Bien évidemment, ils ne sont pas tous présents dans l'entièreté des expériences, et certaines sont plus respectueuses des joueurs ne souhaitant pas dépenser d'argent que d'autres. Une chose est certaine, les microtransactions et autres formes de monétisation associées à des jeux « gratuits » constituent une part massive des revenus des créateurs. On estimerait même que, dans l'industrie du jeu vidéo, qui pesait environ 110 milliards de dollars américains en 2018, 88 avaient été générés par les seuls jeux ne présentant aucun coût initial (154). De quoi faire réfléchir les créateurs de contenu, et justifier le choix de supports tels que Roblox pour la création de ce genre d'expériences.

L'exploration d'autres expériences sur Roblox offre une multitude de contenus très variés, et démontrant l'étendue des possibles qu'un outil d'UGC complet propose. Cela peut aller de jeux très étoffés avec de nombreuses options de jouabilité dont certains exigent le recours à la dépense, à des expériences plus modestes et dépourvues de toute forme de monétisation.

Figure 98 : Jeu de rôle bac à sable intégré à Roblox



(Cyril Schranz, 2022)

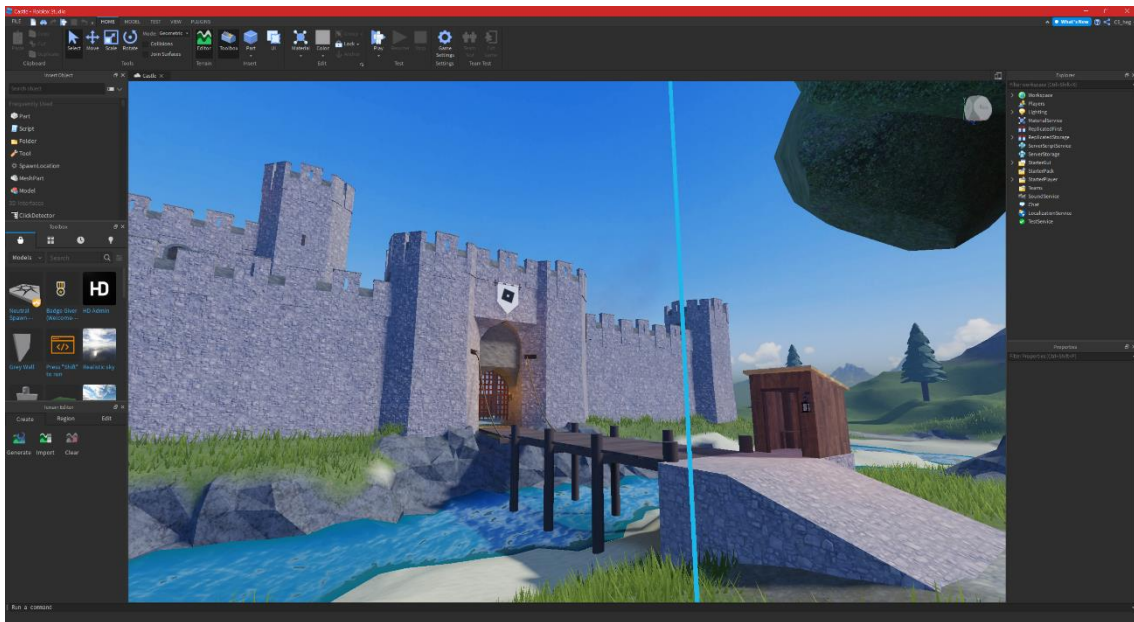
Figure 99 : Expérience Roblox sur le thème de World of Warcraft



(Cyril Schranz, 2022)

L'outil en question, appelé Roblox Studio, est disponible avec un second téléchargement et facilite, en effet, fortement la création de contenu sur le metaverse. Il propose une multitude de canevas, à la fois simples d'utilisation mais riches en possibilités. Il est également possible, pour les créateurs maîtrisant la programmation, d'aller plus loin via l'outil en personnalisant leurs expériences à l'aide du langage de scripting Lua (155).

Figure 100 : Roblox Studio, outil d'UGC intégré à Roblox



(Cyril Schranz, 2022)

Monétiser et gagner de l'argent à travers le contenu créé sur Roblox n'est toutefois pas aussi simple qu'il n'y paraît et il ne suffit pas, pour ce faire, de passer quelques heures dans l'outil d'UGC. En effet, si les retours et bénéfices peuvent être massifs (148), un compte souhaitant convertir ses gains en argent réel doit, au préalable, remplir quelques critères spécifiques. Parmi ceux-ci se trouvent, notamment, le fait d'avoir souscrit un abonnement à Roblox Premium (156), qui est un modèle économique à paiement mensuel visible sur la figure 91, ainsi que d'avoir engrangé un montant minimum de 100'000 Robux (156) sur son expérience. Cette somme induit au minimum 1'000 dollars américains de dépenses effectuées par d'autres utilisateurs, en partant du principe que ces derniers n'ont bénéficié qu'uniquement de l'offre directe la plus avantageuse dans l'achat de Robux, toujours en se référant aux tarifs visibles sur cette même figure. À noter que si les NFTs sont absents de Roblox, il est possible d'utiliser l'outil du metaverse afin de créer des modèles à minter sur d'autres plateformes, à l'instar de ce qui a été fait sur The Sandbox.

5.1.8 Benchmarking des univers

Avant de procéder aux études de terrain des metaverses, une liste de critères sur lesquels se concentrer avait été établie, servant d'une part à orienter la recherche mais aussi à comparer les univers. Si l'analyse possède une part importante de subjectivité et ne vise pas à effectuer un classement stricto sensu de ces metaverses, il permet de mettre en exergue certaines qualités et défauts de chacun d'eux et potentiellement d'établir un premier tri dans le choix d'un metaverse sur lequel investir du temps. Afin de pallier la subjectivité de certains critères et l'inégalité de leurs intérêts respectifs par rapport à l'étude, une pondération leur a également été appliquée.

Il convient aussi de spécifier que, si les critères étudiés sont les mêmes pour tous ces univers, certains sont plus pertinents que d'autres selon le metaverse. De fait, subdiviser ces metaverses en deux catégories (metaverse moderne et P2E) offre une comparaison plus honnête et pertinente. Par exemple, Decentraland peut facilement être comparé à The Sandbox et Cryptovoxels, mais possède quelques différences majeures avec Roblox. Ce dernier étant présenté comme une plateforme de P2E, on pourrait le comparer à Axie Infinity, qui est également annoncé comme un jeu à composante P2E, mais qui ne prend pas la forme d'un metaverse.

Finalement, l'exploration des metaverses étant accompagnée d'explications sur les critères majeurs expliquant l'attribution de telle ou telle note, elles ne seront pas approfondies davantage afin de ne pas alourdir inutilement le présent travail.

Ces quelques décharges étant faites, voici la liste des critères étudiés :

- 1. Prérequis : Faut-il posséder du matériel spécifique pour installer et jouer ? L'installation nécessite-t-elle des conditions précises (système d'exploitation, périphériques, composants hardware, porte-cryptomonnaie) ?
- 2. Installation : L'installation est-elle intuitive et facile ? L'intégration aux technologies telles que les porte-cryptomonnaies se fait-elle simplement ?
- 3. Prise-en-main : Globalement, est-ce qu'il est facile de comprendre le metaverse lors de son installation et de la première expérience ? Le metaverse dispose-t-il d'un tutoriel explicatif de qualité ?
- 4. Interface : L'interface utilisateur du metaverse est-elle claire ? Les différents éléments sont-ils explicités ? Y manque-t-il des éléments pour rendre l'expérience suffisante ou bonne ?
- 5. Impact NFT : Le metaverse a-t-il une grande emphase sur l'utilisation des NFTs ? Sont-ils nécessaires afin de vivre une expérience pleine ? (*le plus haut, le moins d'impact*)
- 6. Présence NFT : Le metaverse met-il en valeur les NFTs ? Le jeu propose-t-il des façons d'en obtenir ? D'en créer ? (*le plus haut, le plus de présence*)

- 7. Play-to-Earn : Peut-on gagner des cryptomonnaies et des NFTs dans le metaverse ? De l'argent réel ? Est-ce que cela demande un effort et/ou un investissement (temps, argent) conséquent ? Est-on récompensé en NFTs spécifiques, en cryptomonnaies, en argent réel ou de plusieurs façons ?
- 8. Pay-to-« Win » : Peut-on profiter de ce metaverse gratuitement ? L'expérience est-elle fortement affectée pour une personne n'investissant pas de cryptomonnaies ou d'argent réel ? (*le plus bas, le plus pay-to-« win »*)
- 9. Jouabilité : Les contrôles sont-ils clairs ? Le metaverse est-il facile à manœuvrer au niveau mécanique ?
- 10. Amusement : S'amuse-t-on dans ce metaverse ? Donne-t-il envie de continuer à passer du temps dessus ?
- 11. Documentation : Existe-t-il une documentation explicative sur le metaverse? Cette documentation permet-elle de pallier certaines lacunes des autres critères (ex : prise-en-main, interface).
- 12. Communauté : Une communauté s'est-elle établie autour du metaverse ? Propose-t-elle des outils (canaux de discussions, forums, événements) autour de ces expériences ? Sont-ils mis en avant ? Rencontre-t-on facilement d'autres joueurs sur le metaverse ?
- 13. Interopérabilité : Le contenu créé/obtenu dans ce metaverse est-il utilisable ailleurs ? Monétisable ailleurs ? Ce procédé est-il simple et intuitif ?

Enfin, voici donc le tableau récapitulatif du banc d'essai des metaverses explorés :

Tableau 2 : Benchmarking des metaverses

Poids critère	0,5	0,25	0,25	0,25	0,5	0,5	0,5	0,25	0,1	0,25	0,25	0,25	0,5	
Metaverse / Critère	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Score final
Decentraland	9	10	7	8	7	8	8	5	8	6	8	9	10	35,05
The Sandbox	7	4	3	6	9	9	6	8	9	8	9	8	10	32,9
Horizon Worlds	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(Crypto) Voxels	10	10	7	8	9	5	4	10	5	7	4	4	7	30,5
Roblox	10	10	8	8	0	2	6	5	8	9	9	8	3	25,55
Axie Infinity	6	7	5	6	5	8	6	1	8	9	7	7	5	26,3

(Cyril Schranz, 2022)

6. Création d'un metaverse

Grâce à tous les éléments théoriques étudiés et constatés jusqu'à présent, la dernière étape de cette grande revue du metaverse consiste à les y intégrer de façon pratique. Il s'agira, pour ce faire, de réaliser un prototype de metaverse à l'aide de l'outil Unity, un moteur de jeu permettant de grandement faciliter la création de jeux vidéo. Les raisons dans le choix de cet outil sont notamment :

- L'accès à une documentation, à une communauté très développées et à de nombreux tutoriels, y compris expliquant l'implémentation d'outils liés au Web3 dans le moteur. (157)
- La présence d'une librairie très fournie de modèles tridimensionnels gratuits permettant de personnaliser l'univers de multiples façons.
- L'utilisation de C# pour la programmation dans Unity, langage répandu et disposant, lui aussi, d'une documentation importante. Il a été, de surcroît, étudié dans quelques modules de la HEG.
- L'utilisation du moteur dans le module de GREP (*groupe d'encadrement de projet*), ce qui a permis une première familiarisation avec ses spécificités et subtilités.

La forme finale du prototype dépendra de l'avancée réalisée durant le temps restant alloué au présent travail. Le travail de bachelor étant réalisé sous la supervision d'un conseiller qui en vérifie le bon avancement, le développement des fonctionnalités sera organisé de façon agile, en itérations d'une semaine à la fin desquelles un état d'avancement lui sera transmis. Le travail étant individuel, beaucoup d'autres caractéristiques des méthodes agiles sont difficiles à appliquer, mais chaque fonctionnalité sera évaluée selon l'effort à consentir pour son implémentation, en utilisant le principe des « story points » et leur graduation (158), ainsi que la méthode MoSCoW (159) pour en définir la priorité :

- *Must have this* : ces fonctionnalités sont cruciales pour le projet et « non négociables ». (159)
- *Should have this* : elles « apportent une vraie valeur ajoutée et/ou leur importance contribue à l'atteinte des objectifs ». (159)
- *Could have this* : elles sont intéressantes mais peu prioritaires.
- *Won't have this* : elles sont réservées à « un traitement ou une intégration ultérieure ». N'en ayant pas pour ce projet, elles peuvent être implémentées en cas de grande avance sur le développement. (159)

Le metaverse prendra la forme d'une expérience de type « bac-à-sable », inspirée par Minecraft, et ne sera donc pas dicté par un objectif précis mais par la curiosité et les désirs de l'utilisateur. Il s'agira, notamment, d'y collecter des matériaux pour créer des objets et d'en réaliser des NFTs. La liste des critères et fonctionnalités à implémenter sont listées dans le sous-chapitre ci-après.

6.1 Critères à implémenter

Tableau 3 : Tâches représentant les éléments à implémenter dans le metaverse

<i>ID tâche</i>	<i>Itération</i>	<i>Tâche</i>	<i>Effort</i>	<i>Priorité</i>
1	1	Création d'un univers 3D explorable, basés sur des blocs (Minecraft) et contenant plusieurs biomes variés	40	Must
2	1-2	Mise en place de l'interactivité du projet Unity avec MetaMask	8	Must
3	2	Implémentation de matériaux à collecter et d'un système d'artisanat avec ces matériaux	20	Must
4	2-3	Ajout de la possibilité de minter les objets issus du système de création de la tâche 3	40	Must
5	3	Ajout de la possibilité d'exposer les NFTs mintés lors de la tâche 4 dans l'environnement	20	Should
6	3-4	Création d'un mini-jeu dans le metaverse (exemple : machine à sous ou jeu de carte) interagissant avec MetaMask	13	Could
7	4	Ajout d'un hôtel des ventes afin d'y vendre des objets créés lors de la tâche 3 et d'en acheter des spécifiques	8	Could
8	4	Ajout de la possibilité d'obtenir d'acheter une parcelle afin d'y exposer les NFT mintés	13	Could
9	4	Intégration d'un système permettant de visiter le metaverse à plusieurs en temps réel et à ces utilisateurs d'interagir entre-eux	40	Could
10	4	Ajout d'un système de création de terrain sur les parcelles obtenues dans la tâche 4 à l'aide de matériaux de la tâche 3	40	Won't

(Cyril Schranz, 2022)

6.2 Outils utilisés

6.2.1 Logiciels

- Moteur de jeu : Unity 2020.3.27.1
- Environnement de développement :
 - Microsoft Visual Studio Community 2022 17.0.5
 - Remix 0.26.3
- Support : WebGL 2.0
- Porte-cryptomonnaie : MetaMask 10.18.4

6.2.2 Langages de programmation

- Script : C#/.Net 4.7.1
- Smart contract : Solidity 0.8.4

6.2.3 Importables

- Kit de développement Web3 : ChainSafe web3.unity 1.5.0 (160)
- Standard de tokens : Openzeppelin 7.4.3 (161)
- Modèles 3D/sprites :
 - Block People (162)
 - City Voxel Pack (163)
 - Voxel 3D Town Pack for Landcape (164)
 - Voxel Environnements 1 (165)
 - Simple Blocky Dog Houses Bowls And Pools Pack (166)
 - Favor Box (167)
 - Voxel Dollar Coin Asset (168)
 - hammer and wrench (169)
 - slot machine (170)
 - Cube Environment (171)

