

La planète métavers : à la recherche d'une piste d'atterrissage ?



AVRIL 2023

Communication publicitaire

À propos des auteurs.

Johan Van Der Biest

Senior Fund Manager



Johan Van der Biest, Deputy Head Thematic Global Equity, Lead Manager du fonds Candriam Robotics and Innovative Technologies, gère des portefeuilles investis sur le secteur de la technologie depuis 1992. Outre sa longue expérience de l'investissement dans la technologie, il bénéficie d'une expertise globale des marchés financiers, et cogère le Candriam Global Demography depuis 2012. Johan a géré et cogéré depuis des années de nombreuses stratégies, et notamment des portefeuilles actions, obligations et diversifiés.

Johan fait partie de la famille Candriam depuis 1992. Il est titulaire d'un diplôme en ingénierie commerciale et d'une spécialisation en Finance de l'Université catholique de Louvain (KUL).

Felix Demaeght

Fund Manager



Avant de rejoindre Candriam en 2018 en tant qu'Equity Analyst, Felix a travaillé en tant que research analyst chez Capital at Work à Bruxelles à partir de 2015, avec une spécialisation sur les secteurs de la technologie et de l'automobile. Dans ses fonctions, Felix était également en charge de présenter aux clients privés les ruptures technologiques et les innovations dans le secteur automobile.

Felix a obtenu sa maîtrise en sciences économiques appliquées à l'Université d'Anvers et l'a complétée par une maîtrise avancée sur les marchés financiers de Solvay Brussels School.

Nathaniel Wejchert

Technology Analyst



Avant de rejoindre Candriam en tant que Technology Analyst en 2022, au cours des cinq années précédentes, Nathaniel a occupé différents postes chez ING, KPMG, Prime Capital et DeGroef Petercam, à travers l'Europe. Ces fonctions lui ont permis d'acquérir une expertise approfondie du secteur de la technologie au sens large.

Nathaniel est diplômé de la Montpellier Business School, après avoir obtenu une licence de l'Université de Maastricht.

Table des matières.

La planète métavers : À la recherche d'une piste d'atterrissage ?	03	Écrire l'histoire 2 : Construire le métavers industriel	13
Le rêve devient réalité ?	04	Déjà un grand marché potentiel ?	14
L'œuf ou la poule ?	04	Régulateur de vitesse : Controverses et problématiques de durabilité	15
Dans cet article...	05	Opportunités d'investissement	18
L'internet décentralisé : 1.0, 2.0, 3.0 !	06	Architecture du métavers	18
Les nombreuses facettes du métavers	07	Applications du métavers	19
Gestion des attentes	08	Prospective 1 : Activer les jumeaux numériques grâce à Omniverse	20
Chaînes de valeur : l'utilisation dans différents secteurs	08	Prospective 2 : Former le personnel médical sans mettre les patients en danger	21
Les jumeaux numériques : la pierre angulaire du métavers	09	Prospective 3 : Création et exploitation de contenus 3D interactifs en temps réel	22
Écrire l'histoire 1 : Les jumeaux numériques dans la santé	11	Au fond du terrier	23
Quelle sera son ampleur ?	12	Notes et références	25

La planète métavers : à la recherche d'une piste d'atterrissage?


Méta (du grec) : avec, après, au-delà, parmi.

-vers : de l'univers

Le métavers va progressivement devenir une partie intégrante de la vie des gens. Il sera utilisé partout – de l'univers des jeux, aux magasins, en passant par la science, la construction, la santé et l'éducation.

La substitution de la réalité par un monde imaginaire – le fait de littéralement transporter les utilisateurs dans un monde entièrement nouveau – pourrait devenir possible pour toutes sortes de produits et services. Pour les investisseurs, cela se traduit par un large éventail d'opportunités pour tenter de relever différents défis et risques, chacun produisant des résultats différents.

Ce n'est probablement pas un hasard si le mot grec (μετά) choisi pour décrire cet univers d'investissement si vaste et diversifié n'a pas une seule signification, mais plusieurs : « au-delà », « avec », « après ». Toutefois, comme le souligne de manière opportune le portail des dictionnaires Meriam Webster, « nous pouvons remercier le néo-latin, le langage de la nomenclature scientifique, pour son usage de préfixes accolés aux noms de certaines disciplines. Dans son utilisation la plus élémentaire, le préfixe méta- décrit un sujet d'une manière qui dépasse ses limites originelles, considérant le sujet lui-même comme un objet de réflexion¹. » En d'autres termes, le métavers était censé être un monde transcendant les limites de la réalité, et néanmoins seulement en tant que reflet de la réalité.



En termes plus simples, le métavers est défini comme une représentation numérique du réel. Dans ce monde créé numériquement, chacun pourra se connecter à quelqu'un ou quelque chose d'autre en un clin d'œil, et participer à des expériences immersives pouvant ressembler à - et être ressenties comme - des expériences réelles.

Le rêve devient réalité ?

On peut comprendre que certains s'imaginent déjà passer leurs soirées dans leurs fauteuils à bascule, portant des lunettes spéciales de réalité virtuelle, « montant à bord » d'un avion virtuel, ou « visitant » le Colisée romain, « faisant du shopping » chez Gucci pour se choisir une nouvelle tenue (ou pour leur avatar), ou « allant » à un concert de leur artiste favori. Le métavers sera un mélange géant de réel - enregistrements de ce qui a effectivement eu lieu dans le monde réel - et d'imaginaire - tout le contenu généré avec une intelligence artificielle (AI).

Une partie du métavers sera certainement du pur divertissement. Mais ce qu'il sera capable de faire, et l'impact qu'il aura sur les économies comme sur les sociétés, seront probablement beaucoup plus vastes et beaucoup plus importants.

L'œuf ou la poule ?

Une grande partie du débat sur le métavers est centrée sur ses possibilités en matière de divertissement et de commerce. Mais cela ne représente en fait que la partie émergée de l'iceberg des possibilités de monétisation de cette technologie. Au-delà des applications grand public, les applications industrielles représentent une part importante du développement du métavers, dont les bases ont été posées il y a plus de 70 ans.

Le métavers industriel trouve son origine bien avant l'ère d'Internet, à l'aube de l'ère informatique elle-même et de la conception assistée par ordinateur (CAO). Ce terme remonte aux années 50, lorsque les ingénieurs scientifiques ont conçu certains des premiers systèmes d'affichage graphique pour ordinateurs. Il s'agissait de systèmes statiques, offrant un cliché ponctuel, sans possibilité de visualiser une progression dans le temps. Cette option est arrivée beaucoup plus tard.

Puis est apparue une réalité numérique immersive séparée du monde physique – avec les jeux vidéo dans les années 80. La création de « Second Life », un monde virtuel habité par des avatars, par la société Linden, il y a environ 20 ans, à San Francisco, a constitué une avancée significative dans le domaine des applications grand public. Dans ce jeu, les personnes représentées par leurs avatars pouvaient interagir avec d'autres participants, et construire, créer, acheter et échanger entre eux des biens et des services virtuels.

La technologie du métavers est déjà utilisée pour une large gamme d'applications industrielles : de la conception de voitures ou de bâtiments, à la maintenance d'infrastructures, ou aux différentes phases de déploiement de la 5G.

Des jumeaux numériques sont en cours de développement dans de nombreuses entreprises industrielles. Ces représentations numériques d'objets et de lieux vont plus loin que les simulations traditionnelles en intégrant également une quatrième dimension : le temps. Elles sont alimentées par des données en temps réel, capturées par toutes sortes de capteurs connectés qui peuvent, par exemple, mesurer la température, la qualité de l'air ou la consommation d'énergie. L'utilisation d'un jumeau numérique en temps réel fournira aux utilisateurs, à tout moment, une copie numérique exacte d'un objet réel. Dans un environnement numérique, les problèmes peuvent être détectés, analysés et résolus avant qu'ils n'apparaissent dans le monde réel. Cette technologie peut également être utilisée utilement pour améliorer l'efficacité économique globale, pour des tests de résistance ou pour optimiser la maintenance, pour le trafic, la qualité de l'air, la consommation d'énergie, l'utilisation des capacités ou la gestion des stocks.

Dans cet article...

Dans ce document, vous trouverez des informations sur les origines du métavers, les principes de base sur lesquels il a été construit, ses principales applications et certaines des opportunités d'investissement les plus intéressantes liées à cette technologie.

