



Résumé exécutif

Par une lettre de mission en date du 14 février 2022, le Ministre de l'Économie, des Finances et de la Relance, la Ministre de la Culture ainsi que le Secrétaire d'État chargé de la Transition numérique et des Communications électroniques ont souhaité la mise en place d'une mission exploratoire sur le développement des métavers. Le présent document constitue le fruit de cette mission portée, aboutie en juillet 2022, et qui a été portée par Camille François, chercheuse à Columbia University, Adrien Basdevant, avocat au Barreau de Paris, et Rémi Ronfard, chercheur à l'Inria.

Cette mission exploratoire a eu comme objectif, en un temps court, de présenter les enjeux des « métavers » pour la France. Elle pose, nous l'espérons, quelques jalons qui permettront de clarifier le débat, de saisir les opportunités émergentes, de mieux appréhender les risques du sujet et de rassembler l'écosystème français autour d'un horizon commun.

Les grandes lignes en sont résumées dans ce sommaire en deux parties, où la première s'attache à clarifier les termes et principaux acteurs, et la seconde à esquisser les axes d'une stratégie « métaversique » pour la France. C'est à la fois avec humour et sérieux que nous utilisons librement l'adjectif métaversique, pour souligner les possibilités plurielles et les horizons multiples des technologies sociales immersives, et inviter imagination et créativité sur ces sujets.

Dix pistes de réflexion (P1, P2, P3, P4, etc.) apparaissent dans ce sommaire : elles suggèrent des clés d'entrée pour que la puissance publique puisse rapidement se saisir des chantiers essentiels à la constitution d'une stratégie française des métavers. D'autres pistes et recommandations sont articulées tout au long du rapport. Apparaissent également en filigrane les aspirations, frustrations, recommandations et interrogations d'un grand nombre de nos auditionné(e)s, dont la candeur et la générosité ont guidé nos explorations au cours de cette mission.

I. De quoi le Métavers est-il le nom ?

Ou comment résister à l'étroite vision de la Silicon Valley, raconter les futurs possibles des technologies de l'immersion, et rassembler l'écosystème français autour d'un horizon commun.

- **Polysémie du Métavers.** Nos auditions ont d'abord fait ressortir une grande confusion des acteurs du secteur face au terme Métavers, qui est défini différemment par chacun (« c'est l'immersion », « c'est l'Internet », « non ! c'est le web », « c'est un assemblage de technologies »). Le terme est perçu avec une certaine méfiance depuis la campagne marketing de Facebook/Meta en 2021. Il nous a paru utile, au sein de la mission, de fournir quelques éléments sur la « préhistoire » du Métavers, en mettant en évidence ses éléments constitutifs afin de comprendre ce moment de convergence et d'accélération technologique.
- **Résister à des visions réductrices (im)portées par des campagnes de marketing.** Cette méfiance, d'abord envers le concept de Métavers tel que porté par Facebook depuis leur campagne de *rebranding* en 2021, puis envers le concept entier tant il peut sembler flou est saine et importante. À mesure que se dessine une stratégie française des technologies sociales de l'immersion, il est essentiel d'interroger avec suspicion les visions contraignantes et restrictives portées par d'autres, que ce soit par les acteurs privés tels que Meta/Facebook ou par des puissances publiques étrangères, comme la Chine et la Corée du Sud, tant ces visions pourraient façonner notre imaginaire et impacter nos quotidiens. Cette réduction technologique est contenue et illustrée dans l'exercice classique des représentations des « technological stacks » du Métavers, un passage obligé des billets de blogs des capital-risqueurs américains étudiant le Métavers. Dans ces descriptions, les « couches technologiques » sous-jacentes au Métavers sont présentées sans questionnement préalable de l'objet qui les contient : ainsi, des pans essentiels de briques technologiques qui constituent le futur des technologies immersives manquent à ces schémas, qui traduisent une vision normative, contraignante et réductrice du Métavers et de ses évolutions possibles.
- **L'arbre Meta, la forêt Silicon Valley.** Au-delà des projets de Meta, qui font couler beaucoup d'encre, les grands acteurs de la Silicon Valley et les industriels du numérique ont aujourd'hui des stratégies et des visions divergentes du futur des technologies immersives. Une grande partie de ces acteurs sont par exemple concentrés sur des applications qui touchent des publics professionnels. Il est essentiel d'analyser les desseins de Nvidia, de Microsoft, de Siemens, et la course au développement de jumeaux numériques industriels dont Dassault Systèmes est à la fois le champion et le pionnier : c'est aussi par là que se profilent les chemins métaversiques les plus prometteurs pour la France. D'autres, comme Snapchat, Niantic ou Apple dans une certaine mesure, font le pari de la réalité augmentée plutôt que de la réalité virtuelle, parfois même en portant un discours très critique sur l'aspect « dystopique » des visions du Métavers trop fortement ancrées sur des technologies de réalité virtuelle en proie à isoler les utilisateurs les uns des autres, et du monde qui les entoure. Côté Silicon Valley, on observe donc également une bataille de perspectives au sujet de ce que peut représenter le « Métavers » : ouvert ou fermé, grand public ou industriel, en réalité virtuelle ou augmentée, grand public ou spécialisé, etc.
- **Ne jetons pas le bébé Métaversique avec l'eau du bain de Facebook !** Depuis plusieurs années, et bien avant que Facebook s'en préoccupe, le terme de Métavers est utilisé pour décrire l'horizon commun des technologies sociales de l'immersion. Ces technologies progressent à vitesse éclair : microélectronique (nano-oleds, capteurs de mouvement, spatialisation sonore), processeurs graphiques embarqués, rendus temps réel en haute résolution vidéo comme audio, etc. Les futurs réseaux sociaux, connectés et immersifs, émergent devant nos yeux, à travers nos écrans d'ordinateurs, de smartphones, et des premiers visiocasques et lunettes de réalité augmentée et virtuelle. Ils dessinent des horizons pluriels, qui appellent une vraie stratégie de la part des acteurs gouvernementaux afin d'en saisir les opportunités et les risques. Comme avant elle l'intelligence artificielle ou le cyber, cette « Stratégie Métaversique » devra contenir à la fois l'ensemble des grands enjeux du numérique et appeler à une compréhension granulaire des enjeux propres à l'immersion sociale.
- **Vers une définition souple, qui suggère la pluralité des horizons des technologies de l'immersion.** Afin de guider cette stratégie, notre mission propose une définition de travail. Elle s'attelle d'abord