6.3 Développement

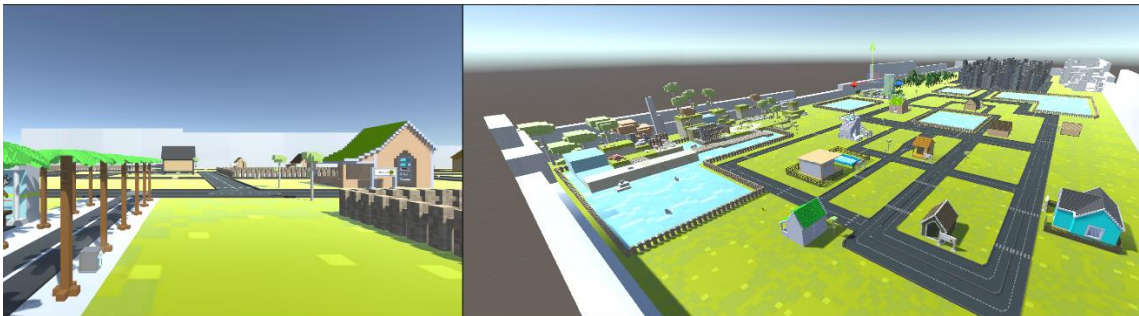
6.3.1 Création d'une base explorable

La première étape dans la création du prototype de metaverse est d'en créer les fondements afin de pouvoir s'y déplacer et évoluer. Pour ce faire, il s'est agi, dans un premier temps, de rechercher différents modèles tridimensionnels pour étayer l'univers. Si cette étape n'est pas prioritaire dans le présent travail, elle s'accompagne d'une réflexion autour des fonctionnalités et des critères à implémenter. Par exemple, l'un d'entre eux mentionnant la possibilité de réaliser de l'artisanat à partir de matériaux ramassés dans le metaverse, il est important de considérer des modèles permettant d'illustrer ces matériaux, tels que des arbres pour la collecte de bois par exemple. À noter que, bien qu'ils proviennent tous de créateurs différents, tous les modèles sélectionnés pour ce prototype suivent le style « voxel » précédemment mentionné, afin

de rendre hommage à Minecraft, mais également d'avoir une ligne graphique cohérente pour l'ensemble du metaverse.

Cette première étape s'accompagne également de la création et de la personnalisation du personnage que l'utilisateur contrôle dans ce jeu. Ses déplacements étant sujets à de la physique pointue, un tutoriel a été suivi pour leur gestion ainsi que pour celle de la caméra (172). À ce niveau, nombre de détails physiques tels que les animations et certaines collisions sont perfectibles voire sciemment ignorés, mais il est déjà possible de se déplacer et de visiter l'univers dans Unity.

Figure 101 : Base explorable de metaverse créée sur Unity



(Cyril Schranz, 2022)

Il s'agit ensuite de se concentrer sur les fonctionnalités propres au Web3, et de revenir sur ce genre de considération secondaire en cas d'avance importante sur l'implémentation de l'ensemble des autres tâches.

6.3.2 Implémentation d'outils Web3

L'étape suivante consiste en la connexion du projet Unity avec les outils du Web3, notamment afin de pouvoir réaliser des fonctionnalités utilisant des cryptomonnaies et des NFTs. Si Unity est un outil populaire pour la création de jeu et, de fait, qui possède une communauté et une documentation aboutie, force est de constater que les solutions permettant de créer des jeux à composante Web3 sont, pour l'heure, nettement moins communes.

Lors des premières recherches, un kit de développement mis en place par la société Moralis s'est démarqué (173). Il s'agit d'un outil professionnel et payant, mais disposant d'une version gratuite et utilisable pour de petits projets. Toutefois, la solution étant très récente, la documentation pertinente pour utiliser le kit de développement est assez rare, et de nombreux problèmes dépourvus de solutions ont rapidement émergé après le téléchargement dudit kit. Il existe une série de tutoriels très bien réalisés pour comprendre ses caractéristiques (157), mais chacun d'eux présente un projet précréé

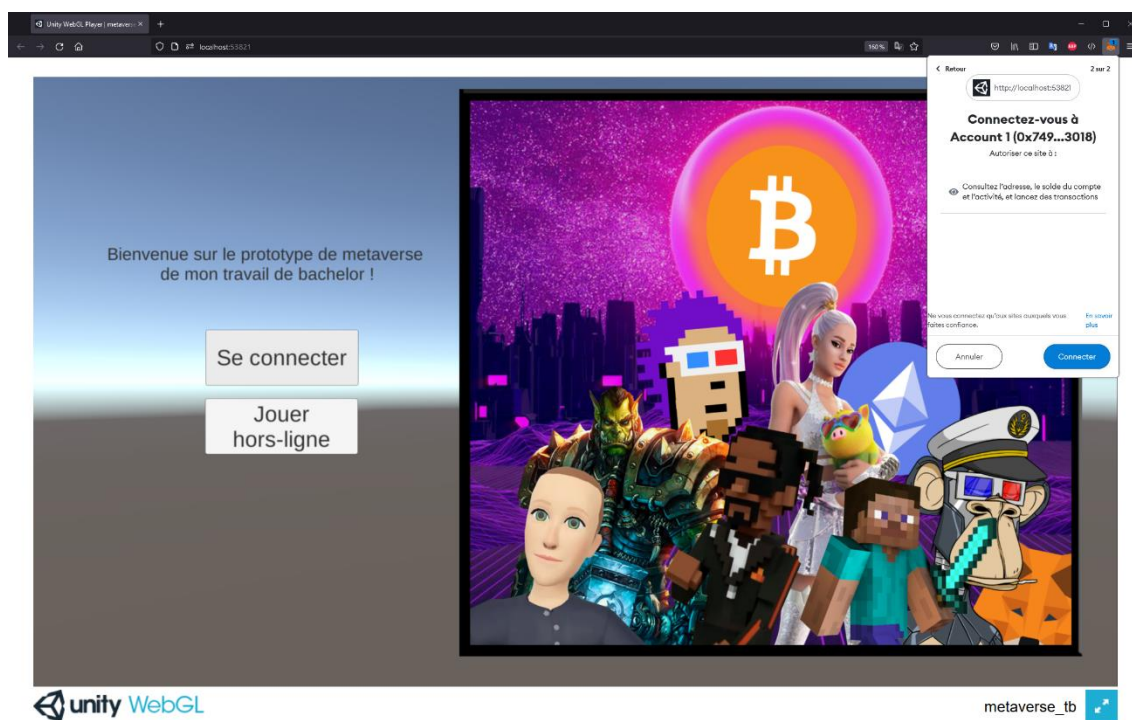
sur lequel il est possible de construire plutôt que des explications pour ajouter les fonctionnalités que propose l'outil dans un projet personnalisé.

Heureusement, il existe une alternative open-source au kit de développement de Moralis, laquelle provient de l'entreprise ChainSafe (160). Cette dernière met en place un autre kit de développement qui, pour sa part, est complètement gratuit, en plus de posséder une communauté sur un canal de discussion, qu'elle a mis en place sur le logiciel de messagerie Discord.

L'implémentation et la prise en main dudit kit se fait de façon relativement simple et intuitive, même si les nombreuses possibilités qu'il offre engendrent, irrémédiablement, une importante complexité en termes de nombre de scripts, mais également de « Prefabs », sortes de modèles d'objets Unity préfabriqués, d'où leur nom, qui permettent de stocker de multiples composants, et qu'il est alors possible de réutiliser à volonté dans un projet (174). Les modèles 3D mentionnés précédemment proviennent, pour la majeure partie d'entre eux, également d'une Prefab. De fait, il est possible de les déployer dans le projet sous la forme d'un « GameObject », classe de base de toutes les entités présentes dans un projet Unity (175). Dans le cas du kit de développement de ChainSafe, l'intérêt des Prefabs réside, notamment, dans l'association d'un objet avec les bons scripts et les bons composants, permettant ainsi de considérablement faciliter l'implémentation dans un projet. Par exemple, il existe une Prefab de bouton permettant d'initier le transfert d'un jeton ERC-20 vers l'adresse actuellement connectée via MetaMask. Cela ne marche pas d'office sans l'ajout et la modification d'autres éléments qui seront explicités ci-après, mais aide grandement lors du processus de développement.

Puisqu'il est question de MetaMask, la première étape pour tester le bon fonctionnement de l'outil de ChainSafe est de connecter le projet Unity avec MetaMask. Pour ce faire, il propose toujours des Prefabs, ainsi qu'une scène entière pour la gestion de l'écran de connexion à MetaMask, qu'il est possible de personnaliser. À noter que pour la création d'un projet basé sur ChainSafe, la solution préconisée par ses créateurs est d'utiliser WebGL, qui « est une spécification d'interface de programmation de 3D dynamique pour les pages et applications HTML5 » (176). Autrement dit, cela permet de directement lancer notre metaverse dans un navigateur, en lieu et place de l'installation d'un client lourd ou du lancement d'un exécutable. La version de MetaMask que nous utilisons pour les besoins de ce prototype étant, à l'instar de la version présentée dans le chapitre précédent, elle aussi intégrée à un navigateur, cela permet d'avoir un projet totalement intégré à un navigateur et, ainsi, de le rendre plus accessible et simple d'utilisation.

Figure 102 : Connexion au prototype avec MetaMask dans une fenêtre WebGL



(Cyril Schranz, 2022)

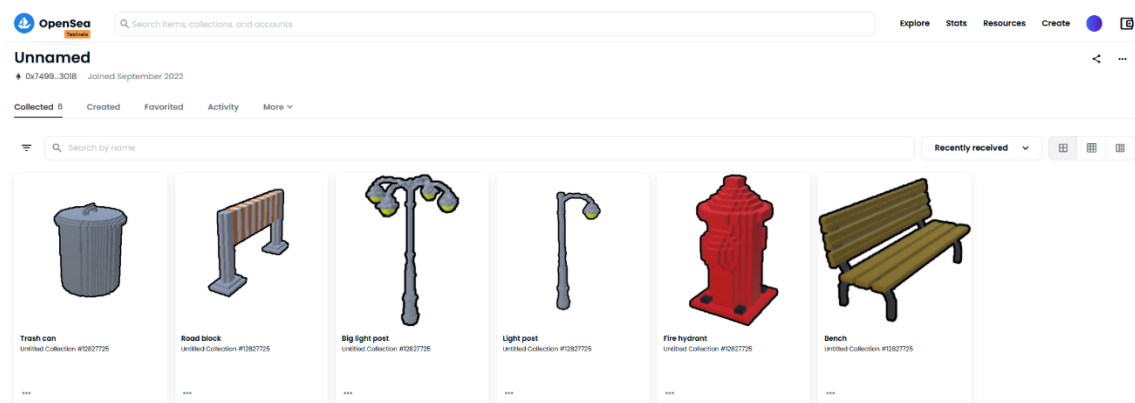
6.3.3 Développement des fonctionnalités Web3

L'assurance du bon fonctionnement du kit de développement de ChainSafe étant vérifiée, la suite consiste à développer les fonctionnalités liées au Web3, mentionnées dans le tableau présenté ci-avant. Les premières de ces fonctionnalités concernent le processus de minting de NFTs, ainsi que l'association de ce dernier à un système de création d'objets dont les composants sont trouvables en explorant le metaverse. Après de nombreux mais néanmoins infructueux essais pour réaliser cette fonctionnalité, il s'est avéré que les outils de ChainSafe permettant de minter un NFT viennent tout juste d'être développés par l'équipe créatrice, et sont encore, pour l'heure, en phase de bêta. De fait, et malgré des recherches via le peu de documentation et tutoriels déjà réalisés sur le sujet, ainsi que des demandes d'assistance aux créateurs, il n'a malheureusement pas été possible de faire fonctionner l'outil de minting de ChainSafe. Le tableau listant, respectivement, les fonctionnalités à implémenter, l'effort présumé pour les développer ainsi que leur priorité ayant été réalisé antérieurement à la phase d'implémentation, il était alors difficile de réellement jauger la complexité de telle ou telle fonctionnalité. Dans le cas du minting, dont l'effort d'implémentation estimé avait été, à juste titre, fortement pondéré, il y a beaucoup de composantes qui expliquent sa complexité. Jusqu'à présent, nous avons minté à l'aide d'OpenSea, dont on rappelle qu'il s'agit d'une place de marché de NFTs. La connectivité entre Unity et OpenSea étant compliquée, le seul moyen de

minter à travers les outils de ChainSafe et à l'aide de leur place de marché propriétaire, laquelle est, elle aussi, relativement jeune. De fait, nous retombons dans les mêmes travers que pour l'outil de minting en tant que tel : une documentation quasiment inexistante et très peu de moyens d'obtenir de l'aide pour un produit non professionnel et, pour l'heure, de niche. Il serait donc intéressant de retravailler sur ce prototype une fois l'outil plus développé et mature, et sa documentation plus étoffée.

À défaut, il est possible de procéder au développement d'une alternative au minting en direct depuis le metaverse. En effet, ChainSafe propose une Prefab permettant la vérification de la possession d'un NFT par une certaine adresse sur une série de mainnets et testnets majeurs. Il est donc possible de procéder manuellement au minting de NFT via n'importe quel outil tel qu'OpenSea et, ensuite, d'autoriser l'interaction de l'utilisateur du metaverse avec un objet équivalent en fonction de sa possession dudit NFT. Initialement, le but était de créer des objets du quotidien afin de les placer dans une maison qui aurait, elle-aussi, été achetée dans le jeu sous forme de NFT. Toutefois, et en raison des contraintes associées à la collision dans Unity et de la façon dont les modèles tridimensionnels ont été créés par leurs créateurs, il est nécessaire de procéder à un choix du moindre mal. En effet, les deux possibilités sont, respectivement : une maison sans aucune collision et à travers les murs de laquelle il est possible de passer, ou l'ajout d'une collision sur ses contours mais, par voie de conséquence, l'impossibilité d'y entrer, car le trou faisant office de porte d'entrée devient alors un mur invisible. Pour cette raison, il a été décidé de ne pas créer des NFTs d'objets d'intérieur, destinés à meubler la maison, mais d'objets d'extérieur, que l'utilisateur pourrait placer à sa guise dans l'environnement du metaverse après les avoir créés. Le processus de création de NFTs sur OpenSea a donc été reconduit pour six objets d'extérieur, à la différence que leur minting a été réalisé sur Rinkeby, un testnet d'Ethereum, et à l'aide d'une version alternative d'OpenSea réservée aux transactions sur divers testnets (177).