Vous apprendrez comment la technologie de base de la réalité virtuelle a émergé bien avant l'Internet, et comment elle a progressivement évolué au fil du temps pour offrir de nouvelles solutions technologiques pour soigner les maladies, optimiser les bâtiments et les machines, et rendre les villes plus propres et plus économes en énergie.

Vous trouverez également dans ce document des études de cas, des exemples tirés de l'histoire du métavers, et notre vision de l'avenir de ce monde virtuel fascinant.

L'internet décentralisé : 1.0, 2.0, 3.0 !

Tout comme internet à ses débuts, le métavers n'existe pas encore comme une entité interconnectée unique. Il existe plusieurs métavers indépendants, centrés sur différents secteurs et applications spécifiques, tels que la défense, la fabrication, l'éducation, la santé, la recherche scientifique, etc. Nous n'avons pas encore atteint le moment où, comme avec l'Internet moderne, les utilisateurs pourront passer facilement d'un métavers à un autre.

Il est prévu qu'un métavers mondial unique, interconnecté, n'appartenant à aucune personne ou entreprise particulière, sera basé sur un nouvel Internet décentralisé, appelé Web 3.0. Les données ne seront plus conservées par de grandes entreprises comme Meta Platforms ou Alphabet, mais par le biais de la blockchain. Cela éliminera les risques liés à la confidentialité et à la protection des données, la blockchain devenant également l'une des principales forces créatrices du métavers, avec l'IA et l'apprentissage machine.

Il a fallu plus de 10 ans pour passer du Web d'origine, le Web 1.0 (« Web en lecture seule »), au Web 2.0 (« le Web social participatif »), et la mise en œuvre et la refondation du Web avec le Web 3.0² devraient prendre autant de temps, voire davantage.

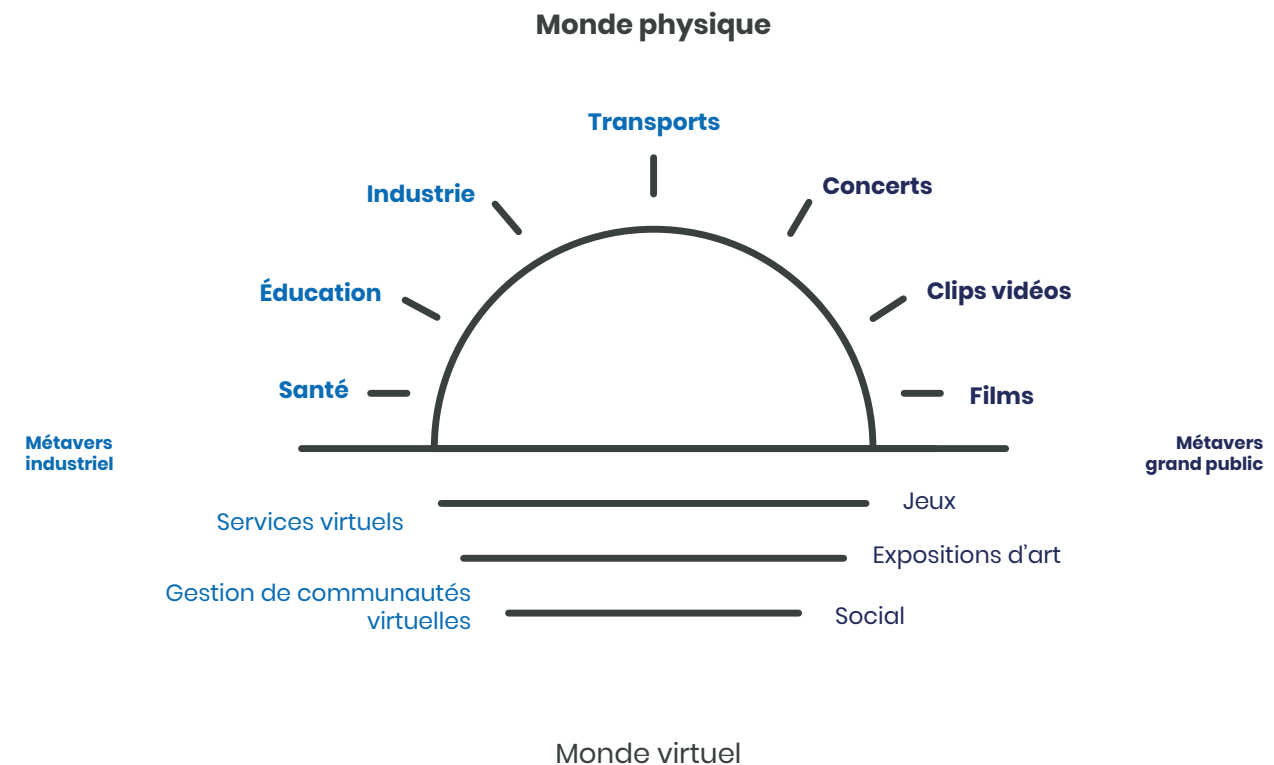
Les nombreuses facettes du métavers

Comme nous l'avons mentionné, les applications du métavers seront très vastes et couvriront de nombreux secteurs et de nombreuses activités humaines. En d'autres termes, le métavers peut apporter des choses différentes à différents secteurs.

Ses fonctions peuvent être différenciées selon les utilisations qui sont faites de cette technologie, par exemple pour visualiser, communiquer, améliorer la collaboration, concevoir, exploiter, explorer, divertir ou faciliter des transactions. Il y a ensuite ce que l'on appelle les « chaînes de valeur », c'est-à-dire lorsque les applications du métavers sont utilisées dans un contexte particulier, comme un secteur, une industrie ou un projet spécifique, comme le secteur de la santé ou la chaîne des infrastructures.

Graphique 1:

Le métavers : industriel et grand public



Source : Deloitte Research and Analysis

Gestion des attentes

Conceptuellement, l'objectif principal du métavers est d'améliorer l'expérience immersive de nos interactions avec la technologie sous toutes ses formes, en effaçant la limite entre réalité virtuelle numérique et monde réel.

Dans la pratique, cela implique de réduire la fracture de l'interface homme-machine. Les innovations des 20 dernières années, notamment les écrans haptiques et les capacités de l'intelligence artificielle, ont rendu les expériences utilisateur beaucoup plus fluides, mais il existe toujours une barrière psychologique entre l'utilisateur final et le contenu numérique avec lequel il interagit.

Néanmoins, le métavers aura des bénéfices faciles d'accès et qui auront un grand impact. Par exemple, la vidéoconférence a joué un rôle déterminant dans la continuité des activités des entreprises pendant toute la pandémie de Covid-19, et les réunions « virtuelles » font désormais partie de notre quotidien, le télétravail occasionnel s'étant installé comme nouvelle norme. Le métavers contribuera à brouiller davantage la ligne entre le travail au bureau ou à la maison. Cela dit, en tant que dimension expérientielle parallèle, le métavers vise à améliorer le monde physique, ainsi que nos actions et décisions dans celui-ci, plutôt qu'à le remplacer.

Chaînes de valeur : Utilisation dans différents secteurs

Dans les secteurs de l'**architecture, l'ingénierie et la construction (« AIC »)**, des répliques numériques qui stockent et diffusent une version numérique fidèle des actifs physiques sous-jacents – tels que les bâtiments, les pièces de machines ou les réseaux électriques – sont créées pour permettre une meilleure communication et collaboration entre les parties prenantes (tout au long du cycle de construction d'un gratte-ciel, par exemple) et pour améliorer les processus opérationnels (comme le suivi de l'efficacité du débit en temps réel d'une usine). La technologie du métavers a également déjà été

utilisée avec succès dans les travaux de restauration de la cathédrale Notre-Dame de Paris, qui a subi des dommages très importants lors de son incendie d'avril 2019 qui a fait les gros titres dans le monde entier. Un jumeau numérique interactif à grande échelle a été créé pour que les architectes, les ingénieurs et les historiens puissent le consulter tout au long du processus. Il a rassemblé une multitude d'informations sur la structure, depuis des esquisses de construction jusqu'au scan 3D de son état actuel, et il continue d'intégrer les nouvelles données au fur et à mesure des travaux de restauration³.