Figure 103 : NFTs créés sur le testnet Rinkeby à l'aide d'OpenSea



(Cyril Schranz, 2022)

Une fois les NFTs créés, il faut également procéder à la mise en place des Prefabs et scripts permettant d'en vérifier la possession, puis du système de ramassage de matériaux et de création d'objets :

Figure 104 : Vérification de la possession d'un NFT sur Unity

```
public class BenchNFT : MonoBehaviour
{
    public static bool possession = false;
    [Message Unity | 0 références]
    async void Start()
    {
        string chain = "ethereum";
        string network = "rinkeby";
        string contract = "0x88848F654c30e99bc2e4A1559b4Dcf1aD93FA656"; // Smart contract permettant la création du NFT
        string account = "0x7499720e9819A59679830214e9713b6d7BA53018"; // Compte dont on souhaite vérifier la possession
        string tokenId = "52739405229110800144538544197635264708072825202217398043045458049456236658689"; // ID du token, visible sur OpenSea

        BigInteger balanceOf = await ERC1155.BalanceOf(chain, network, contract, account, tokenId);
        if (balanceOf == 1)
        {
            possession = true;
        }
    }
}
```

(Cyril Schranz, 2022)

La plupart des interactions d'un utilisateur avec son environnement s'activent à l'aide des collisions entre les composants de ce dernier et l'objet représentant le personnage de l'utilisateur. En effet, Unity fournit une méthode réservée permettant de détecter la collision entre un GameObject sur lequel le script ad hoc est appliqué (ici, le personnage de l'utilisateur) et la boîte de collision d'autres objets. Pour les distinguer et appliquer des traitements spécifiques selon l'objet, il est possible de leur assigner un tag. Voici un exemple de la méthode en question, ainsi que des extraits de ces traitements, organisés dans un « switch » :

Figure 105 : Méthode pour la gestion de la collision

```
void OnCollisionEnter(Collision collision)
{
    playerCollision = collision;
    switch (collision.gameObject.tag)
    {
        case "WoodBlock":
            childText = ui.transform.Find("Wood Count").GetComponent<UnityEngine.UI.Text>().text;
            uiValue = int.Parse(childText) + 1;
            ui.transform.Find("Wood Count").GetComponent<UnityEngine.UI.Text>().text = uiValue.ToString();
            playerWood++;
            collision.gameObject.SetActive(false);
            break;
    }
}
```

(Cyril Schranz, 2022)

Dans l'extrait de code ci-dessus est géré le ramassage par l'utilisateur d'un morceau de bois, en rentrant en contact avec une boîte de butin contenant du bois, marquée par un tag spécifique et prévu à cet effet. Ce dernier permet de différencier cette boîte de butin de celles contenant d'autres matériaux, sans devoir recourir à l'utilisation de plusieurs modèles pour illustrer ces ressources. Les différents éléments d'interface et compteurs associés sont également mis à jour.

Figure 106 : Affichage de l'interface de création lors du passage chez l'artisan

```
// Gestion de la création de NFT et de l'interface ad hoc
case "Npc":
subUi = ui.transform.Find("Craft");
if (canCollide)
{
    ui.transform.Find("Craft/Npc text").GetComponent<UnityEngine.UI.Text>().text = "Bonjour et bienvenue à Cra(N)ft!\n Cliquez sur l'objet que vous souhaitez construire :";
    int value;
    string childName;
    string parentName;
    // Source : https://stackoverflow.com/questions/69840314/how-i-can-unhide-all-object-childrens
    foreach (var child in subUi.GetComponentsInChildren<Transform>(true))
    {
        childName = child.gameObject.name;
        // Logique de changement de couleur de l'UI en cas de composants manquants
        if (childName.Contains("Count")) // S'il s'agit d'un élément d'interface dénombrant un nombre de composants
        {
            value = int.Parse(child.GetComponent<UnityEngine.UI.Text>().text);
            parentName = ui.transform.Find(childName).gameObject.name;

            // Si le joueur n'a pas assez de composants (si la quantité d'un matériau dans l'UI est inférieure à la requise)
            if (childName.Equals(parentName) && int.Parse(child.GetComponent<UnityEngine.UI.Text>().text) >
                int.Parse(GameObject.Find(parentName).GetComponent<UnityEngine.UI.Text>().text))
            {
                child.GetComponent<UnityEngine.UI.Text>().color = Color.red;
            }
        }
        child.gameObject.SetActive(true);
    }
    canCollide = false;
    Time.timeScale = 0;
    Cursor.lockState = CursorLockMode.None;
}
break;
```

(Cyril Schranz, 2022)

Figure 107 : Affichage en « jeu » de l'interface de création de l'artisan



(Cyril Schranz, 2022)

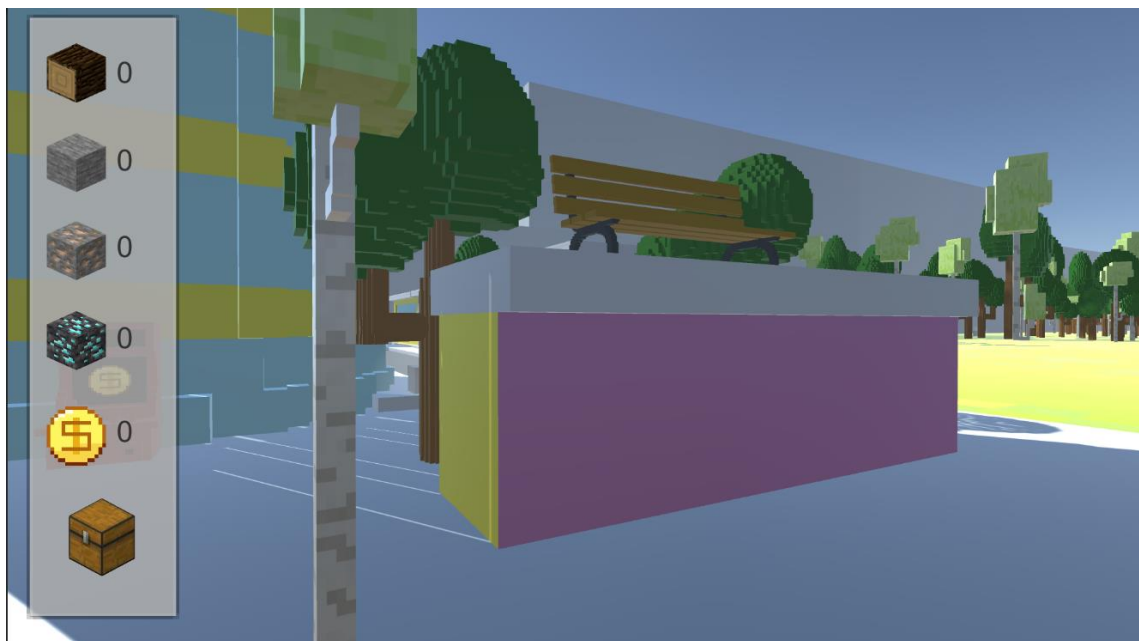
Dans l'exemple ci-dessus, la quantité de matériaux nécessaires à la création d'un banc ont tous été, manuellement, réduits à zéro. De fait, nous percevons qu'aucun prérequis en termes de matériaux ne s'affiche en rouge, et il est donc possible de cliquer sur le banc, qui est un bouton, afin de construire l'objet. Si l'adresse renseignée dans le script de la figure 104 possède bien le NFT associé à l'identifiant visible dans le même script, alors l'utilisateur disposera d'un banc qu'il pourra placer dans l'environnement :

Figure 108 : Inventaire de l'utilisateur après avoir construit un banc



(Cyril Schranz, 2022)

Figure 109 : Banc possédé par l'utilisateur et placé dans le metaverse



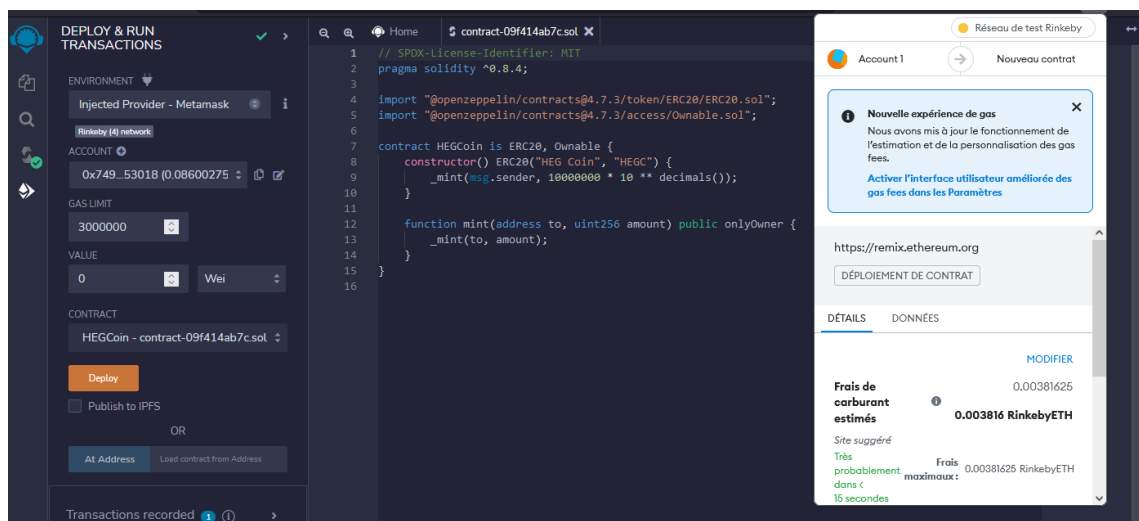
(Cyril Schranz, 2022)

La prochaine fonctionnalité à implémenter selon la liste est la création d'un mini-jeu permettant de gagner des cryptomonnaies. En effet, nous avons martelé à de maintes reprises, dans ce document, l'omniprésence d'expériences play-to-earn dans un metaverse, et la clé qu'elles représentent dans la possibilité d'en faire un univers autonome. Si ce choix n'a clairement pas été guidé par l'éthique, une possibilité simple et intuitive est l'implémentation d'une machine à sous. À l'instar des matériaux, il est

possible de ramasser des pièces de monnaies ayant plusieurs utilités, dont l'une est l'utilisation de la machine à sous. Si cette monnaie est interne au jeu et complètement fictive, gagner le jackpot dans la machine à sous permet de verser des cryptomonnaies au compte actuellement connecté sur le metaverse via MetaMask.

Pour ce faire, il faut d'abord créer un smart contract pour la gestion de ce transfert de monnaie. Dans cet exemple, nous créons un token ERC-20 personnalisé : le HEG Coin, avec son sigle HEGC. Nous pouvons ensuite déployer ce contrat ce qui, malgré le fait que le déploiement soit réalisé sur un réseau de test, nécessite le paiement de légers frais.

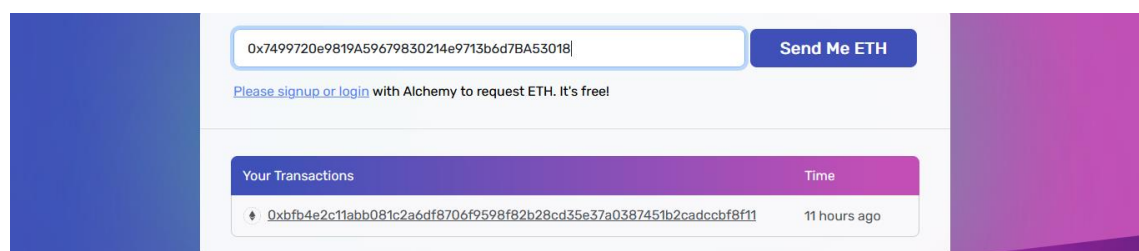
Figure 110 : Smart contract de minting du HEG Coin en langage Solidity



(Cyril Schranz, 2022)

Nous pouvons en profiter pour mentionner l'un des autres avantages des testnets pour le développement de petits projets : l'existence des « faucets ». Ce sont des programmes, revêtant souvent la forme de pages web, qui permettent d'entrer une adresse et d'y recevoir des cryptomonnaies. Il en existe aussi pour des adresses provenant de mainnets, notamment en requérant la réalisation de certaines actions en échange de l'envoi de ces fonds, mais il s'agit parfois d'arnaques ayant pour but de faire signer des transactions douteuses sur le MetaMask de l'utilisateur.

Figure 111 : Faucet pour le testnet Rinkeby



(Cyril Schranz, 2022)

Une fois le paiement des frais effectué et le contrat déployé, il est possible d'utiliser une autre Prefab de ChainSafe permettant de transférer des jetons ERC-20. Cette dernière est associée à un script possédant plusieurs variables à renseigner telles que l'adresse du contrat que nous venons de déployer, ainsi que l'adresse à laquelle les jetons doivent être versés. Dans ce dernier cas, il est possible de dynamiquement verser les fonds selon l'utilisateur connecté, mais nous verrons comment cela s'effectue dans les explications de la fonctionnalité suivante. Si nous revenons, pour l'heure, à celle de la machine à sous, il ne manque plus que le script définissant sa logique. En voici un extrait avec, en commentaires, les explications importantes :

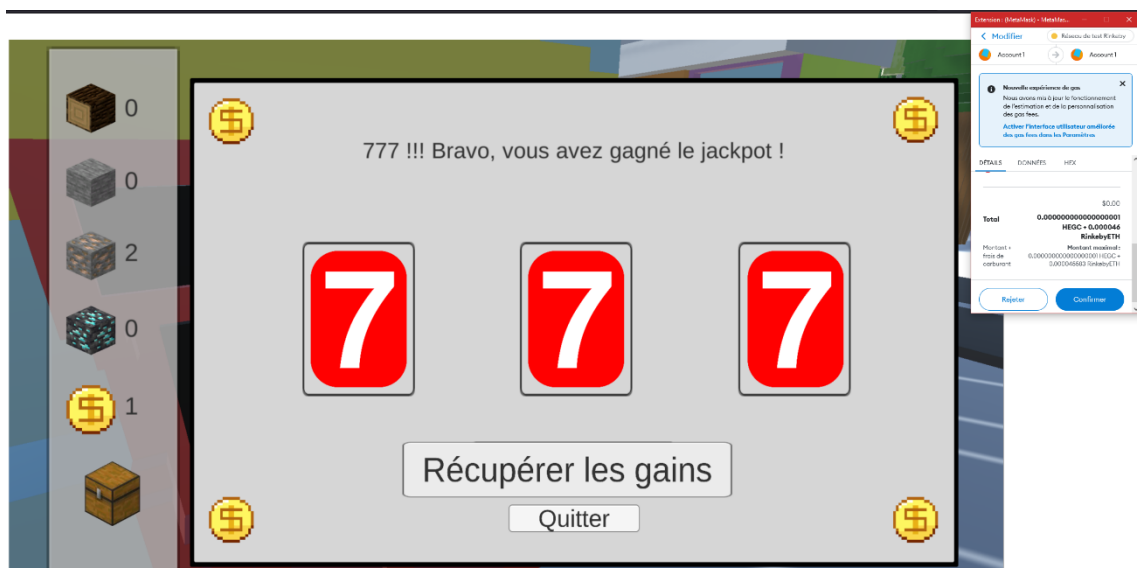
Figure 112 : Extrait de la logique de la machine à sous

```
private void Roll()
{
    PlayerManager.playerMoney--;
    uiValue = int.Parse(ui.transform.Find("Money Count").GetComponent<UnityEngine.UI.Text>().text);
    uiValue--;
    ui.transform.Find("Money Count").GetComponent<UnityEngine.UI.Text>().text = uiValue.ToString();
    subUi = ui.transform.Find("Slot Machine");
    foreach (var child in subUi.GetComponentsInChildren<Transform>(true))
    {
        childName = child.gameObject.name;
        if (childName.Equals("Image")) // S'il s'agit de l'une des trois cases à "tirer" de la machine à sous...
        {
            // ... On tire au hasard un nombre et change chacune des images du tirage de la machine
            random = Random.Range(1, 4);
            if (random != 1) // Si n'importe lequel des trois tirages n'est pas 1, on a perdu (car 1 est associé au tirage "7" selon la règle du case 1 ci-dessous)
            {
                hasWon = false;
            }
            switch (random)
            {
                case 1:
                    sprite = Resources.Load<Sprite>("Sprites/7");
                    image = child.GetComponent<Image>();
                    image.sprite = sprite;
                    break;
                case 2:
                    sprite = Resources.Load<Sprite>("Sprites/cherry");
```