Les jumeaux numériques : Pierre angulaire du métavers

Un jumeau numérique est une réplique numérique synchronisée d'un processus, d'un système ou d'un actif sous-jacent. Pour ce faire, un flux continu de données en temps réel (émanant de diverses sources, telles que des bases de données existantes ou des dispositifs de l'Internet des objets (IoT) tels que des caméras, des lasers et des capteurs) est transmis au jumeau numérique et produit une sortie interactive observable. Les jumeaux numériques ne sont donc pas des simulations. Contrairement à une simulation, dont le but est de prédire le comportement d'un processus, d'un système ou d'un actif, un jumeau numérique cherche à obtenir une impression précise de ce qui se passe maintenant, à ce moment précis. Dans le métavers, les jumeaux numériques et les simulations travailleront en tandem pour fournir des expériences immersives et interactives.

Le concept de jumeau numérique, complété par des fonctionnalités de simulation, peut être utilisé dans une grande variété de cas.

Un large éventail de scénari allant des villes intelligentes et des schémas de mobilité dans le secteur des infrastructures, aux réseaux électriques et réacteurs de fusion dans le secteur de l'énergie, en passant par les magasins virtuels et les salles d'exposition en 3D dans la vente au détail. En fait, il est plus difficile de trouver des secteurs dans lesquels la technologie des jumeaux numériques n'ajoutera pas de valeur que ceux dans lesquels elle le fera.

Par exemple, le jumeau numérique d'une voiture signifie la réalisation d'une réplique virtuelle de l'ensemble du châssis, du logiciel, du groupe motopropulseur, du système électrique, du système de freinage, ainsi que du comportement physique du véhicule. Cette réplique virtuelle nécessite des données provenant de capteurs sur les performances en temps réel et passées, des révisions, ainsi que de l'historique d'entretien, des modifications de configuration, du remplacement de pièces et des données de garantie. À son tour, ce jumeau numérique pourra aider les constructeurs automobiles à rationaliser l'entretien et à améliorer leur service client.

Les jumeaux numériques constitueront également une partie importante du tissu conjonctif du métavers. Les jumeaux numériques seront interconnectés par des super-systèmes numériques jumeaux interagissant entre eux.

En allant un peu plus loin, des villes ou des chaînes d'approvisionnement entières pourraient être cartographiées au moyen de jumeaux numériques, fournissant ainsi des informations détaillées en continu sur des structures très complexes. De même que l'Internet est un réseau de sites Web, le métavers peut être considéré comme un réseau de jumeaux numériques en 3D auquel sont ajoutées d'autres fonctions et capacités.

Graphique 2 :

Nuage de points de la cathédrale Notre-Dame de Paris généré à partir des campagnes de numérisation 3D menées par Art Graphique & Patrimoine (AGP) avant l'incendie.



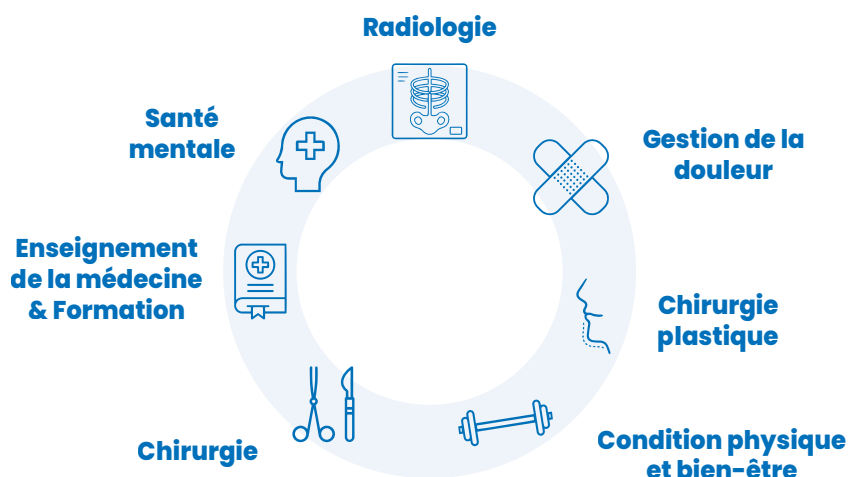
Source : Art Graphique & Patrimoine

Dans la chaîne de valeur de **la santé**, les applications couvrent une palette très large d'utilisations. Des applications d'investigation et de divertissement aident les étudiants en médecine, les patients et d'autres utilisateurs à explorer et à interagir avec des restitutions informatives de l'anatomie humaine par hologrammes. Elles peuvent être utilisées à but éducatif ou pour mener des stress tests sur la condition physique, les objectifs de santé ou les pathologies, ou

encore pour anticiper des blessures potentielles, ou former les chirurgiens. Les environnements immersifs peuvent aider les médecins à expliquer les états pathologiques et les plans de traitement envisagés, et même à les montrer. Combinés à l'haptique⁴, à la réalité étendue et à l'intelligence artificielle, les jumeaux numériques peuvent être utilisés à des fins de diagnostic ou d'investigation plus poussée, ainsi que pour des interventions pré et post-opératoires.

Graphique 3 :

Principales applications du métavers dans le domaine de la santé



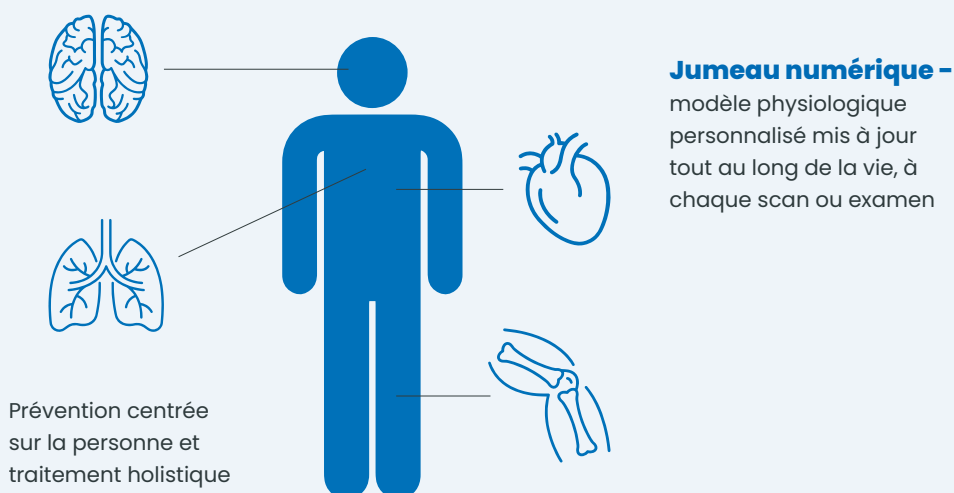
Source : Candriam

Écrire l'histoire 1 : Les jumeaux numériques dans la santé

De nombreux types de systèmes basés sur les jumeaux numériques sont en cours de développement et de test. La plupart d'entre eux incorporeront des capacités d'IA pour modéliser la délimitation morphologique et effectuer l'interprétation (par exemple, la localisation, le volume et la forme des organes ou d'une tumeur cancéreuse, la délimitation des vaisseaux hépatiques, le volume et la forme du foie), ce qui est réalisé à l'aide d'une inférence basée sur l'IA.

Graphique 4 :

Le jumeau numérique en oncologie : les organes du corps humain les plus fréquemment examinés



Source : Siemens Healthineers, février 2023

Pour créer un jumeau numérique, **les données sont d'abord collectées sur un large éventail de patients afin d'entraîner les modèles d'IA** hors ligne, modèles qui travaillent ensemble pour créer le jumeau numérique. Cette étape comprend le tracé des principaux éléments anatomiques du corps (ou, comme illustré sur le graphique 4, du genou et du voisinage du genou, comme les cartilages, les ligaments, les os et les muscles) et des indicateurs clés qui leur sont associés (comme la déformation et la répartition du stress subies par les structures

du genou et ses mouvements). D'autres données d'entrée peuvent couvrir les tests de stress d'interventions virtuelles ou chirurgicales (telles que la réparation du cartilage, la reconstruction du ligament croisé antérieur et l'optimisation des mouvements).

Dans une deuxième étape, le modèle intègre toutes les données nécessaires concernant le patient en question. Plus le jumeau numérique réplique fidèlement le patient, plus efficaces sont le diagnostic, la planification, l'optimisation et l'exécution des divers traitements.