(Cyril Schranz, 2022)

Tous les éléments étant en place, il est temps de jouer ! À la manière d'un croupier malhonnête, nous allons quelque peu piper le jeu mais, pour le coup, à l'avantage de l'utilisateur qui va miraculeusement empêcher le jackpot :

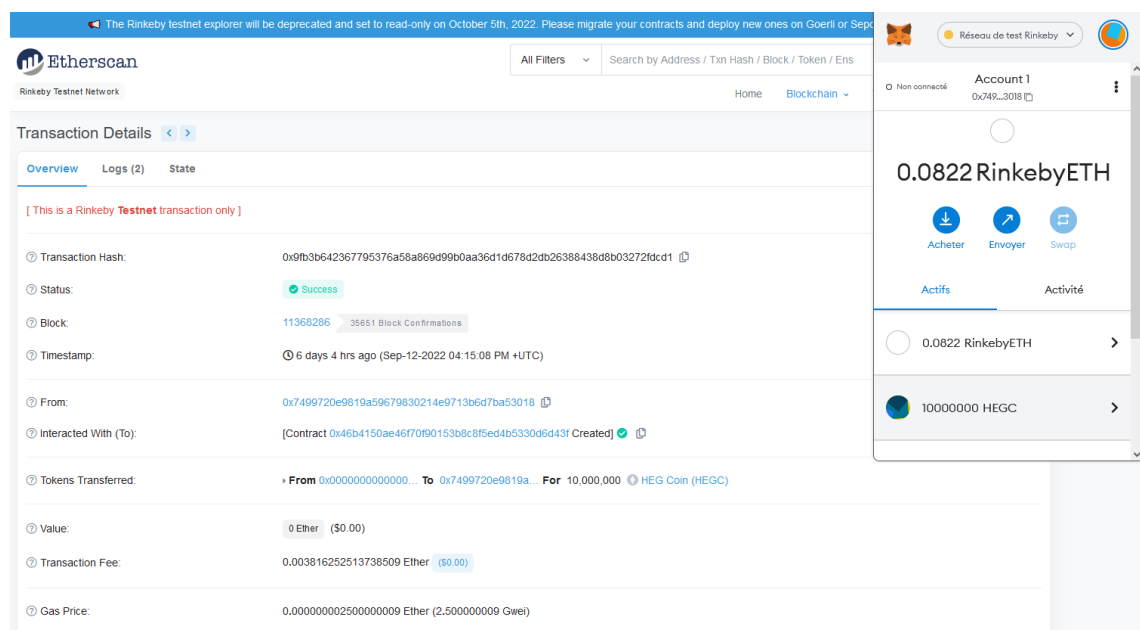
Figure 113 : Victoire de l'utilisateur à la machine à sous



(Cyril Schranz, 2022)

Curieusement, MetaMask propose un paiement et non pas un encaissement en cryptomonnaies sur la capture d'écran ci-avant. En effet, une transaction est une transaction, même lorsque cette dernière est bénéfique, et demande donc le paiement de frais d'une façon ou d'une autre. Dans ce cas et pour des raisons de simplicité, l'utilisateur final va payer les frais, mais une pratique commune est de disposer de fonds au sein du contrat pour payer ces frais. Effectivement, un smart contract n'est rien de plus qu'une adresse hébergeant un programme, mais il peut aussi contenir des fonds comme n'importe quelle autre adresse. Toutefois, une fois lesdits frais payés, nous pouvons constater que l'utilisateur reçoit bel et bien ses cryptomonnaies avec une notification de MetaMask et l'incrémentation de son solde en HEG Coin. Il est, en outre, possible de vérifier cette transaction sur des explorateurs de blockchain comme Etherscan, que nous avons déjà présenté et qui, lui-aussi, dispose d'une version alternative spécifiquement dédiée à l'exploration des testnets d'Ethereum.

Figure 114 : Vérification de la réception du gain de la machine à sous



(Cyril Schranz, 2022)

La dernière fonctionnalité que nous mettrons en place et en avant sera l'achat d'une parcelle. Nous avons, précédemment, mentionné les contraintes liées au modèles tridimensionnels des maisons, ainsi que le fait que nous allons montrer comment interagir dynamiquement avec l'adresse de l'utilisateur connecté. À défaut de pouvoir véritablement posséder la maison en tant que NFT et de pouvoir la décorer de l'intérieur, nous allons, ici aussi, réfléchir à une façon alternative de réaliser une fonctionnalité similaire et permettant de simuler la possession d'une maison.

Pour ce faire, des panneaux sur lesquels un prix est affiché ont été placés devant chacune des maisons du metaverse. En interagissant avec ces panneaux à l'aide, une fois de plus, d'une collision avec le personnage de l'utilisateur, ce dernier se voit offrir la possibilité d'acheter ou non la maison associée au panneau, à l'aide de la devise obtenue en explorant le metaverse.

Figure 115 : Maison à acheter dans le metaverse



(Cyril Schranz, 2022)

Si l'utilisateur dispose d'assez de pièces pour couvrir le prix de la maison qu'il souhaite acquérir et valide l'achat, le contenu du panneau s'efface et est remplacé par l'adresse de l'utilisateur connecté pour suggérer sa possession de la maison. Il n'y a pas de réelle transaction associée à cette fonctionnalité sur la blockchain, mais cela permet tout de même d'utiliser un nouvel outil Web3 afin de personnaliser le metaverse. Il est également possible d'argumenter que cette façon de procéder ne serait pas nécessairement incohérente dans un jeu ou un metaverse réel, tant il est vrai que le prix des parcelles sur les metaverses que nous avons visités est important et inatteignable pour beaucoup de personnes désireuses de s'essayer à ce nouveau monde. Ainsi, cela permettrait à plus d'utilisateurs d'en posséder, tout en n'empêchant pas la collection de NFTs via d'autres types d'objets et de moyens pour autant.

Figure 116 : Extrait de code d'achat d'une maison

```
public void Buy()
{
    foreach (var child in PlayerManager.playerCollision.gameObject.transform.GetComponentsInChildren<Transform>(true))
    {
        if(child.gameObject.name == "Coin")
        {
            coin = child;
        }
        // Si, dans les enfants de l'objet père de la collision, le nom possède un seul caractère,
        // c'est forcément le prix de la maison, car il a été nommé comme tel exprès pour cette vérification
        if (child.gameObject.name.Length == 1)
        {
            int price = int.Parse(child.gameObject.name);
            if (price <= PlayerManager.playerMoney)
            {
                hasMoney = true;
                PlayerManager.playerMoney -= price;
                uiValue = int.Parse(ui.transform.Find("Money Count").GetComponent<UnityEngine.UI.Text>().text);
                uiValue--;
                ui.transform.Find("Money Count").GetComponent<UnityEngine.UI.Text>().text = uiValue.ToString();
                coin.transform.GetChild(0).gameObject.SetActive(false);
                child.gameObject.GetComponent<Text>().fontSize = 10;
                child.gameObject.GetComponent<Text>().text = PlayerPrefs.GetString("Account");
            }
        }
    }
}
```

(Cyril Schranz, 2022)

Figure 117 : Adresse du joueur sur le panneau d'une maison après son achat



(Cyril Schranz, 2022)

6.3.4 Rétrospective et améliorations

Si, comme nous l'avons mentionné plusieurs fois, tout n'est pas parfait et conforme aux idées et envies initiales, le prototype, sous sa forme actuelle, permet tout de même de démontrer de façon relativement poussée le potentiel d'un metaverse Web3. Unity n'est pas enseigné à la Haute École de Gestion, hormis dans un module à option, lequel est en conflit avec, notamment, des options sur l'étude de la blockchain. De fait, comprendre l'outil et composer avec sa très profonde complexité a été un travail autodidacte, forçant à se référer à des sources tierces dont la recherche a également pris passablement de temps. Par exemple, la gestion de la caméra, des déplacements et de la gravité ainsi

que de la pose d'objets dans le jeu nécessitent la compréhension de formules physiques ainsi que leur équivalence en C# et/ou dans Unity, ce pourquoi des tutoriels ont été suivis pour ces fonctionnalités en particulier (172) (177).

En ce qui concerne le kit de développement Web3, il est clair que, pour l'heure, peu de choix d'outils et de documentation sont disponibles. En effet, rappelons que la transition de la blockchain, des NFTs et du P2E dans le « mainstream » n'est que très récente. C'est d'ailleurs précisément le but de ce travail de façon plus globale : démystifier quelque chose d'encore inconnu pour beaucoup, et véritablement en comprendre les caractéristiques et les enjeux.

Aussi, la composante de développement de ce travail n'étant qu'une partie minoritaire du temps total alloué pour sa création, cela n'aide évidemment pas à accorder plus de ressources dans l'élaboration d'une fonctionnalité. C'est également pour cela que certains détails d'ordre graphique n'ont pas été priorisés, voire omis, notamment par rapport à des fonctionnalités Web3 qui constituent véritablement le sel de ce prototype.

En finalité, il est effectivement important de rappeler qu'il s'agit d'un prototype au sens le plus strict du terme. Il serait intéressant de reconduire l'expérience dans quelques mois, lorsque les outils seront plus développés et répandus, et avec plus de temps alloué pour le développement. Bien que cette expérimentation future sortira, bien évidemment, du cadre du présent travail, il s'agira donc de surveiller l'évolution de ce domaine avec attention.

7. Conclusion

La blockchain et le metaverse sont des domaines passionnants, mais extrêmement profonds et, sans chercher à émettre de jugements, manquant peut-être encore de maturité. Certains médias capitalisent sur la vague d'intérêt à l'endroit de ces sujets, afin de rédiger des articles dont la véracité des propos laisse parfois à désirer alors que, dans le camp adverse, certains fervents défenseurs de ces technologies cherchent parfois à le défendre bec et ongles avec des arguments tout aussi bancals.

Pour l'heure, il est difficile de vivre dans le metaverse, que ce soit en exploitant le P2E ou en essayant de monétiser des produits ou des services virtuels. En effet, la saisonnalité du marché des cryptomonnaies, ainsi que la volatilité de ce dernier, engendrent une forte fluctuation dans les prix et l'intérêt général du public, mettant ainsi en danger la pérennité financière des personnes dépendant de ce type de gains. Toutefois, le grand public commence à s'appropriier le metaverse. Les marques investissent l'espace au sens propre comme au sens figuré, et de plus en plus de particuliers tentent de s'approprier une part du gâteau en faisant preuve de toujours plus de créativité et en monétisant le temps qu'ils y passent. Impossible, donc, de savoir quand le metaverse va véritablement exploser en termes de popularité, mais la présence d'acteurs majeurs tels que Meta va certainement contribuer à développer ce domaine.

De la même façon, le metaverse reste un univers virtuel et requiert donc des développeurs pour en tracer les contours. Nous vivons, ici encore, les premières heures des outils de développement du metaverse à connotation Web3, mais nulle doute qu'une disponibilité accrue desdits outils pour les développeurs permettra, non seulement, d'offrir une plus large palette d'univers mais, par voie de conséquence, de prévenir le risque de voir le metaverse se faire véritablement monopoliser par les géants du web. Par ailleurs, c'est certainement cela le metaverse idéal, tel que nous l'avons étudié et défini dans ce travail : un univers gigantesque, constitué d'expériences d'envergure et d'autres plus modestes, avec des outils communs et des ressources interopérables, permettant le passage de l'une à l'autre de façon harmonieuse et instantanée.

La crise économique et la guerre étant, à juste titre, sur le devant de la scène, le metaverse est actuellement dans le creux de la vague. Il convient donc d'être patients, car les prochaines années pourraient bien être cruciales dans son développement. Peut-être que le prochain travail de bachelor sur le sujet sera rédigé via un outil intégré au metaverse, qui sait... En attendant, j'espère que le présent mémoire a permis de mieux comprendre ce vaste monde, et suis persuadé que nous passerons toutes et tous beaucoup de temps dans le metaverse... Mais, en réalité, n'y sommes-nous pas déjà ?

Bibliographie

1. MELIAN, Veronica, ZEBIB, Adrian, sans date. How Covid-19 contributes to a long-term boost in remote working. *Deloitte.com* [en ligne]. [Consulté le 9 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/human-capital/articles/how-covid-19-contributes-to-a-long-term-boost-in-remote-working.html>
2. DREYER, Chris, 2021. Remote Vs. In-Person Work: Pros And Cons To Weigh As A Business Owner. *Forbes.com* [en ligne]. 8 novembre 2021 [Consulté le 9 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.forbes.com/sites/forbesagencycouncil/2021/11/08/remote-vs-in-person-work-pros-and-cons-to-weigh-as-a-business-owner/>
3. WILLIAMS, Lara, 2022, A Pandemic Is a Dream Come True for Gamers. *Bloomberg.com* [en ligne]. 16 janvier 2022 [Consulté le 9 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2022-01-16/pandemic-s-boost-for-video-game-industry-is-a-dream-come-true-kyh9nezk> [accès par abonnement]
4. NAKAMOTO, Satoshi, 2008. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Bitcoin.org* [en ligne]. [Consulté le 9 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bitcoin.org/bitcoin.pdf>
5. O'REILLY, Tim, 2005. What Is Web 2.0 : Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. *O'Reilly.com* [en ligne]. [Consulté le 9 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html?page=4>
6. CHOHAN, Usman W., 2022. Web 3.0: The Future Architecture of the Internet? In : *Cybersecurity, Privacy, & Networks eJournal*. *Social Science Research Network.com* [en ligne]. [Consulté le 9 juillet 2022] Disponible à l'adresse : <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4037693>
7. Méta (préfixe). *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 29 juin 2022 à 13:16. [Consulté le 9 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : [https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9ta_\(pr%C3%A9fixe\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9ta_(pr%C3%A9fixe))
8. -verse. *Wiktionnaire : Le dictionnaire libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 8 avril 2022 à 01:12. [Consulté le 9 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://en.wiktionary.org/wiki/-verse>
9. STEPHENSON, Neal, 1992. *Snow Crash*. 1^{ère} éd. New York, N. Y.: Bantam Books. ISBN 0-553-08853-X
10. GADEKALLU, Thippa, HUYNH-THE, Thien, WANG, Weizheng, YENDURI, Gokul, RANAWEERA, Pasika, PHAM, Quoc-Viet, COSTA, D. B., LIYANAGE, Madhusanka, 2022. Blockchain for the Metaverse: A Review [en ligne]. PP. 4, 13. [Consulté le 5 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.09738>
11. GRIDER, David, MAXIMO, Matt, 2021. THE METAVERSE – Web 3.0 Virtual Cloud Economies. *Grayscale.com* [en ligne]. PP. 7, 11. [Consulté le 6 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : https://grayscale.com/wp-content/uploads/2021/11/Grayscale_Metaverse_Report_Nov2021.pdf
12. HORIZEN ACADEMY, sans date. La blockchain comme structure de données. *Horizen Academy.io* [en ligne]. [Consulté le 10 juillet 2022]. Disponible à l'adresse <https://academy.horizen.io/fr/technology/advanced/blockchain-as-a-data-structure/>
13. SZABO, Nick, 1994. Smart Contracts [en ligne]. [Consulté le 10 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOT_winterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html