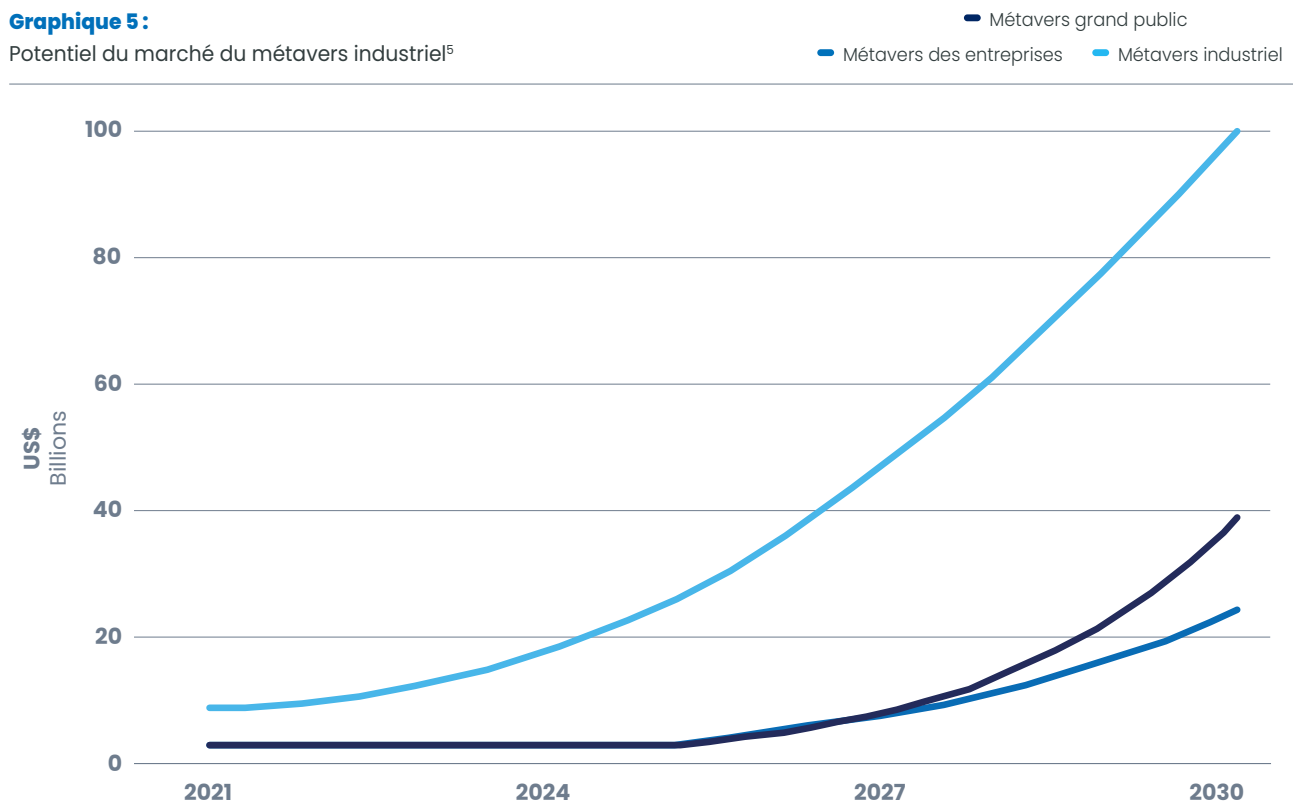
Dans le secteur de la **fabrication**, la reproduction de systèmes réels dans un environnement virtuel permettra aux fabricants d'améliorer leurs chaînes d'approvisionnement et leurs performances opérationnelles globales. En exploitant le métavers, les fabricants seront en mesure de construire des usines virtuelles surveillant les chaînes de fabrication et les chaînes de montage en temps réel, ainsi que de former les employés à la maintenance à distance, à la gestion des équipements, à l'assurance qualité et bien plus encore. Cela permettra également aux fabricants de tester leurs produits plus rapidement, créant ainsi une communauté virtuelle dans laquelle les concepteurs et les ingénieurs pourront partager, discuter et affiner leurs idées avant prototype.

Nous n'avons présenté ici que quelques exemples de la façon dont le métavers pourra être utilisé pour différentes applications industrielles. Il est difficile, voire impossible, d'être exhaustif et de présenter une image globale de la manière dont le métavers sera employé dans l'économie. Tout d'abord, l'éventail d'applications est pratiquement infini. Ensuite, comme cela a été le cas pour Internet, il est difficile de prédire la trajectoire du développement et de l'évolution du métavers, alors même que de plus en plus de gens commencent à interagir avec lui. Tout ce que nous savons est qu'il va changer et évoluer rapidement grâce aux progrès technologiques et à sa popularité croissante.

Quelle sera son ampleur ?

Graphique 5 :

Potentiel du marché du métavers industriel⁵



Source : ABI Research, Evaluation of the Enterprise Metaverse Opportunity, troisième trimestre, 2022



Les estimations de la taille totale du marché du métavers varient énormément et dépendent fortement de ce qui est inclus ou non dans le calcul et de l'approche utilisée. Par exemple, selon une de ces estimations, le marché total du métavers pourrait atteindre 800 milliards de dollars US d'ici 2024, soit un taux de croissance annuel composé d'environ 13,1 % en comptant à partir de 2020⁶. Cette estimation englobe le divertissement en direct, les jeux (logiciels, services et publicités), les publicités sur les réseaux sociaux et les équipements de réalité augmentée et de réalité virtuelle.

Écrire l'histoire 2 : Construire le métavers industriel

En juin 2022, Siemens et NVIDIA ont déclaré qu'ils collaboraient pour mettre en œuvre le métavers industriel et augmenter l'utilisation de la technologie des jumeaux numériques pilotées par l'IA, ce qui contribuera à faire passer l'automatisation industrielle à un niveau supérieur.

Avec le métavers industriel, les entreprises de toutes tailles seront en mesure d'utiliser des jumeaux numériques avec des données de performances en temps réel, de créer des solutions IoT industrielles innovantes, de tirer parti des informations exploitables provenant des analyses à la marge du cloud et de relever les défis techniques de demain en optimisant l'accessibilité à des simulations visuellement riches et immersives⁷.

De son côté, l'estimation de McKinsey repose sur une analyse bottom-up des utilisations du métavers par le grand public et l'industrie, ainsi que sur des entretiens avec des experts. Selon cette estimation, le métavers pourrait générer entre 4000 et 5000 milliards de dollars US d'ici 2030. McKinsey s'attend à ce que ce taux de croissance annuel composé (TCAC) d'environ 50 % de la valeur économique totale sur cette période soit généré par une combinaison de facteurs, en posant le postulat que l'attrait du métavers « couvre tous les genres, géographies et générations ». Selon cette évaluation, les consommateurs sont prêts à payer pour des actifs numériques et sont ouverts à l'adoption de nouvelles technologies. McKinsey montre par ailleurs que certaines entreprises investissent massivement dans le développement d'infrastructures du métavers, et que les marques qui expérimentent le métavers font état de commentaires positifs des consommateurs.

Déjà un grand marché potentiel?

Selon ABI Research, le chiffre d'affaires du secteur des jumeaux numérique, de la simulation et de la réalité industrielle étendue va atteindre 22,73 milliards de dollars US d'ici 2025, les entreprises utilisant les outils 4.0 de l'industrie tels que l'intelligence artificielle (IA), l'apprentissage machine, l'informatique de pointe et la réalité étendue pour accélérer la transformation numérique.

* Le marché potentiel total (Total Addressable Market) est également appelé marché total disponible, terme qui est généralement utilisé pour désigner l'opportunité de revenu disponible pour un produit ou un service.

Finalement, bien que ces prévisions soient intéressantes, nous pensons également qu'elles sont intrinsèquement fragiles et qu'elles sous-estiment artificiellement le marché potentiel du métavers. Par exemple, nous pensons qu'il est probable que l'opportunité de marché du métavers concerne de nombreuses chaînes de valeur (si ce n'est toutes) au-delà de celles utilisées dans l'estimation de Bloomberg Intelligence. Et bien que l'évaluation de McKinsey repose sur une perspective beaucoup plus large, nous pensons que le métavers pourrait apporter plus de transformations que ce que l'on imagine. Sur ce point, nous pensons que l'Internet et son impact sur l'économie mondiale offrent un meilleur point de vue à partir duquel

apprécier la véritable échelle du métavers. En effet, l'Internet – depuis sa naissance dans une forme assez primitive dans les années 60 et jusqu'à nos jours – a effectivement transformé tous les aspects de l'économie mondiale (directement ou indirectement), ce qui rend presque incalculable son marché potentiel total. Nous pensons donc que toute tentative d'estimer de manière chiffrée la taille du métavers est vouée à l'échec. Il serait beaucoup plus raisonnable d'affirmer que le métavers pourrait être aussi grand, voire plus, que l'impact total d'Internet sur le marché. Plus prosaïquement, l'opportunité de marché du métavers est potentiellement colossale.

Régulateur de vitesse : Controverses et questions liées au développement durable

Le métavers est voué à hériter des nombreux risques et controverses liés au développement durable qui sont actuellement associés aux réseaux sociaux, à l'industrie des jeux et, par extension, aux entreprises technologiques concernées. Cependant, à certains égards, le métavers peut offrir des solutions surprenantes en matière de développement durable. Cela dit, étant donné les risques et les opportunités liés au développement durable que présente le métavers, il appartient aux investisseurs de trouver le bon équilibre risque/rendement et, compte tenu de la grande diversité des opportunités dans ce domaine, nous pensons que cela est à leur portée.

Du point de vue de l'**Environnement**, les applications numériques du métavers exigeront une quantité d'énergie largement supérieure, ce qui entraînera davantage d'émissions de gaz à effet de serre (GES) si l'énergie qu'elles utilisent ne provient pas de

sources renouvelables. Certains modèles commerciaux en cours de formation autour du métavers sont particulièrement gourmands en énergie. A l'heure actuelle, une seule transaction en Bitcoin en 2022 peut représenter jusqu'à plus d'un million de transactions par carte VISA, soit une consommation d'environ 2 188 kWh⁸. Une transaction NFT moyenne produit 48 kilogrammes de CO₂, ce qui équivaut à brûler 18 litres de diesel⁹. Mais certains indices montrent que ce problème est en cours de résolution. Par exemple, en septembre 2022, la crypto-monnaie Ethereum est passée du statut 'preuve de travail' (Proof-of-Work) à un mécanisme consensuel de 'preuve de participation' (Proof-of-Stake)¹⁰, en réduisant considérablement l'intensité énergétique nécessaire à la validation d'une transaction¹¹.

Auparavant, une seule transaction blockchain d'Ethereum équivalait à une consommation d'énergie supérieure à plusieurs milliers de transactions par carte VISA. Aujourd'hui, une transaction ne consomme que 0,03 kWh (au 29/11/2022)¹². Cette évolution prouve la capacité des acteurs du métavers de s'améliorer, mais le souhaitent-ils vraiment ? Notre rôle en tant qu'investisseurs est de nous assurer qu'ils sont sur la bonne voie. Du côté positif, le métavers peut conduire à des réductions significatives des émissions de carbone, en remplaçant des produits physiques par leurs alternatives numériques ou grâce à nouvelles solutions d'optimisation de notre consommation, rendant ainsi plus efficace l'utilisation des ressources naturelles par nos sociétés.

Du point de vue **Social**, les préoccupations concernent les addictions potentielles aux jeux, l'accès non autorisé aux contenus pornographiques, les jeux d'argent, la cybercriminalité, la protection des données et de la vie privée, ainsi que la protection des utilisateurs, sujets qui doivent tous être surveillés de près. Il y a également de plus en plus de risques réglementaires. Par exemple, un scandale assez récent autour de l'utilisation illégale de Facebook par Cambridge Analytica a suscité des inquiétudes quant au fait que les entreprises de médias sociaux peuvent sortir indemnes de délits qui ont de graves conséquences sur les sociétés. Cambridge Analytica a collecté des données sur les utilisateurs de Facebook et tous leurs amis afin d'utiliser un logiciel militaire pour identifier les vulnérabilités psychologiques de certains électeurs et utiliser des campagnes ciblées de fausses nouvelles pour faire pencher leur vote, d'abord lors du référendum sur le Brexit au Royaume-Uni, puis lors des élections américaines, dont le résultat a amené l'élection de Trump à la présidence¹³. Le potentiel de fausses nouvelles et de manipulations mentales par IA devient une arme contre la démocratie. Toutefois, nous pensons qu'en soutenant certaines des applications industrielles les plus prometteuses et en minimisant leur



Comme pour tout investissement dans des solutions innovantes, l'exploitation du potentiel du métavers doit inclure la recherche de retombées positives au niveau climatique et social.

exposition aux applications grand public, les investisseurs peuvent éviter ou réduire considérablement l'exposition à ces risques.

Enfin, la **Gouvernance** de nombreuses entreprises technologiques impliquées dans le métavers présente des axes potentiels d'amélioration. Ces sociétés sont souvent contrôlées par des actionnaires dont les structures de propriété sont complexes; parfois elles ont un besoin urgent de supervision par un conseil d'administration et des comités indépendants chargés de s'assurer du traitement correct de toutes les parties prenantes (investisseurs, employés, clients, environnement, société, fournisseurs).

Nous sommes toutefois convaincus que toutes ces controverses sont et seront traitées. Le dialogue actionnarial avec ces entreprises commence à avoir un certain impact sur la plupart des controverses évoquées ci-dessus.

Comme pour tout investissement dans des solutions innovantes, l'exploitation du potentiel du métavers doit inclure la recherche de retombées positives au niveau climatique et social. Nous devons adopter une perspective plus large pour nous concentrer sur les opportunités du métavers qui permettent de combler le fossé entre les coûts et les avantages de son utilisation.

Les informations SIG superposées au maillage Aerometrix 13S pour Denver, États-Unis, constituent un puissant tableau de bord web pour les villes. Image fournie par Aerometrix. Réalisé par Esri.

New Scene ▾



OBJECTID	134145
SCHEDNUM	0233624001998
MAPNUM	02336
BLKNUM	24
PARCELNUM	001
APPENDAGE	998
PARCEL_SOURCE	
SYSTEM_START_DATE	12/7/2010, 4:00 P M
OWNER_NAME	
OWNER_ADDRESS_LINE1	
OWNER_ADDRESS_LINE2	
OWNER_CITY	
OWNER_STATE	
OWNER_ZIP	
SITUS_ADDRESS_ID	
SITUS_ADDRESS_LINE1	700 14TH ST MAS TR
SITUS_ADDRESS_LINE2	
SITUS_CITY	DENVER
SITUS_STATE	CO
SITUS_ZIP	
SITUS_ADDR_NB R	700
SITUS_ADDR_NB R_SUFFIX	
SITUS_STR_NAME_PRE_MOD	
SITUS_STR_NAME_PRE_DIR	
SITUS_STR_NAME_PRE_TYPE	
SITUS_STR_NAME	14TH
SITUS_STR_NAME_POST_TYPE	ST
SITUS_STR_NAME_POST_DIR	
SITUS_STR_NAME	

🔍 ZOOM TO

◀ 2 of 4



Opportunités d'investissement

L'émergence de modèles SaaS (Software-as-a-Service), tels que ceux adoptés par des entreprises comme Salesforce ou Workday, et la croissance rapide des plateformes cloud telles qu'Amazon Web Services, Microsoft Azure et Google Cloud Platform, ont beaucoup aidé à comprendre comment considérer de manière indépendante les applications et l'infrastructure sur laquelle elles s'exécutent. La possibilité de dissocier la puissance de calcul, de stockage et de mise en réseau de toute forme physique, et de la faire passer d'une configuration locale¹⁴ à Internet (essentiellement vers des centres de données remplis de racks de serveurs) a créé un écosystème d'applications totalement nouveau ayant un potentiel énorme. Une innovation constante au niveau de l'architecture du système assure une grande flexibilité et une grande évolutivité dans les couches applicatives - ce qui crée des opportunités non seulement pour les consommateurs et les utilisateurs, mais également pour les investisseurs. De même, nous nous attendons à une thèse d'investissement comparable pour le métavers : la rapidité avec laquelle ses applications révolutionnaires vont nous atteindre dépend des innovations dans sa structure de base.

À une époque où le capital est devenu plus cher, les grandes multinationales doivent hiérarchiser et rationaliser certains projets par rapport à d'autres.

Par exemple, Disney, qui se restructure actuellement sous une nouvelle direction, a mis en veille ses projets de métavers.

Dans la plupart des cas, du côté des consommateurs, les projets métavers n'offrent qu'un très faible retour direct sur le capital et c'est la principale raison pour laquelle, dans l'environnement de marché difficile actuel, plusieurs entreprises ont gelé leurs activités liées aux métavers.

En revanche, cela n'a pas été le cas du côté industriel (jumeaux numériques) - nous n'avons pas vu de grands projets annulés ou arrêtés. Au contraire, le PDG de Nvidia, M. Jensen, continue de promouvoir les possibilités offertes par sa plateforme Omniverse, et ses projets de collaboration .