14. BUTERIN, Vitalik, 2014. Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. *Ethereum.org* [en ligne]. P. 13. 2014 [Consulté le 10 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : https://ethereum.org/669c9e2e2027310b6b3cdce6e1c52962/Ethereum_Whitepaper_-_Buterin_2014.pdf
15. Turing-complet. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 30 mars 2022 à 05:02. [Consulté le 10 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Turing-complet>
16. TRUST WALLET, sans date. What is Staking coins? *Trust Wallet.com* [en ligne]. [Consulté le 10 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://trustwallet.com/staking/>
17. ETHEREUM FOUNDATION, sans date. Non-fungible tokens (NFT). *Ethereum.org* [en ligne]. [Consulté le 10 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://ethereum.org/en/nft/>
18. HUGHES, Ian, 2022. What is the metaverse? Is it the future? *Bcs.org* [en ligne]. 20 janvier 2022 [Consulté le 23 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bcs.org/articles-opinion-and-research/what-is-the-metaverse-is-it-the-future/>
19. DIONISIO, John, BURNS William, GILBERT, Richard, 2013. 3D Virtual Worlds and the Metaverse: Current Status and Future Possibilities. In : *ACM Computing Surveys (CSUR)* [en ligne]. PP. 4, 7. [Consulté le 23 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1145/2480741.2480751>
20. LEE, Lik-Huang, BRAUD, Tristan, ZHOU, Pengyuan, WANG, Lin, XU, Dianlei, LIN, Zijun, KUMAR, Abhishek, BERMEJO, Carlos, HUI, Pan, 2021. All One Needs to Know about Metaverse: A Complete Survey on Technological Singularity, Virtual Ecosystem, and Research Agenda [en ligne]. PP. 3, 5, 29, 37, 44. [Consulté le 23 juillet 2022]. Disponible à l'adresse <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11200.05124/8>
21. LINDEN, Hamilton, 2008. IBM and Linden Lab Interoperability Announcement. *Official Second Life Blog* [en ligne]. 8 juillet 2008 [Consulté le 23 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://lindenlab.wordpress.com/2008/07/08/ibm-linden-lab-interoperability-announcement/>
22. WEINSTEIN, David, 2022. What Is Extended Reality? *Blogs.nvidia.com* [en ligne]. 20 mai 2022 [Consulté le 23 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://blogs.nvidia.com/blog/2022/05/20/what-is-extended-reality/>
23. NING, Huansheng, WANG, Hang, LIN, Yujia, WANG, Wenxi, DHELMIM, Sahraoui, FARHA, Fadi, DING, Jianguo, DANESHMAND, Mahmoud, 2021. A Survey on Metaverse: the State-of-the-art, Technologies, Applications, and Challenges [en ligne]. PP. 4, 13. [Consulté le 23 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.09673>
24. MORNINGSTAR, Chip, FARMER, Frank Randall, 2008. The Lessons of Lucasfilm's Habitat. In : *Journal of Virtual Worlds Research; Vol 1, No 1: Virtual Worlds Research: Past, Present and Future* [en ligne]. [Consulté le 23 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <http://dx.doi.org/10.4101/jvwr.v1i1.287>
25. BÜHLER, Tiphaine, 2022. Premiers pas dans le metaverse: quelles entreprises y sont déjà? *PME.ch* [en ligne]. 4 avril 2022 [Consulté le 23 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.pme.ch/strategie/2022/04/04/premiers-pas-dans-le-metaverse-queelles-entreprises-y-sont-deja>
26. SEEDS, Catherine, 2022. Direct-to-Avatar (D2A): Retailers, Are You Ready for It? *Ketner Group.com* [en ligne]. 17 mai 2022 [Consulté le 23 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://ketnergroupp.com/2022/05/17/direct-to-avatar-retails-next-big-thing/>

27. SMART, John, CASCIO, Jamais, PAFFENDORF, Jerry, 2007. Metaverse Roadmap. Pathways to the 3D Web. A Cross-Industry Public Foresight Project. *W3.org* [en ligne]. P. 4. [Consulté le 24 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.w3.org/2008/WebVideo/Annotations/wiki/images/1/19/MetaverseRoadmapOverview.pdf>
28. FREY, Davide, ROYAN, Jérôme, PIEGAY, Romain, KERMARREC, Anne-Marie, ANCEAUME, Emmanuelle, LE FESSANT, FABRICE, 2008. Solipsis: A Decentralized Architecture for Virtual Environments. *HAL-Inria.fr* [en ligne]. P. 2. [Consulté le 24 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://hal.inria.fr/inria-00337057>
29. BURNS, Williams, 2010. Defining the Metaverse – Revisited. *Andromeda : Official Blog of the Andromeda Media Group* [en ligne]. 19 avril 2010, 19:06. [Consulté le 24 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <http://cityofnidus.blogspot.com/2010/04/defining-metaverse-revisited.html>
30. FREY, Davide, ROYAN, Jérôme, PIEGAY, Romain, 2008. Solipsis: A Decentralized Architecture for Virtual Environments. In : *1st International Workshop on Massively Multiuser Virtual Environments* [en ligne]. PP. 5, 6. [Consulté le 24 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://drive.google.com/file/d/0B3u--BesWIB9TFZEU3V/SaHFxZzA/view?resourcekey=0-Ct-JzP6cJP9dYOG5iBqMTA>
31. CASTRANOVA, Edward, 2003. Theory of the Avatar. In : *SSRN Electronic Journal* [en ligne]. P. 3. [Consulté le 25 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.385103>
32. OLIVETTI, Justin, 2015. The Game Archaeologist : AOL's Neverwinter Nights. *Massively Overpowered.com* [en ligne]. 2 mai 2015 [Consulté le 25 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://massivelyop.com/2015/05/02/the-game-archaeologist-aols-neverwinter-nights/>
33. Jeu en ligne massivement multijoueur. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 5 mai 2022 à 12:58. [Consulté le 25 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/wiki/Jeu_en_ligne_massivement_multijoueur
34. GIRDWOOD, Andrew, 2018. What was the first RPG ? *Geeknative.com* [en ligne]. 29 août 2018 [Consulté le 25 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.geeknative.com/63055/what-was-the-first-rpg/>
35. MMO Populations, sans date. TOP 20 MMOs. *MMO Populations.com* [en ligne]. [Consulté le 25 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://mmo-population.com/>
36. LEACK, Jonathan, 2017. World of Warcraft Leads Industry With Nearly \$10 Billion In Revenue. *Gamerevolution.com* [en ligne]. 26 janvier 2017 [Consulté le 25 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.gamerevolution.com/features/13510-world-of-warcraft-leads-industry-with-nearly-10-billion-in-revenue#/slide/1>
37. Anonyme, 2020. The buff circle. *Imgur.com* [en ligne]. 17 janvier 2020 [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://imgur.com/Lbe1lmi>
38. PÉTRONE (trad. ERNOUT Alfred), 2002. *Le Satiricon*. 1^{ère} édition. Les Belles Lettres. 1923. ISBN 978-2-251-011138-7.
39. Brock Pierce. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 1 juillet 2022 à 23:41. [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : https://en.wikipedia.org/wiki/Brock_Pierce
40. BOBURG, Shawn, RAUHALA, Emily, 2017. Stephen K. Bannon once guided a global firm that made millions helping gamers cheat. *The Washington Post.com* [en ligne]. 7 août 2017 [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.washingtonpost.com/investigations/steve-bannon-once-guided-a-global->

[firm-that-made-millions-helping-gamers-cheat/2017/08/04/ef7ae442-76c8-11e7-803f-a6c989606ac7_story.html](https://www.theguardian.com/world/2011/may/25/china-prisoners-internet-gaming-scam)

41. VINCENT, Danny, 2011. China used prisoners in lucrative internet gaming work. *The Guardian.com* [en ligne]. 25 mai 2011 [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.theguardian.com/world/2011/may/25/china-prisoners-internet-gaming-scam>

42. SZALAY, Eva, 2021. A history of cryptocurrency, from gaming tokens to a \$2tn market. *Financial Times.com* [en ligne]. 30 novembre 2021 [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.ft.com/content/78431430-1afb-4712-bb75-424788c60583>

43. GREENBERG, Andy, 2013. End Of The Silk Road: FBI Says It's Busted The Web's Biggest Anonymous Drug Black Market. *Forbes.com* [en ligne]. 2 octobre 2013 [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.forbes.com/sites/andygreenberg/2013/10/02/end-of-the-silk-road-fbi-busts-the-webs-biggest-anonymous-drug-black-market/?sh=400181975b4f>

44. GAGLIARDONE, Marc, 2021. Crypto millionaire à 17 ans [enregistrement vidéo]. *YouTube* [en ligne]. 22 avril 2021 [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=Dc1x9Y6aRf4>

45. BUTERIN, Vitalik, sans date. VITALIK BUTERIN : Crypto in Switzerland. *About.me* [en ligne]. [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://about.me/vitalikbuterin>

46. PYBUS, Robert, 2016. The Uncanny Mind That Built Ethereum. *Wired.com* [en ligne]. 13 juin 2016 [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.wired.com/2016/06/the-uncanny-mind-that-built-ethereum/>

47. BUTERIN, Vitalik, 2022. Soulbound. *Vitalik Buterin's website* [en ligne]. 26 janvier 2022 [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://vitalik.eth.limo/general/2022/01/26/soulbound.html>

48. CANALES, Katie, 2022. Ethereum's cofounder says we'll soon use 'soulbound tokens' to verify things like school and employment — all stored in a 'souls' wallet. *Business Insider.com* [en ligne]. 25 mai 2022 [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.businessinsider.com/ethereum-soulbound-tokens-founder-vitalik-buterin-whitepaper-sbts-souls-wallets-2022-5?r=US&IR=T>

49. SOUTH PARK STUDIOS, 2021. Creator Commentary: Make Love, Not Warcraft - SOUTH PARK [enregistrement vidéo]. *YouTube* [en ligne]. 20 octobre 2021 [Consulté le 28 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=VigOYSJJ1-A>

50. YADEN, Joseph, 2019. Minecraft Has Become the Best-Selling Game of All Time. *Playstationlifestyle.net* [en ligne]. 17 mai 2019 [Consulté le 28 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.playstationlifestyle.net/2019/05/17/minecraft-best-selling-game-of-all-time/>

51. BRESLIN, Steve, 2009. The History and Theory of Sandbox Gameplay. *Game Developer.com* [en ligne]. 16 juillet 2009 [Consulté le 28 juillet 2022] <https://www.gamedeveloper.com/design/the-history-and-theory-of-sandbox-gameplay>

52. WITMAN, Emma, 2021. Yes, 'Minecraft' is cross-platform — here's how to play with your friends on any system. *Business Insider.com* [en ligne]. 29 mars 2021 [Consulté le 28 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.businessinsider.com/is-minecraft-cross-platform?r=US&IR=T>

53. loginlogan [pseudonyme], 2022. Hello. *About Minecraft world content portability/interoperability*. [en ligne]. 27 juillet 2022 [Consulté le 28 juillet 2022].

- Disponible à l'adresse :
- https://www.reddit.com/r/Minecraft/comments/w9jhc9/about_minecraft_world_content/
54. CANAVESI, Brooks, 2022. Past, Present, Future: How User-Generated Content Will Ignite the Metaverse. *atd.org* [en ligne]. 25 mai 2022 [Consulté le 28 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.td.org/atd-blog/past-present-future-how-user-generated-content-will-ignite-the-metaverse>
55. ARCHDAILY TEAM, 2016. Model of the Eiffel Tower in Minecraft. Image via LanguageCraft. *ArchDaily.com* [en ligne]. 15 février 2016 [Consulté le 28 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.archdaily.com/781721/15-incredible-architectural-feats-made-in-minecraft/56a689b4e58ecec562000200-15-incredible-architectural-feats-made-in-minecraft-image>
56. HAUTE ÉCOLE DE GESTION GENÈVE, sans date. Plongée dans l'univers des metavers. *Hesge.ch* [en ligne]. [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.hesge.ch/heg/actualites/2022/plongee-univers-des-metavers>
57. ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES, 2020. Chapter 7. Private schools and school choice. In: *PISA 2018 Results (Volume V) : Effective Policies, Successful Schools* [en ligne]. Paris : Éditions OCDE. [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1787/ca768d40-en> [accès par abonnement]
58. ANGEL-URDINOLA, Diego, MARCHIONI, Cynthia, VAINSTEIN, Jimmy, 2022. Education meets the metaverse in Eastern Caribbean national colleges. *World Bank Blogs* [en ligne]. 4 avril 2022 [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://blogs.worldbank.org/latinamerica/education-meets-metaverse-eastern-caribbean-national-colleges>
59. BEAUCHAMP, Gary, KENNEWELL, Steve, 2010. Interactivity in the classroom and its impact on learning. In: *Computers & Education* [en ligne]. N° 54. [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.09.033>
60. AL-MAWEE, Wassna, KWAYU, Keneth, GHARAIBEH, Tasnim, 2021. Al-Mawee, Wassna & Kwayu, Keneth & Gharaibeh, Tasnim. (2021). Student's Perspective on Distance Learning During COVID-19 pandemic: A case study of Western Michigan University, United States. In : *International Journal of Educational Research Open* [en ligne]. N° 2. P. 5. [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijedro.2021.100080>
61. WANG, Yuyang, LEE, Lik-Hang, BRAUD, Tristan & HUI, Pan, 2022. Re-shaping Post-COVID-19 Teaching and Learning: A Blueprint of Virtual-Physical Blended Classrooms in the Metaverse Era [en ligne]. P. 4. [Consulté le 26 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.09228>
62. DUAN, Haihan, LI, Jiaye, FAN, Sizhen, LIN, Zhonghao, WU, Xiao, CAI, Wei, 2021. Metaverse for Social Good: A University Campus Prototype [en ligne]. PP. 6-8. [Consulté le 27 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <http://dx.doi.org/10.1145/3474085.3479238>
63. KALNING Kristin, 2007. If Second Life isn't a game, what is it? *NBC news.com* [en ligne]. 11 mars 2007 [Consulté le 27 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.nbcnews.com/id/wbna17538999#.U9uyeEi49yw>
64. KAPLAN, Andrea, HAENLEIN, Michael, 2009. The fairyland of Second Life: Virtual social worlds and how to use them. In : *Business Horizons* [en ligne]. N° 52. PP. 565-566. [Consulté le 27 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <http://dx.doi.org/10.1016/j.bushor.2009.07.002>
65. WAGNER James Au, 2015. Yes, Second Life is a Game: The Final Word on a Confusing, Often Misunderstood Topic. *New World Notes Blogs* [en ligne]. 8 juillet 2015

[Consulté le 27 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://nwn.blogs.com/nwn/2015/07/second-life-is-a-game.html>

66. SAMUR Alexandra, 2018. The History of Social Media: 29+ Key Moments. *Hootsuite Blog* [en ligne]. 22 novembre 2018 [Consulté le 27 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://blog.hootsuite.com/history-social-media/>

67. social network. *Cambridge Dictionary* [en ligne]. [Consulté le 27 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://dictionary.cambridge.org/fr/dictionnaire/anglais/social-network>