Dans une perspective à long terme, nous pensons que cela aura un impact positif sur l'écosystème du métavers au sens large. Au cours des dernières années de financement bon marché, les investisseurs ont soutenu sans distinction toutes sortes de projets de métavers, y compris certains qui ont été largement considérés comme non durables, impliquant des crypto-monnaies, des NFT et certaines applications du métavers. Le resserrement des conditions de financement a apporté au marché un peu de discipline, en concentrant les ressources vers les projets les plus prometteurs à long terme.

Architecture du métavers

- **Calculs, stockage et connectivité** : Les données représentent déjà un défi important. Mais le besoin de transporter, traiter et stocker des exaoctets de données va augmenter de façon exponentielle à mesure que nous traverserons les différentes étapes du métavers. Cela

implique le stockage de modèles 3D complexes, le traitement de paramètres entièrement virtuels, potentiellement de la taille d'une ville voire plus, et la nécessité d'une latence proche de zéro pour toutes ces activités.

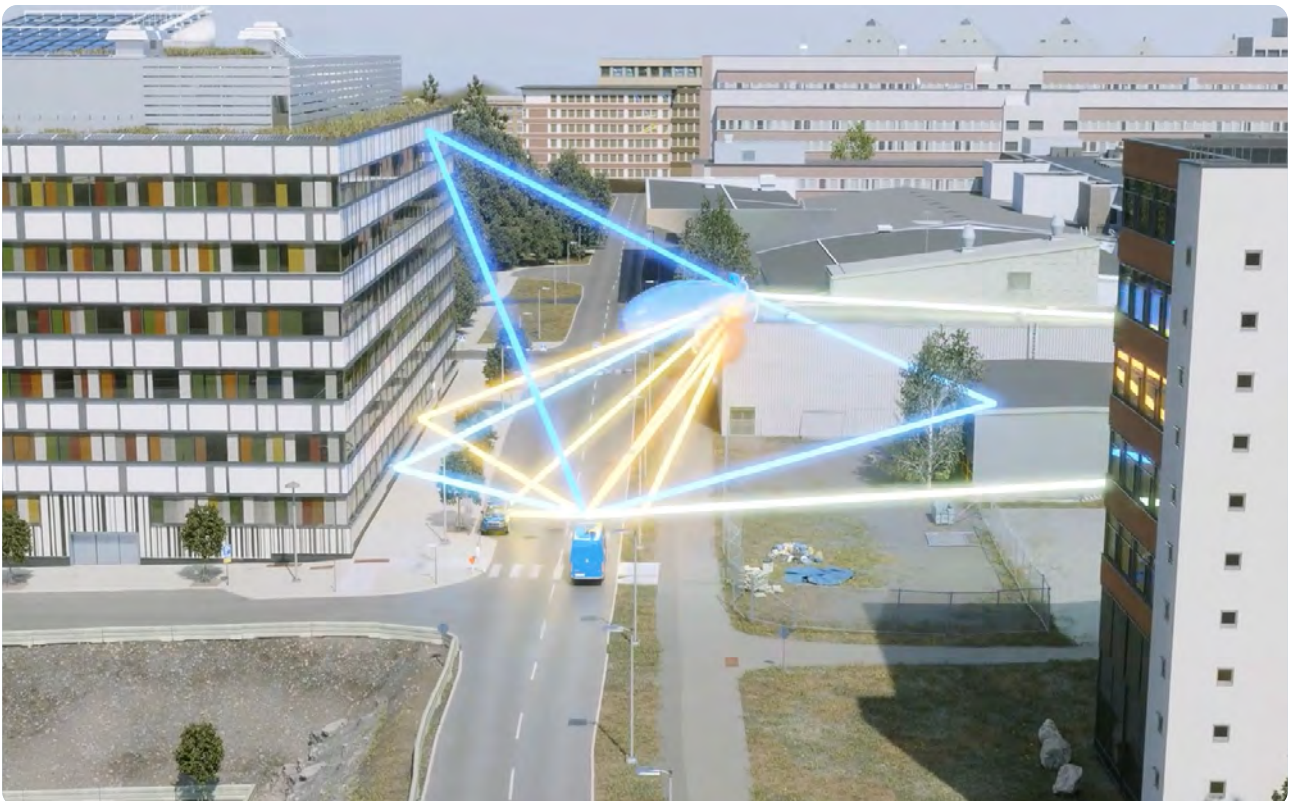
- **Réalité virtuelle et augmentée** : Le métavers repose sur le principe que les mondes physiques et virtuels continueront à converger. Aujourd'hui, nous avons besoin de dispositifs pour nous aider à combler le fossé entre ces deux mondes, les lunettes VR en étant les plus importants, mais la façon dont nous nous connectons au métavers va sans aucun doute changer à mesure que nous progressons dans la courbe d'apprentissage.
- **Blockchain** : Certains mondes virtuels s'exécutent sur une infrastructure centralisée et d'autres sur une infrastructure décentralisée, comme la blockchain. Un exemple en est Fortnite qui s'exécute sur les serveurs centralisés d'Epic Games. Un autre exemple est Decentraland qui fonctionne de manière décentralisée sur la blockchain d'Ethereum. Les deux sont des alternatives viables, chacune ayant leurs avantages et leurs inconvénients.
- **Sécurité** : La sécurité est déjà souvent l'une des priorités stratégiques clés. Alors que le métavers va entraîner une explosion de la production de données, le potentiel d'abus de ces données par des acteurs mal intentionnés va lui aussi augmenter considérablement. En outre, les identités au cœur de l'expression virtuelle d'une personne dans le métavers (souvent sous la forme d'avatars) devront également être fortement sécurisées.

Applications du métavers

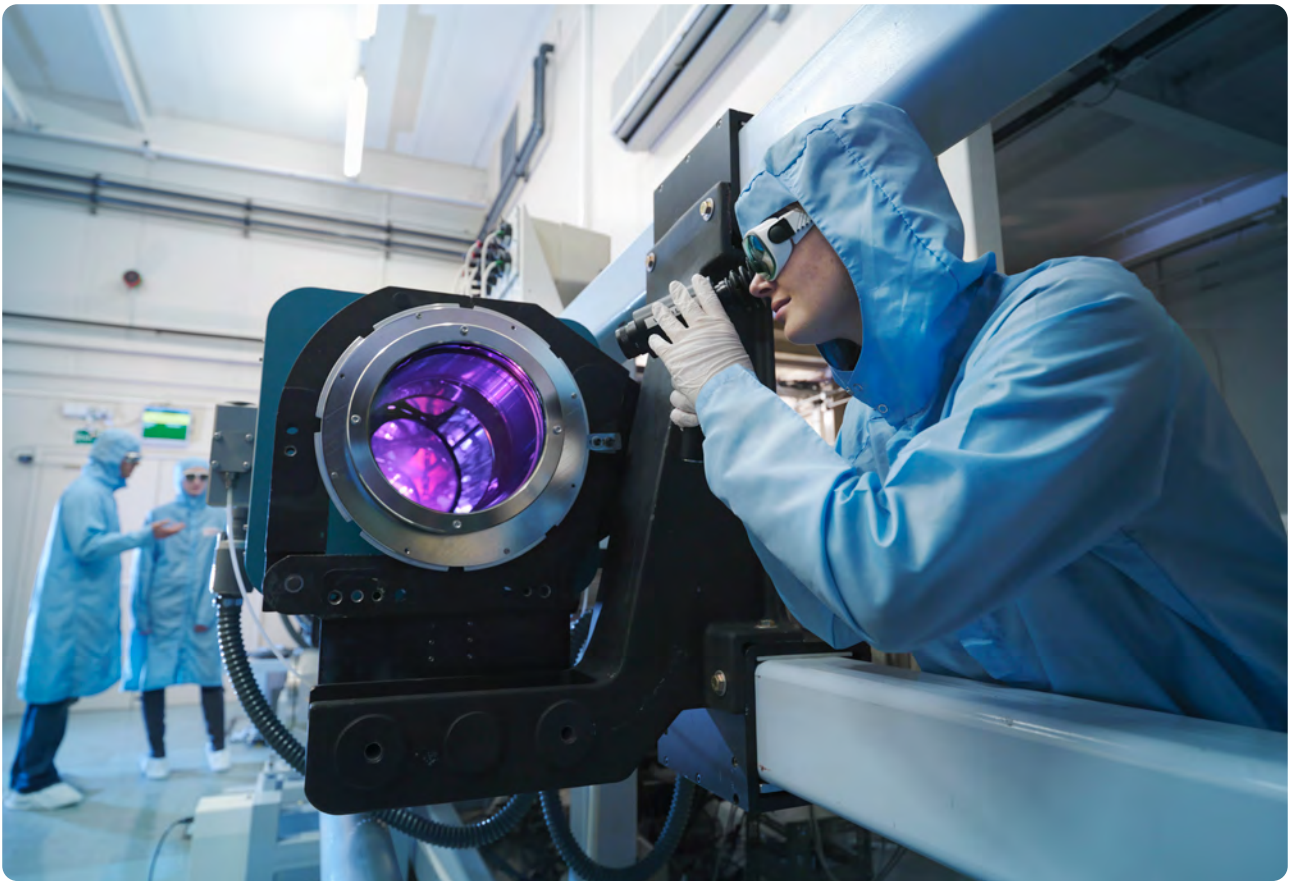
- **Applications grand public** : Avec des jeux très populaires tels que Fortnite et les mondes créés dans Roblox, plateforme de jeu en ligne et système de création de jeux, l'industrie du jeu est naturellement liée au métavers étant donné que les environnements de jeu s'éloignent d'un monde virtuel en 3D. Des artistes comme Post Malone, Ariana Grande et même les Foo Fighters ont également trouvé leur place dans le métavers, en y donnant des concerts.
- **Applications éducatives** : Nous avons vu comment les simulateurs de vol sont utilisés pour former les futurs pilotes. Nous voyons maintenant comment de telles solutions aident à former à distance les chirurgiens, ou comment une entreprise de soudage utilise les outils VR pour former ses soudeurs. De manière générale, le métavers permettra d'ouvrir l'éducation à un public beaucoup plus large.
- **Commerce virtuel** : Nike et Gucci ont déjà fait les gros titres avec leurs magasins dans le métavers, où ils ont vendu des versions numériques de leurs produits sous la forme de NFT. Les marques et les entreprises auront la capacité d'augmenter considérablement leur présence omnicanal. Le monde des NFT pourrait compléter le marché de l'art et créer un tout nouveau monde d'actifs virtuels non fongibles et uniques par nature.
- **Applications industrielles** : Nous avons abordé l'opportunité créée par les jumeaux numériques plus haut dans ce document. Nous voyons également le potentiel offert par les salles de réunion et les espaces collaboratifs virtuels dans lesquels les collaborateurs travaillent de manière beaucoup plus interactive. Enfin, la possibilité, pour les entreprises, de montrer virtuellement à leurs clients comment résoudre certains problèmes pourrait révolutionner le support client.