68. DOOLEY Murphy, 2017. Building a hybrid virtual agent for testing user empathy and arousal in response to avatar (micro-)expressions. In: *Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, VRST '17* [en ligne]. New York: Association for Computing Machinery. [Consulté le 27 juillet 2022]. Disponible à l'adresse: <http://dx.doi.org/10.1145/3139131.3141217>

69. MATHIS, Florian, VANIEA Kami, KHAMIS, Mohammed, 2021. Observing virtual avatars: The impact of avatars' fidelity on identifying interactions. In: *Academic Mindtrek 2021* [en ligne]. New York: Association for Computing Machinery. PP. 154-164. [Consulté le 27 juillet 2022]. Disponible à l'adresse: <http://dx.doi.org/10.1145/3464327.3464329> [accès par abonnement]

70. FONG, Katrina, MAR Raymond, 2015. What Does My Avatar Say About Me? Inferring Personality From Avatars. In : *Personality & social psychology bulletin* [en ligne]. N° 41. PP. 237-49. [Consulté le 27 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <http://dx.doi.org/10.1177/0146167214562761>

71. neuroticisme. *Wiktionnaire : Le dictionnaire libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 31 août 2020 à 04:28. [Consulté le 27 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://fr.wiktionary.org/wiki/neuroticisme>

72. RHODES, Nick, 2020. I am basically born with SL. *Decade Challenge* [en ligne]. 7 janvier 2020 [Consulté le 27 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://community.secondlife.com/forums/topic/447784-decade-challenge/>

73. TURETTINI Emily, 2021. Les leçons à tirer de Second Life pour le métavers. *Blogs Le Temps* [en ligne]. 2 décembre 2021 [Consulté le 28 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://blogs.letemps.ch/emily-turrettini/2021/12/02/les-lecons-a-tirer-de-second-life-pour-le-metavers/>

74. WHITMER, Taylor, 2012. History of UGC Gaming. *Roblox Blog Archive* [en ligne] 7 juin 2012 [Consulté le 28 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://blog.roblox.com/2012/06/history-ugc-gaming/>

75. LINDEN LABS, 2005. Second Life Opens the LindeX Currency Exchange. *Lindenlab.com* [en ligne]. 3 octobre 2005 [Consulté le 28 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.lindenlab.com/releases/second-life-opens-the-lindex-currency-exchange>

76. PARLOFF, Roger, 2006. Anshe Chung: First Virtual Millionaire. *CNN Money* [en ligne]. 27 novembre 2006 [Consulté le 28 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://money.cnn.com/blogs/legalpad/2006/11/anshe-chung-first-virtual-millionaire.html>

77. WORLDTEMPUS, 2007. Second Life : Le CEO des montres Hublot, Jean-Claude Biver, présente son île virtuelle. *Worldtempus.com* [en ligne]. 13 septembre 2007 [Consulté le 28 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://fr.worldtempus.com/article/hublot-second-life-1942.html>

78. REDMAN, Jamie, 2021. A Look at How Second Life's Linden Dollars Helped Kickstart Bitcoin's Value. *Bitcoin.com* [en ligne]. 14 juin 2021 [Consulté le 28 juillet 2022].

Disponible à l'adresse : <https://news.bitcoin.com/a-look-at-how-second-lives-linden-dollars-helped-kickstart-bitcoins-value/>

79. J.P. MORGAN, 2022. Opportunities in the metaverse. *JP Morgan.com* [en ligne]. 18 janvier 2022 [Consulté le 29 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.jpmorgan.com/content/dam/jpm/treasury-services/documents/opportunities-in-the-metaverse.pdf>

80. BECKETT, Lois, 2022. 'Huge mess of theft and fraud:' artists sound alarm as NFT crime proliferates. *The Guardian.com* [en ligne]. 29 janvier 2022 [Consulté le 29 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.theguardian.com/global/2022/jan/29/huge-mess-of-theft-artists-sound-alarm-theft-nfts-proliferates>

81. MARTINAGE, Xavier, 2022. Nike met un pied de plus dans le métavers en lançant des baskets en NFT. *Capital.fr* [en ligne]. 24 avril 2022 [Consulté le 29 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.capital.fr/crypto/nike-met-un-pied-dans-le-metavers-en-lancant-des-baskets-en-nft-1434647>

82. PSFK, 2022. Samsung Galaxy Debuts New Products In The Metaverse. In : *PSFK iQ report, Retail Strategies for the Metaverse* [en ligne]. 27 février 2022 [Consulté le 29 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.psfk.com/2022/02/samsung-galaxy-debuts-new-products-in-the-metaverse.html>

83. MARR, Bernard, 2022. The Metaverse And Digital Transformation At McDonald's. *Forbes.com* [en ligne]. 22 juin 2022 [Consulté le 30 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2022/06/22/the-metaverse-and-digital-transformation-at-mcdonalds/?sh=11c57c13967b> [accès par abonnement]

84. DWEK, Esty, 2022. Alibaba tries its luck on the metaverse. *FlowBank.com* [en ligne]. 16 juin 2022 [Consulté le 30 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.flowbank.com/en/research/alibaba-metaverse>

85. DEY, Asmita, 2022. Brands Go The Metaverse Way. *Fortune India.com* [en ligne]. 8 juillet 2022 [Consulté le 30 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.fortuneindia.com/long-reads/brands-go-the-metaverse-way/108862>

86. LEMPERT, Phil, 2022. Walmart Is Joining The Metaverse. Are We Ready? *Forbes.com* [en ligne]. 26 janvier 2022 [Consulté le 30 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.forbes.com/sites/phillempert/2022/01/26/walmart-is-joining-the-metaverse-are-we-ready/?sh=531dd001ec3f> [accès par abonnement]

87. BMW, sans date. Welcome to JOYTOPIA. *BMW.com* [en ligne]. [Consulté le 30 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.bmw.com/en/events/iaa2021/welcome-to-joytopia.html>

88. MEYER J Thomas, 2022. Meta is launching a fashion store for its metaverse avatars. *Androidcentral.com* [en ligne]. 18 juin 2022 [Consulté le 1 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.androidcentral.com/apps-software/meta-is-launching-a-fashion-store-for-its-metaverse-avatars>

89. ADIDAS, sans date. INTO THE METAVERSE. *Adidas.ch* [en ligne]. [Consulté le 1 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.adidas.ch/en/metaverse>

90. Génération Alpha. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 9 juin 2022 à 01:46. [Consulté le 1 août 2022]. Disponible à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9n%C3%A9ration_Alpha

91. Génération Z. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 2 août 2022 à 02:32. [Consulté le 1 août 2022]. Disponible à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9n%C3%A9ration_Z

92. JOHNSTON, Lisa, 2022. NRF 2022: Direct-to-Avatar Strategy Imperative for Brands Prepping Metaverse Entry. *Consumer Goods Technology.com* [en ligne]. 18 janvier 2022 [Consulté le 1 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://consumergoods.com/nrf-2022-direct-avatar-strategy-imperative-brands-prepping-metaverse-entry>
93. FELL, Ashley, sans date. How COVID-19 will shape Generation Alpha. *Mccrindle.com* [en ligne]. [Consulté le 1 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://mccrindle.com.au/insights/blog/how-covid-19-will-shape-generation-alpha/>
94. Veblen Good. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 25 juillet 2022 à 14:29. [Consulté le 2 août 2022]. Disponible à l'adresse : https://en.wikipedia.org/wiki/Veblen_good
95. KARL, Katherine, PELUCHETTE Joy, AGHAKHANI, Navid, 2021. Virtual Work Meetings During the COVID-19 Pandemic: The Good, Bad, and Ugly. In : *Small Group Research* [en ligne]. 28 mai 2021. Vol. 53, n° 3, PP. 43-365. [Consulté le 2 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1177%2F10464964211015286>
96. HACKL, Cathy, 2021. What Are DAOs And Why You Should Pay Attention. *Forbes.com* [en ligne]. 1 juin 2021 [Consulté le 2 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.forbes.com/sites/cathyhackl/2021/06/01/what-are-daos-and-why-you-should-pay-attention/?sh=278c620c7305> [accès par abonnement]
97. PURDY, Mark, 2022. How the Metaverse Could Change Work. *Harvard Business Review.com* [en ligne]. 5 avril 2022 [Consulté le 2 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://hbr.org/2022/04/how-the-metaverse-could-change-work>
98. RIVOLI, Lucas, 2022. Les dirigeants des grands groupes s'essayent au métavers, malgré les limites de ces univers. *La Revue du Digital.com* [en ligne]. 23 mai 2022 [Consulté le 2 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.larevuedudigital.com/les-grands-groupes-sessayent-au-metavers-malgre-les-limites-de-ces-univers>
99. CARREFOUR FRANCE, 2022. Discours arrivée Alexandre Bompard Metavers [enregistrement vidéo]. *YouTube* [en ligne]. 18 mai 2022 [Consulté le 2 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=mVI9b9JfOKo>
100. LEATHERMAN, Scott, 2022. Why Metaverse Marketing Should Go Beyond Direct To Avatar. *Forbes.com* [en ligne]. 21 juin 2022 [Consulté le 3 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.forbes.com/sites/forbescommunicationscouncil/2022/06/21/why-metaverse-marketing-should-go-beyond-direct-to-avatar/?sh=7caa22643052>
101. TIEN-DANA, Jack, 2022. Ten Major Artists Who Have Performed in the Metaverse. *ONE37PM.com* [en ligne]. 21 juillet 2022 [Consulté le 3 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.one37pm.com/music/ten-major-artists-who-have-performed-in-the-metaverse>
102. R, Sandy, 2022. Les concerts dans le metaverse révolutionnent le show des artistes. *Evenement.com* [en ligne]. Mai 2022 [Consulté le 3 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.evenement.com/guides-professionnels/concerts-dans-le-metaverse/>
103. Global X ETFs. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 18 février 2022 à 20:40. [Consulté le 4 août 2022]. Disponible à l'adresse : https://en.wikipedia.org/wiki/Global_X ETFs
104. PALANDRANI, Pedro, 2021. The Metaverse Takes Shapes as Several Themes Converge. *GlobalXETFs.com* [en ligne]. 13 septembre 2021 [Consulté le 4 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.globalxetfs.com/the-metaverse-takes-shape-as-several-themes-converge/>

105. Commerce social. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 7 janvier 2021 à 18:46. [Consulté le 4 août 2022]. Disponible à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/wiki/Commerce_social
106. MCKENZIE, Pamela J., BURKELL Jacquelyn, WONG, Lola, WHIPPEY, Caroline, TROSOW, Samuel E., MCNALLY, Michael B, 2012. User-Generated Online Content 1: Overview, Current State and Context. In : *First Monday* [en ligne]. 6 juin 2021. Vol. 17, n° 6. [Consulté le 12 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.5210/fm.v17i6.3912>
107. POCKET GAMER, 2018. Why you should consider developing user-generated content-based mobile games. *Pocketgamer.biz* [en ligne]. 17 avril 2018 [Consulté le 12 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.pocketgamer.biz/comment-and-opinion/67934/why-you-should-consider-developing-ugc-mobile-games/>
108. BUCHANAN, Tom, 2020. Why do people spread false information online? The effects of message and viewer characteristics on self-reported likelihood of sharing social media disinformation. In : *PLoS One* [en ligne]. 7 octobre 2020. Vol. 15, n° 10. [Consulté le 12 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239666>
109. TOMASICCHIO, Amelia, 2021. Interest in NFTs grows 426%. All the latest news. *The Cryptonomist.ch* [en ligne]. 10 septembre 2021 [Consulté le 13 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://en.cryptonomist.ch/2021/09/10/interest-nfts-grows-426-latest-news/>
110. ARMSTRONG, Martin, 2022. Interest in NFTs has Plummeted. *Statista.com* [en ligne]. 11 mars 2022 [Consulté le 13 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.statista.com/chart/27030/google-search-interest-in-nft/>
111. DWEK, Esty, 2022. Qu'est-ce qui est différent dans cet hiver crypto? *Allnews.ch* [en ligne]. 11 juillet 2022 [Consulté le 13 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.allnews.ch/content/points-de-vue/quest-ce-qui-est-diff%C3%A9rent-dans-cet-hiver-crypto>
112. BARBOSA, Alessandro, 2022. Ten Years Later, Lessons From Diablo III's Auction House Disaster Have Not Been Remembered. *Gamespot.com* [en ligne]. 16 mai 2022 [Consulté le 14 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.gamespot.com/articles/ten-years-later-lessons-from-diablo-iiis-auction-house-disaster-have-not-been-remembered/1100-6503489/>
113. SARKAR, Samit, 2016. How do Counter-Strike: Global Offensive skins work? *Polygon.com* [en ligne]. 16 juillet 2016 [Consulté le 14 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.polygon.com/2016/7/11/12129136/counter-strike-global-offensive-cs-go-skins-explainer>
114. BITCOINIST, 2022. The History of Play2Earn Games. *Bitcoinist.com* [en ligne]. Avril 2022 [Consulté le 14 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://bitcoinist.com/the-history-of-play2earn-games/>
115. Chronokings [pseudonyme], 2014. Huntercoin: The Online Game That Earns You Money. *PR Newswire.com* [en ligne]. 19 février 2014 [Consulté le 14 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.prnewswire.com/news-releases/huntercoin-the-online-game-that-earns-you-money-246237231.html>
116. EVERDREAMSOFT. Our Story. *EverdreamSoft.com* [en ligne]. [Consulté le 14 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.everdreamsoft.com/about.php>
117. FINTECHNEWS SWITZERLAND. Top 50 Crypto and Blockchain Companies in Switzerland 2022. *Fintech.ch* [en ligne]. 25 janvier 2022 [Consulté le 14 août 2022].