Prospective 1 : Activer les jumeaux numériques grâce à Omniverse

NVIDIA, une entreprise californienne, est sans doute l'un des développeurs du métavers les plus actifs et les plus avancés aujourd'hui. Leader mondial de l'IA, Nvidia est déjà bien présente dans le métavers grâce à la plateforme Omniverse. Les jumeaux numériques d'Omniverse à l'échelle d'une ville sont utilisés pour simuler avec précision l'interaction entre les cellules 5G et l'environnement pour maximiser les performances et la couverture. Sans cette approche, l'interaction entre les cellules 5G, l'environnement, et les humains et les appareils en mouvement, ne peut être appréhendée avec autant de détails. De nombreuses fonctionnalités n'ont dû être testées sur le terrain qu'après la construction des réseaux.



Crédit image : Nvidia



Prospective 2 : Formation médicale sans mise en danger des patients

La société suédoise Surgical science est le principal fournisseur de simulateurs de réalité virtuelle pour la formation médicale. Ses simulateurs sont utilisés par les centres et instituts de formation médicale du monde entier pour la pratique, la validation et la certification des étudiants, des chirurgiens et des médecins.

L'utilisation de la technologie du métavers dans la formation médicale a de nombreux avantages. Elle réduit le temps nécessaire à l'acquisition des compétences grâce à une formation économiquement avantageuse, ce qui permet d'obtenir des professionnels de la santé mieux qualifiés.

Elle permet également de réduire les erreurs médicales et la nécessité de se former sur des patients, ainsi que la pratique d'un large éventail de procédures médicales.

Prospective 3 : Création et exploitation de contenus 3D interactifs en temps réel

Unity Software, développé par l'entreprise française Unity Technologies, est le principal moteur logiciel pour les jeux sur mobile, qui aide également les sociétés de jeux sur mobile à monétiser leur contenu.

Bien que cette activité représente toujours la majorité de son chiffre d'affaires, Unity commence à s'étendre au-delà des jeux sur mobile. Sa technologie RT3D (real time 3D) est particulièrement bien adaptée au métavers et constitue désormais une source de revenus importante. Unity a conclu un partenariat avec Insomniac (propriété de Live Nation) pour créer des concerts dans le métavers et a également formé une JV avec Endeavor pour offrir aux fans des « metacasts » en 3D des matchs de l'UFC.



Au fond du terrier



Je ne peux pas revenir à hier parce que j'étais alors une autre personne.

Alice dans « Les Aventures d'Alice au Pays des Merveilles » de Lewis Carrol, 1865.

Il est difficile de faire des comparaisons avec le passé dans la mesure où la technologie, tout comme le monde en général, évolue en permanence. Mais comme au tout début de ce que nous appelons aujourd'hui l'Internet, le métavers n'est pas totalement vu comme un développement positif.

Certains investisseurs peuvent ignorer tout ou partie de ces aspects négatifs, mais ce serait manquer de clairvoyance de ne pas reconnaître que nombre d'inquiétudes concernant le métavers trouvent leur source dans les faiblesses opérationnelles de l'Internet et des réseaux sociaux. D'autres sont en fait liées à l'ambiguïté du concept lui-même, laquelle conduit souvent à des interprétations étroites de ce que le métavers peut ou ne peut pas faire.

Nous reconnaissons les problèmes fondamentaux que posent les cryptomonnaies¹⁵ (et les plateformes de blockchain publiques) en matière de durabilité, elles qui sont censées être les monnaies du meta-monde, et nous avons constaté la chute des crypto « actifs » au cours de l'année écoulée, dans un contexte d'allégations de fraude et de blanchiment d'argent.

Nous comprenons les préoccupations légitimes autour des plateformes de réseaux sociaux qui sont les premières à se lancer dans le métavers, tous les yeux étant braqués sur leurs pratiques en matière d'antitrust et de confidentialité des données.

De toute évidence, il y a des questions importantes qui devront être analysées avec le plus grand sérieux.

Du point de vue purement technologique, nous sommes convaincus qu'en exploitant davantage la puissance informatique qui nous a permis d'entrer dans l'ère de l'information, le métavers pourrait devenir une extension plus immersive et organique de l'Internet, et présenter des possibilités sur mesure non seulement dans le divertissement, mais de plus en plus dans d'autres domaines comme l'éducation et l'industrie manufacturière.