Disponible à l'adresse : https://fintechnews.ch/blockchain_bitcoin/top-50-crypto-and-blockchain-companies-in-switzerland-2022/51255/

118. BLOCKCHAIN GAME ALLIANCE. The BGA 2021 Member Survey & Report. *Blockchain Game Alliance.org* [en ligne]. [Consulté le 15 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.blockchaingamealliance.org/bga-2021-member-survey-report/>

119. COINMARKETCAP. Principaux jetons Play To Earn par capitalisation boursière *CoinMarketCap.com* [en ligne]. [Consulté le 15 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://coinmarketcap.com/fr/view/play-to-earn/>

120. Axie Infinity. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 18 juillet 2022 à 19:28. [Consulté le 15 août 2022]. Disponible à l'adresse : https://fr.wikipedia.org/wiki/Axie_Infinity

121. CHOW, Andrew R., DE GUZMAN, Chad. 2022. A Crypto Game Promised to Lift Filipinos Out of Poverty. Here's What Happened Instead. *Time.com* [en ligne]. 25 juillet 2022 [Consulté le 15 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://time.com/6199385/axie-infinity-crypto-game-philippines-debt/>

122. WORLD SALARIES. Average Salary in Philippines for 2022. *World Salaries.com* [en ligne]. [Consulté le 15 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://worldsalaries.com/average-salary-in-philippines/>

123. ELLIOTT, Vittoria, 2021. Workers in the Global South are making a living playing the blockchain game Axie Infinity. *Rest of World.org* [en ligne]. 21 août 2021 [Consulté le 15 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://restofworld.org/2021/axie-infinity/>

124. Océane, 2018. Qu'est-ce qu'une Sidechain ? *Canard Coin Coin.com* [en ligne]. 18 septembre 2018 [Consulté le 15.08.2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.canardcoincoin.com/sidechain-definition/>

125. PATEL, Shivang, 2022. Axie Infinity: Is Axie Infinity and Axie Origin the Same? *AFK Gaming* [en ligne]. 5 août 2022 [Consulté le 15 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://afkgaming.com/blockchaingames/guide/axie-infinity-is-axie-infinity-and-axie-origin-the-same>

126. GERBERT, Beaugart, 2022. Why gamers hate NFTs and what could change their minds. *Venture Beat.com* [en ligne]. 15 mai 2022 [Consulté le 15 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://venturebeat.com/datadecisionmakers/why-gamers-hate-nfts-and-what-could-change-their-minds/>

127. KRYPTOSPHERE, 2020. Quelles sont les différences entre un Custodial / Non custodial wallet ? *Cryptoast.fr* [en ligne]. 13 juin 2020. Dernière modification de la page le 27 juin 2022 [Consulté le 16 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://cryptoast.fr/quelles-sont-les-differences-entre-un-custodial-non-custodial-wallet/>

128. BROWNE, Ryan, 2022. Looking to get your funds out of a collapsed crypto platform? Don't get your hopes up. *CNBC.com* [en ligne]. 19 juillet 2022 [Consulté le 16 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.cnbc.com/2022/07/19/what-happens-to-my-funds-if-a-crypto-exchange-goes-bankrupt.html>

129. DEPIERRE, Olivier, LAPINTE, Cyril, MORIN, Jean-Henry, REYMOND, Michel, 2022. Lexique de la blockchain : finance décentralisée (DeFi) Decentralized Finance. *CDBF.ch* [en ligne]. 28 mars 2022 [Consulté le 16 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://cdbf.ch/lexique/finance-decentralisee-defi/>

130. WACKEROW, Paul. Norme de jeton ERC-20. *Ethereum.org* [en ligne]. Dernière modification de la page le 4 juillet 2022 [Consulté le 17 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://ethereum.org/fr/developers/docs/standards/tokens/erc-20/#top>

131. WACKEROW, Paul. Norme de jeton non fongible ERC-721. *Ethereum.org* [en ligne]. Dernière modification de la page le 4 juillet 2022 [Consulté le 17 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://ethereum.org/fr/developers/docs/standards/tokens/erc-721/>
132. Decentraland. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 12 août 2022 à 00:18. [Consulté le 17 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Decentraland>
133. REGUERRA, Ezra, 2022. Google Trends data reveals that no one cares about the metaverse or NFTs in 2022. *Cointelegraph.com* [en ligne]. 4 mars 2022 [Consulté le 17 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://cointelegraph.com/news/google-trends-data-reveals-that-no-one-cared-about-metaverse-or-nfts-in-2022>
134. FISH, Tom, 2021. The 10 Most Popular Sodas in America. *Newseek.com* [en ligne]. 14 septembre 2021 [Consulté le 17 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.newsweek.com/most-popular-sodas-america-1628796>
135. Voxel. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 21 avril 2022 [Consulté le 17 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Voxel>
136. The Sandbox (blockchain platform). *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 16 juillet 2022 [Consulté le 17 août 2022]. Disponible à l'adresse : [https://en.wikipedia.org/wiki/The_Sandbox_\(blockchain_platform\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Sandbox_(blockchain_platform))
137. THE SANDBOX, 2021. Introducing The Sandbox Alpha. *Medium.com* [en ligne]. 16 novembre 2021 [Consulté le 17 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://medium.com/sandbox-game/introducing-the-sandbox-alpha-2052db44a9f9>
138. THE SANDBOX, 2021. Announcing MoCDA exhibitions in The Sandbox Metaverse. *Medium.com* [en ligne]. 10 juin 2022 [Consulté le 17 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://medium.com/sandbox-game/introducing-the-sandbox-alpha-2052db44a9f9>
139. PROSSACK, Ashira, 2021. How Gamification Is Changing Advertising. *Forbes.com* [en ligne]. 27 mai 2021 [Consulté le 18 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.forbes.com/sites/ashiraprossack1/2021/05/27/how-gamification-is-changing-advertising/?sh=56a4187d4e36> [accès par abonnement]
140. WESTON, Georgia, 2022. Centralized Exchange (CEX) vs. Decentralized Exchange (DEX) – Key Differences. *101 Blockchains.com* [en ligne]. 18 avril 2022 [Consulté le 18 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://101blockchains.com/cex-vs-dex/>
141. Shinlokis_TSB [pseudonyme], 2022. I am brand new. *Help with minting asset* [en ligne]. 9 juillet 2022 [Consulté le 18 août 2022]. Disponible à l'adresse : https://www.reddit.com/r/SandboxNFT/comments/vu0I7t/help_with_minting_asset/
142. WESTON, Georgia, 2022. Cryptovoxels Metaverse – Everything You Need To Know. *101 Blockchains.com* [en ligne]. 1 juillet 2022 [Consulté le 18 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://101blockchains.com/cryptovoxels-metaverse/>
143. PRABHJOTE, Gill, 2021. Battle of metaverses: The Sandbox, Decentraland and CryptoVoxels see sales surge as companies look to get in on the ground floor. *Business Insider India* [en ligne]. 24 décembre 2021 [Consulté le 18 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.businessinsider.in/investment/news/the-sandbox-decentraland-and-cryptovoxels-see-sales-surge-as-companies-look-to-get-in-on-the-ground-floor/articleshow/88137990.cms>
144. TIM (Italie). *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 5 juin 2022 à 14:54. [Consulté le 18 août 2022]. Disponible à l'adresse : [https://fr.wikipedia.org/wiki/TIM_\(Italie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/TIM_(Italie))

145. AGARWAL, Prateek, 2022. Microtransactions in Video Games. *Intelligent Economist.com* [en ligne]. 2 février 2022 [Consulté le 19 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.intelligenteconomist.com/microtransactions/>
146. TELFER, Adam. Can Jurassic World Alive stand up to Pokemon Go? *Mobilefreetoplay.com* [en ligne]. [Consulté le 18 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://mobilefreetoplay.com/can-jurassic-world-alive-stand-up-to-pokemon-go/>
147. HANDRAHAN, Matthew, 2020. Adopt Me: The most popular game you've never played. *Games Industry.biz* [en ligne]. 21 juillet 2020 [Consulté le 19 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.gamesindustry.biz/adopt-me-interview>
148. DOUTHWAITE, Andrew, WARNEFORT, Matthew, PEARCE, Matt, 2020. Dubit Guide to Roblox for Brands. *Dubit Docsend* [en ligne]. 2020 [Consulté le 19 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://dubit.docsend.com/view/ytafca42a83pbqq>
149. ROBLOX. Developer Economics. *Create.roblox.com* [en ligne]. [Consulté le 19 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://create.roblox.com/docs/production/monetization/economics>
150. GROSSO, William, 2016. The Science & Craft of Designing Daily Rewards -- and Why FTP Games Need Them. *Game Developer.com* [en ligne]. 13 juin 2016 [Consulté le 19 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.gamedeveloper.com/business/the-science-craft-of-designing-daily-rewards---and-why-ftp-games-need-them>
151. BACIOIU, Ciprian. Why do mobile games have energy? *Best Smartphone Games* [en ligne]. [Consulté le 19 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://bestsmartphone.games/why-mobile-games-have-energy/>
152. PERNET, Maxime, 2022. « Loot boxes » dans les jeux vidéo : où en est leur régulation en France ? *Le Monde.fr* [en ligne]. 22 juin 2022. Dernière modification de la page le 23 juin 2022 [Consulté le 19 août 2022]. Disponible à l'adresse : https://www.lemonde.fr/pixels/article/2022/06/22/lootboxes-dans-les-jeux-video-ou-en-est-leur-regulation-en-france_6131625_4408996.html
153. BYCER, Josh, 2021. How Video Games Abuse The Fear Of Missing Out. *Game-Wisdom.com* [en ligne]. 26 août 2021 [Consulté le 2022]. Disponible à l'adresse : <https://game-wisdom.com/critical/fomo>
154. COLDEWEY, Devin, 2019. Free to play games rule the entertainment world with \$88 billion in revenue. *Tech Crunch.com* [en ligne]. 18 janvier 2019 [Consulté le 19 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://techcrunch.com/2019/01/18/free-to-play-games-rule-the-entertainment-world-with-88-billion-in-revenue/>
155. THOMAS. Comment créer son propre jeu Roblox ? *Comment Coder.com* [en ligne]. Dernière modification de la page le 20 juillet 2022 [Consulté le 19 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.commentcoder.com/creer-jeu-roblox/>
156. ASKINS, Heath, 2021. Roblox 101: How To Make Real Money From Your Video Games. *PCMag UK.com* [en ligne]. 4 octobre 2021 [Consulté le 19 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://uk.pcmag.com/games/136049/roblox-101-how-to-make-real-money-from-your-video-games>
157. MORALIS WEB3, 2022. Unity Web3 Programming (Metaverse Development) [enregistrement vidéo]. *YouTube* [en ligne]. 2022. Dernière modification de la page le 19 août 2022 [Consulté le 21 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/playlist?list=PLFPZ8ai7J-iQcl05EXqRUPK2VXDQaAPIr>
158. WRIKE. Agile Estimation: Understanding Story Points. [Consulté le 21 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.wrike.com/agile-guide/story-points-estimation/>

159. GRANGER, Laurent, 2017. La méthode MoSCoW pour définir les priorités d'un projet. *Manager Go!.com* [en ligne]. 17 juin 2016 [Consulté le 21 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.manager-go.com/gestion-de-projet/dossiers-methodes/methode-moscow>
160. CHAINSAFE, 2021. web3.unity. *Github.com* [en ligne]. [Consulté le 28 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://github.com/ChainSafe/web3.unity>
161. OPENZEPPELIN. Contracts Wizard. *OpenZeppelin docs.com* [en ligne]. [Consulté le 9 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://docs.openzeppelin.com/contracts/4.x/wizard>
162. KHATIB, Samer, 2016. Block People. *Unity Asset Store.com* [en ligne]. 23 avril 2016 [Consulté le 26 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/block-people-60962>
163. PoèMe [pseudonyme], 2019. City Voxel Pack. *Unity Asset Store.com* [en ligne]. 29 août 2019 [Consulté le 26 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/urban/city-voxel-pack-136141>
164. CR Creation, 2022. Voxel 3D Town Pack for Landscape. *Unity Asset Store.com* [en ligne]. 11 mai 2022 [Consulté le 26 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/urban/voxel-3d-town-pack-for-landscape-221415>
165. SURIYUN, 2019. Voxel Environments 1. *Unity Asset Store.com* [en ligne]. 4 septembre 2019 [Consulté le 27 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://assetstore.unity.com/publisher-sale>
166. MARCIN'S ASSETS, 2018. Simple Blocky Dog Houses Bowls And Pools Pack. *Unity Asset Store.com* [en ligne]. 31 juillet 2018 [Consulté le 27 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/exterior/simple-blocky-dog-houses-bowls-and-pools-pack-123173>
167. urbanmasque [pseudonyme], 2018. Favor Box. *Sketchfab.com* [en ligne]. 12 juillet 2018 [Consulté le 1 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://sketchfab.com/3d-models/favor-box-5b6c22bd8c89453889d8f8d31e078e78>
168. Trockk [pseudonyme], 2022. Voxel Dollar Coin Asset. *Sketchfab.com* [en ligne]. 18 avril 2022 [Consulté le 1 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://sketchfab.com/3d-models/voxel-dollar-coin-asset-3371c7ce6a074c86a3b0b8760447a378>
169. eb6212 [pseudonyme], 2021. hammer and wrench. *Pixelartmaker.com* [en ligne]. 2021 [Consulté le 9 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <http://pixelartmaker.com/art/d72ae0c4f256c29>
170. artem-maincraaaaaaaaaaft [pseudonyme], 2020. slot machine. *Sketchfab.com* [en ligne]. 31 mai 2020 [Consulté le 9 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://sketchfab.com/3d-models/slot-machine-2a4c1548397947d889813d6eadb6c875>
171. NEW WORLD GAMES, 2018. Cube Environment [en ligne]. 3 décembre 2018 [Consulté le 11 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/cube-environment-134043>
172. BRACKEYS, 2019. FIRST PERSON MOVEMENT in Unity - FPS Controller [enregistrement vidéo]. *YouTube* [en ligne]. 27 octobre 2019 [Consulté le 17 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=QajrabyTJc>
173. MORALIS. Moralis Metaverse SDK. *Moralis.io* [en ligne]. [Consulté le 13 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://moralis.io/metaverse/>

174. UNITY, 2018. Prefabs. *Unity Documentation.com* [en ligne]. 31 août 2018 [Consulté le 14 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://docs.unity3d.com/Manual/Prefabs.html>

175. UNITY, 2018. GameObject. *Unity Documentation.com* [en ligne]. 31 août 2018 [Consulté le 14 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://docs.unity3d.com/Manual/Prefabs.html>

176. WebGL. *Wikipédia : l'encyclopédie libre* [en ligne]. Dernière modification de la page le 30 mai 2022 à 09:37. [Consulté le 14 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://fr.wikipedia.org/wiki/WebGL>

177. WEIMANN, Jason, 2018. Let your players place objects or turrets in Unity (RTS / Base Building games) [enregistrement vidéo]. *YouTube* [en ligne]. 9 mai 2018 [Consulté le 18 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=MbOdWBirf1o>

Annexe

1. INTERVIEW : Yered Péronnet – Spécialiste Metaverse chez EverdreamSoft (studio genevois de game development spécialisé dans la blockchain)

« Introduction »

Est-ce que je ne commencerais pas par te laisser te présenter et m'expliquer ton travail ?

« Je suis Yered Péronnet, basé à Gland/Genève et j'ai rejoint EverdreamSoft l'année passée en juillet. Shaban (le CEO) voulait développer le côté metaverse pour étendre la marque Spell of Genesis (un jeu vidéo du studio) mais n'avait pas le temps d'aller sur les metaverses pour commencer à étudier et construire. J'ai donc commencé à faire ça à côté de mes études, d'abord en HEC puis j'ai changé pour l'Ecole 42, qui est une école de programmation à Lausanne, en travaillant plus ou moins à 40% selon la période. Mon travail consiste à coordonner les personnes qui vont construire sur nos parcelles, prospecter pour savoir où sont les nouvelles opportunités qui se créent, imaginer les nouveaux événements et garnir ces metaverses. »

En étudiant le sujet, je me suis rendu compte que la perception du metaverse varie passablement selon le domaine qu'il sert. Toi qui travailles sur le metaverse, pourrais-tu me donner TA définition du metaverse ?

« Chacun a un peu sa définition, mais au sens large, le metaverse c'est tout ce qui est digital pour moi. Lorsque l'on va sur Google ou qu'on poste sur Instagram, on entre déjà dans le metaverse. Le metaverse tel qu'on l'imagine maintenant dans « Ready Player One », c'est juste une interface graphique en plus par rapport aux sites internet : si Instagram avait une interface graphique 3D, on appellerait ça un metaverse. Donc, pour moi, ça englobe tout ce qui est digital, et les interfaces que l'on va utiliser. Après, et c'est aussi mon idéal et ce que prône EverdreamSoft, il y a aussi le côté « décentralisation » où on enlève le pouvoir des mains d'une poignée de personnes. Pour ça, il faut que les choses soient interopérables : Meta fait de l'interopérabilité entre Facebook, Instagram, etc. Dans mon idée, The Sandbox et Voxels (deux metaverses) devraient aussi être interopérables comme si une maison mère faisait les deux.

Du coup, dans mon idée et en globalité, c'est ça le metaverse, mais dans le sens où on l'entend souvent c'est plutôt un monde persistant où on peut se connecter, utiliser et créer. »

En quoi la blockchain et les NFTs constituent un élément catalyseur pour vraiment propulser le metaverse ?

« Il s'agit vraiment de valoriser le temps qu'on y passe car la blockchain apporte le concept de propriété sur un objet digital qui peut, par exemple, être une parcelle, une épée, une carte, etc. Par exemple, dans World of Warcraft (ou WoW : un jeu vidéo massivement multijoueur en ligne dans lequel notre personnage peut faire une multitude de choses telles que combattre, de l'artisanat, discuter/commercer avec d'autres joueurs, etc...), on passe du temps dans le jeu, et lorsque l'on part, cela reste dans nos souvenirs. »

Un des éléments qui revient souvent dans les débats sur l'utilité des NFTs est l'interopérabilité. Comment on rend un NFT intéressant et utile dans une multitude de metaverses ?

« Il y a différents acteurs comme ceux qui créent l'interface et le logiciel (par exemple Sandbox), ceux qui créent du contenu et les utilisateurs qui achètent ou jouent par exemple. Le travail de ceux qui créent le metaverse est aussi de réfléchir plus loin à leur stratégie et de savoir s'ils veulent contrôler tous les objets qui seront dans leur monde, ou de donner la possibilité d'échanger un objet créé dans un monde dans un autre monde, ce qui ne serait pas forcément à leur avantage. Il y a donc toute une réflexion sur le partage des revenus entre les créateurs de contenus, les providers d'écosystèmes, etc. Cela représente le côté purement technique, mais d'un point de vue des créateurs de contenus comme nous (EverdreamSoft), lorsque l'on crée un « social hub » (sorte de porte-étendard d'une marque sur le metaverse) sur Sandbox, le but c'est de pouvoir lier ce qu'on y crée avec notre jeu (Spells of Genesis), et de faire en sorte que des actions que l'on effectue dans ce social hub aient un impact sur notre jeu ou sur une autre expérience dans un autre metaverse. En tant que compagnie, on aimerait pouvoir vendre des choses ou donner l'envie à des gens d'acheter des assets que l'on a créé (et qui permettent par exemple de gagner des bonus dans le jeu) et que l'on puisse, via des plateformes comme Opensea (place de marché de NFTs), toucher des royalties. C'est un changement de paradigme, car la société créatrice va beaucoup plus se focaliser sur la création d'assets et de contenus de qualité sachant qu'elle pourrait toucher de l'argent via le marché secondaire (ce qui n'existe pratiquement pas dans le monde réel).

Je fais une digression, mais dans le monde actuel, on est beaucoup dans le consumérisme et l'obsolescence programmée. Apple ne gagne pas d'argent sur la vente d'un iPhone sur le marché secondaire, mais s'ils pouvaient gagner un demi-pourcent à chaque fois qu'un iPhone est revendu sur le marché secondaire, peut-être qu'ils créeraient un iPhone qui tiendrait mieux sur le temps et qui serait de meilleure qualité mais moins souvent. Cela peut être comparé au metaverse, car si on peut espérer un gain sur un marché en dehors de la vente directe, on créera du contenu de qualité et des assets de qualité.

En résumé, on irait plus dans la qualité que dans la quantité. »

Vous avez commencé votre activité en 2010, donc très peu après l'invention de la blockchain avec Bitcoin, et en tant que purs game developers. Quelle est la plus-value que le metaverse apporte à une entreprise comme la vôtre ?

« À la base, Shaban avait créé un jeu qui s'appelle Moonga (un jeu de cartes comme Magic : The Gathering, mais digital). Il avait alors remarqué que les cartes, qui n'étaient donc pas des NFTs, étaient échangées par les gens malgré le fait que ce n'était pas permis. D'autres joueurs se plaignaient alors, demandaient des remboursements et Shaban a donc commencé à se demander comment contrer ces problèmes. Il a remarqué avec Bitcoin qu'il y avait peut-être une solution où, lorsqu'une personne achète une carte, elle irait du wallet A au wallet B, et que l'on puisse utiliser ces cartes dans le jeu. À cette époque, le testnet d'Ethereum existait mais pas encore le mainnet (réseau de test et réseau principal de la blockchain) et donc, on commençait vraiment à voir la notion de propriété d'un objet digital. Avec d'autres développeurs de jeu, ils ont créé une carte (un token) qui donnait la possibilité de jouer dans deux jeux du studio. C'était notre premier pas dans le

metaverse interopérable, sans forcément penser au metaverse au sens que l'on entend généralement. »

On en vient au metaverse professionnel. EverdreamSoft crée des produits en relation avec la blockchain, mais est-ce vous envisagez d'exploiter le metaverse pour des processus de l'entreprise ? Par exemple à travers des réunions et des meetings avec des partenaires comme ce que font certaines grandes distributions alimentaires françaises par exemple. Si oui, comment procédez-vous ?

« Actuellement, en tant que compagnie, on n'a pas forcément d'utilisation à l'interne. Un problème de ce cas de figure, c'est que les casques de VR actuels ne sont pas extrêmement pratiques. Je pense que les compagnies ne vont pas mettre longtemps avant de proposer des lunettes très légères et qui ne causent pas ce sentiment de tête lourde.

Du coup, nous l'utilisons surtout pour créer du contenu, pour toucher de nouveaux utilisateurs dans les metaverses que l'on investit, et également pour créer de nouvelles expériences pour nos utilisateurs actuels. Par exemple, on a créé une série de NFTs qui représentent nos cartes sur The Sandbox, et ils peuvent eux-mêmes créer du contenu avec ces NFTs sur une parcelle s'ils ont une. Si on est bloqués dans Spells Of Genesis, on pourrait jouer dans un autre metaverse ce qui nous donne des crédits qui nous permettraient par interopérabilité d'avancer plus vite et de se débloquer dans le jeu. C'est un peu ça l'idée d'expérience continue avec le jeu que l'on souhaite exploiter. »

Il existe déjà des jeux basés play-to-earn (P2E) sur la blockchain et qui permettent modestement de gagner sa vie (notamment Axie Infinity). Que penses-tu et que pense l'entreprise de cette tendance ?

« C'est précisément l'idée initiale de Spells of Genesis. Le jeu est un « point and shoot » où l'on se crée une équipe de 4 qui sont des cartes avec des pouvoirs spéciaux, des caractéristiques différentes, etc.

Un des buts du jeu est d'allégoriquement raconter l'histoire de la blockchain (l'avènement, les grands événements, etc.). Le jeu se passe dans la Vallée d'Askian qui représente les différents courants et écosystèmes de la blockchain.

Pour ça, il y a deux différentes classes de cartes : les cartes blockchain, que nous avons créées et qui représentent ces grandes périodes de l'histoire de la blockchain. Nous faisons de la vente directe sur ces cartes, et il est également possible de les acheter sur le marché secondaire. Le deuxième type de carte est représenté par des cartes « in-game » que l'on peut fusionner entre elles, faire évoluer en jouant et, au dernier stade d'évolution de la carte, peut faire « blockchainiser ». On a alors la possibilité de la faire transférer sur Ethereum ou sur Counterparty, qui est la blockchain sur laquelle nous sommes basés depuis le début. On peut alors également la vendre à qui veut bien l'acheter, et c'est exactement le concept de play-to-earn où des gens peuvent travailler sur des cartes dans le but de les vendre à des gens qui n'ont pas le temps de toutes les accumuler. Toutefois, cela amène de toute façon des dérives : dans Axie, il existe des gens qui en emploient d'autres dans des pays moins développés et gagnent nettement plus que ces derniers mais, d'un autre côté, cela leur donne tout de même du travail. Je pense que ce sont des choses qu'il va falloir régler afin qu'il n'y ait pas des dérives trop importantes. C'est un concept sur lequel il faut que l'on

continue de travailler mais ce qui est important, c'est de valoriser le temps des gens qui jouent et qu'ils aient un héritage des jeux lorsqu'ils arrêtent d'y jouer. »

Du côté du gaming traditionnel, il y a une sérieuse levée de boucliers en ce moment vis-à-vis de tous les jeux de liés à la blockchain de près ou de loin. En tant que game devs spécialisés dans ce domaine, est-ce que ça vous inquiète et que faites-vous pour pallier ce problème ?

*« Personnellement, c'est quelque chose que je ne comprends pas. J'ai été un gros joueur, notamment sur World of Warcraft, mais pas plus que de raison *rire*. Pour moi, le côté blockchain/NFT, c'est précisément ce qu'il manquait dans ce genre d'expérience, car cela permet de valoriser le temps des joueurs. Dans WoW, les guildes (équipes organisées et hiérarchisées) fonctionnent comme des petites entreprises mais une fois que Blizzard (l'entreprise qui développe le jeu) finit par fermer boutique, leurs membres n'auront plus rien à moins qu'ils n'aient utilisé la structure pour accumuler des assets persistants.*

D'un autre côté, Blizzard s'étant fait racheter par Microsoft, on peut imaginer un scénario où le jeu aurait fermé et que le rachat et la réinjection d'argent permette de relancer WoW après 5 ans et, d'un coup, tout ce qu'on avait avant est de nouveau intégrable. Je trouve que c'est ce qui manquait à tous ces mondes pour que l'on y joue sans se dire que l'on perd notre temps.

Je n'ai pas creusé plus que ça le pourquoi du comment de l'opposition des gamers, mais je vois une résonance avec l'avènement des jeux « free-to-play » de l'époque. Cela avait plus ou dérivé sur le « pay-to-win » où les entreprises donnaient des avantages à ceux qui achetaient tel ou tel objet avant de se rabattre sur un modèle économique plutôt basé sur les cosmétiques ce qui donne une expérience plus équilibrée. Je pense donc qu'il y a des ressentiments qui proviennent de cette période : « il y a des choses à acheter, donc les entreprises veulent se faire de l'argent sur le dos des joueurs, donc c'est pay-to-win, donc on n'en veut pas ».

*À l'instar de la blockchain et indépendamment des NFTs, il y a énormément d'éducation à faire et un bonhomme de chemin à parcourir. Il y a de plus en plus d'étudiants qui font des travaux sur la blockchain et sur le metaverse, ce qui va participer à expliquer le domaine à ceux qui ne le comprennent pas. D'autant plus que même ceux qui travaillent dedans ne comprennent pas tout parfois *rire* mais c'est ça qui est beau : vu que c'est un univers inconnu, il y a beaucoup de choses à expérimenter mais c'est désormais là et dans 50 ans, ça le sera toujours. »*

En parlant de Blizzard, j'ai vu que votre entreprise avait un partenariat avec Ubisoft qui est l'un des plus grands studios de développement de jeux. Quand est-ce que, selon toi, on va voir arriver des jeux complètement basés sur la blockchain qui sont développés ce type de géants du jeux vidéo ?

« Ubisoft est le premier studio de cet acabit à avoir lancé des NFTs et cela avait crispé beaucoup de monde. Je pense que, dans un premier temps, il faut plutôt que ce soient des petits acteurs qui développent le domaine. Lorsque les gros investissent le domaine, comme Facebook/Meta avec son metaverse, cela a fait l'effet d'un porte-voix et il y a eu une résonance auprès du grand public. Je pense d'ailleurs que les géants sont déjà en train de créer des expériences de ce type, et sont prêts à faire des annonces. Toutefois, cela peut faire peur aux gens pour les raisons mentionnées précédemment (cf. question sur le P2E) et c'est pour ça que je pense que cela doit passer par des petites structures. Il faut que ces plus petits acteurs puissent se coordonner, collaborer et partager les revenus dans le sens où un contenu créé dans un metaverse X pourrait amener de l'argent aux providers de la structure même si ledit contenu est utilisé ailleurs. Etant un fervent défenseur de la décentralisation, mon souhait serait que cela se passe comme ça. »

Est-ce que les NFTs ne sont pas, en fin de compte, préjudiciables pour les studios de game development ? Typiquement parce que cela empêcherait de faire racheter du contenu similaire plusieurs fois à des utilisateurs ?

« À mon avis, il y a encore beaucoup à explorer de ce côté-là. Pour l'instant, dans le code des NFTs, il n'y a pas encore de façon d'intégrer les royalties liées au marché secondaire. Cela est directement géré dans les places de marché en ligne qui gèrent ça dans leur système. Du coup, il y a encore de l'exploration à faire car le marché secondaire est l'une des clés pour pallier le manque à gagner des ventes, selon moi. Lorsqu'on fournit des outils et que les gens les utilisent pour créer quelque chose, on pourrait imaginer que le code partage le montant d'une certaine manière avec une partie pour le provider. On peut également imaginer que notre plateforme offre de l'interopérabilité, mais au prix de petits frais. C'est tout un pendant qui est déjà dans la tête des développeurs, mais qui doit être imaginé, créé et implémenté. J'espère que c'est dans cette direction là que ça va aller. »

Ma dernière question va peut-être un peu synthétiser tout le reste. Quelle sera la prochaine étape des entreprises pour faire des metaverses un grand univers à part entière qui englobe tout ? C'est-à-dire le gaming, le travail, l'économie, etc...

« Je pense que des jobs où on sera constamment dans le metaverse vont très rapidement arriver et, de nouveau, lorsque je parle de metaverse, j'en parle réellement au sens global. Lorsque l'on parle d'un community manager, il est constamment en train d'observer les demandes et problèmes des utilisateurs sur des interfaces telles que Discord, Telegram, etc. Du coup, s'il y a une affluence et du passage dans notre social hub lorsque l'on y aura implémenté les fonctionnalités que l'on a en tête, on peut imaginer des petits avatars qui représentent notre community manager et qui peuvent se faire interpeler par telle ou telle personne qui en a besoin. Cette personne travaillera à 100% dans le metaverse, peut-être avec un casque, mais au lieu d'avoir une interface graphique 2D, ça sera une interface graphique 3D. De nouveau, dans WoW, les maîtres du jeu (employés visant à répondre aux demandes des joueurs et faire respecter le règlement) étaient déjà quasi constamment représentés par leurs personnages dans le jeu. C'est vraiment la première étape que j'imagine, mais après il y a évidemment les grandes marques, par exemple de prêt-à-porter, qui auront leurs commerces. Lorsque l'on souhaitera y acheter un asset de leur marque telle qu'un NFT de baskets Nike par exemple, un employé de la marque sera là pour expliquer des choses sur cet asset et répondre à des questions.

Je pense qu'on est à quelques années de cette réalité, et que cela va beaucoup plus vite que ce que l'on pense. Ce que fait Microsoft n'est clairement pas anodin (cf. Mesh : refonte de Teams basée dans un metaverse), et c'est bien qu'il y ait un gros qui concurrence Meta sur cet aspect. Toutefois et même si j'ai des doutes là-dessus, c'est possible que Meta favorise sa structure mais l'ouvre davantage en termes d'interopérabilité avec les autres univers. »

Merci encore pour ton temps, bonne chance à l'entreprise pendant cette période un peu délicate pour le marché de la blockchain et à bientôt !