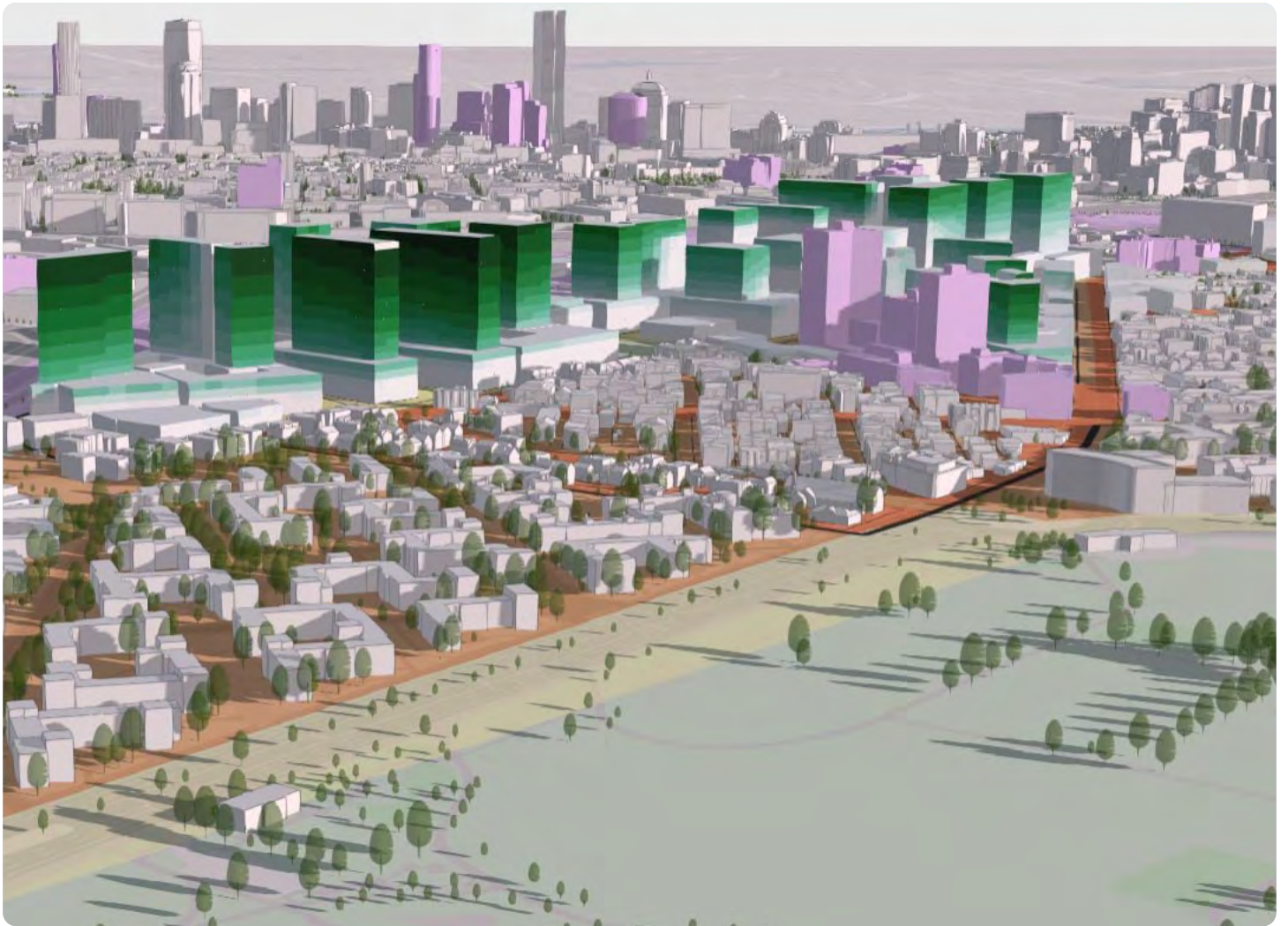
Il s'agit d'une condition préalable importante pour créer toute une gamme d'opportunités attrayantes, sous réserve que la technologie soit utilisée de la bonne manière, entièrement alignée sur les objectifs mondiaux de développement durable. Ces opportunités peuvent inclure notamment :

1. L'optimisation des processus de fabrication, en maximisant les gains de productivité tout en réduisant l'empreinte carbone
2. Le télétravail, avec de nouvelles façons de travailler plus immersives et plus décentralisées
3. L'augmentation de l'interactivité de l'éducation et de la formation professionnelle, en les rendant accessibles à un public plus large

L'Internet a beaucoup évolué au fil des décennies, que ce soit en termes de performances, de sécurité ou de capacité à changer notre façon de l'utiliser, comme par exemple le SaaS (Software as a Service)¹⁶. Plus fondamentalement, il s'agit de la façon dont le cyberspace est de plus en plus étroitement lié à notre vie quotidienne. De même, nous pensons qu'au cours des prochaines décennies, l'évolution du métavers l'amènera dans de nombreuses directions insoupçonnées, puisqu'il s'adaptera aux évolutions et changera la vie des gens tout au long du processus. Il appartient aux investisseurs et aux régulateurs de s'assurer que ces changements soient tous positifs.

Notes & Références.

- 1 <https://www.merriam-webster.com/words-at-play/meta-adjective-self-referential>
- 2 <https://www.techtarget.com/whatis/definition/Web-30>
- 3 <https://news.cnrs.fr/articles/a-digital-twin-for-notre-dame>
- 4 Haptique - l'utilisation d'une technologie qui stimule les sens du toucher et du mouvement, en particulier pour reproduire à distance ou par simulation informatique les sensations ressenties par un utilisateur qui interagit directement avec des objets physiques.
- 5 <https://www.technologyreview.com/2022/12/05/1063828/the-industrial-metaverse-a-game-changer-for-operational-technology/#:~:text=The%20industrial%20metaverse%20could%20also,with%20Taqtile%20is%20one%20example.>
- 6 Bloomberg Intelligence, <https://www.bloomberg.com/professional/blog/metaverse-may-be-800-billion-market-next-tech-platform/>
- 7 <https://new.siemens.com/global/en/company/insights/siemens-and-nvidia-partner-to-build-the-industrial-metaverse.html>
- 8 <https://www.statista.com/statistics/881541/bitcoin-energy-consumption-transaction-comparison-visa/>, as at 25 April 2022
- 9 <https://venturebeat.com/virtual/how-the-metaverse-could-bring-us-closer-to-a-sustainable-reality/>
- 10 Voir le livre blanc de Candriam sur les crypto-monnaies, p 17 pour la preuve de travail et p22 pour une comparaison avec la preuve de travail. <https://www.candriam.com/en/professional/insight-overview/publications/research-papers/cryptocurrencies-and-esg-a-contradiction-in-terms/>
- 11 La fusion réduit la consommation électrique du réseau d'Ethereum de plus de 99,9 % (cointelegraph.com)
- 12 <https://www.statista.com/statistics/1265891/ethereum-energy-consumption-transaction-comparison-visa/>
- 13 De la p 79, p 677 – 693, et suiv. https://www.intelligence.senate.gov/sites/default/files/documents/report_volume5.pdf
- 14 Une configuration sur site nécessite du matériel serveur interne, des licences logicielles, des fonctionnalités d'intégration et des informaticiens à portée de main pour prendre en charge et gérer les problèmes potentiels qui peuvent survenir. Cela ne tient même pas compte de la quantité de maintenance dont une entreprise est responsable lorsque quelque chose tombe en panne ou ne fonctionne pas.
- 15 Se reporter à la publication de Candriam sur les crypto-monnaies. https://www.candriam.com/en-kr/professional/SysSiteAssets/medias/publications/brochure/research-papers/cryptocurrencies/cryptocurrencies_2021_en.pdf
- 16 Software as a service (ou SaaS) est une manière de fournir des applications par internet—en tant que service.



Analyse de la visibilité à Boston, États-Unis, à l'aide d'ArcGIS Urban. Réalisé par Esri.



139 Mds €

**d'actifs sous gestion
Décembre 2022***



600

**experts
à votre service**



+25 ans

**Leader dans
l'investissement responsable**

Ce document commercial est publié pour information uniquement, il ne constitue pas une offre d'achat ou de vente d'instruments financiers, ni un conseil en investissement et ne confirme aucune transaction, sauf convention contraire expresse. Bien que Candriam sélectionne soigneusement les données et sources utilisées, des erreurs ou omissions ne peuvent pas être exclues a priori. Candriam ne peut être tenue responsable de dommages directs ou indirects résultant de l'utilisation de ce document. Les droits de propriété intellectuelle de Candriam doivent être respectés à tout moment; le contenu de ce document ne peut être reproduit sans accord écrit préalable.

Candriam recommande aux investisseurs de consulter sur son site www.candriam.com les informations clés pour l'investisseur, le prospectus et tout autre information pertinente avant d'investir dans un de ses fonds y inclue la valeur liquidative des fonds. Ces informations sont disponibles en anglais ou dans une langue nationale pour chaque pays où le fonds est autorisé à la commercialisation.

* À compter du 31/12/2022, Candriam a apporté des modifications à sa méthodologie de calcul des actifs sous gestion (AUM), qui incluent désormais certains actifs tels que les AUM non discrétionnaires, la sélection de fonds externes, les services d'« overlay », y compris les services de sélection ESG, les services de [conseil en gestion], les services en marque blanche et les services de conseil en portefeuille modèle qui ne sont pas qualifiés d'actifs sous gestion réglementaires, tels que définis dans le formulaire ADV de la SEC. Les actifs sous gestion sont déclarés en USD. Les actifs sous gestion non libellés en USD sont convertis au taux spot du 31/12/2022.



CANDRIAM. INVESTIR POUR DEMAIN.
WWW.CANDRIAM.COM

CANDRIAM 
A NEW YORK LIFE INVESTMENTS COMPANY