à distinguer le concept abstrait du *Métavers* « avec un grand M » (comme on a pu parler de l'Internet « à majuscule ») qui décrit un concept de l'immersion, des *métavers* à minuscules. Le terme *métavers* avec une minuscule est utilisé quant à lui pour décrire les instanciations ou implémentations des principes du *Métavers*. Autrement dit, le concept de *Métavers* contient en lui une multitude de possibilités, de services, d'espaces, plus ou moins ouverts, que l'on nommera ci-après « *métavers* » avec un « m » minuscule. Notre définition de travail s'attelle ensuite à séparer les éléments *essentiels* et *constitutifs* des *métavers* des *modalités possibles d'expression* de ces *métavers*. Ainsi, les caractéristiques essentielles des *métavers* sont : l'existence de mondes virtuels, en 3D, en temps réel, immersifs, persistants et partagés. Les modalités à date se concentrent sur la possibilité d'y accéder avec ou sans visiocasques, d'y utiliser ou non des avatars, d'y échanger avec ou sans technologies de registres distribués. Ces modalités continueront à évoluer avec les usages et les technologies : séparer les caractéristiques essentielles des *métavers* de leurs modalités possibles d'expression permet de mieux organiser stratégies, paris et formations pour saisir les opportunités *métaversiques*. Ainsi pour nous, *métavers* et *blockchains* (tout comme *métavers* et *Web3*) ne sont en rien consubstantiels, mais certains *métavers* pourraient reposer sur des technologies de registres distribués. Différents types de *métavers* se dessinent déjà, avec différents degrés d'acceptabilité sociale (en effet, à l'heure actuelle, les *métavers* sont davantage poussés par l'industrie dans une logique de l'offre, beaucoup plus que par le public dans une logique de la demande).

- **La France, bien positionnée dans les technologies immersives.** Ce travail de (re)définition permet également de raconter la volonté de leadership de la France dans les secteurs des technologies immersives : c'est à la fois un leadership technologique et intellectuel, qui propose une vision différente du futur. On voit ici des parallèles avec l'histoire du Minitel, qui contiennent en eux-mêmes une mise en garde sur comment effectuer ce travail narratif : en effet, dans l'imaginaire collectif (et entrepreneurial) français, le Minitel est davantage perçu comme un échec de politique industrielle que comme une innovation majeure apportant une contre-perspective essentielle à une logique américaine qui deviendra par la suite celle de la Silicon Valley (c'est pourtant ainsi que la recherche américaine couvre le Minitel, comme un succès et une innovation publique !).
- **Où est l'écosystème français du Métavers ?** La France possède de nombreux atouts à faire valoir dans cet horizon commun des technologies de l'immersion, tel qu'en témoignent les succès de grandes structures comme Ubisoft, Dassault Systèmes ou encore Ledger, ainsi que les multiples achats de startups innovantes par des groupes américains (Pixyz par Unity, Clay AIR par Qualcomm, Sketchfab par Epic, NextMind par Snapchat,...). La filière française de la création immersive a également donné naissance à des studios de fabrication reconnus mondialement (Atlas V, Small, Backlight Studio, Stage11, Innerspace, Emissive, etc.). D'autres projets innovants — indispensables pour naviguer et réaliser des transactions dans les *métavers* — sont en cours de développement afin d'offrir des solutions de gestion d'identités, de stockage décentralisé, ou de sécurisation des actifs numériques. Il en ressort ainsi que pionniers et pépites des *métavers* français se répartissent entre deux écosystèmes. Ces deux écosystèmes (qui sont aussi deux générations, et deux groupes d'acteurs différents) sont clairs et distincts. D'un côté, le premier écosystème réalité virtuelle / réalité augmentée / réalité mixte (ou réalité étendue) ; et de l'autre l'écosystème Blockchain / Web3 / NFT. Il y a des talents français dans ces deux écosystèmes. Une stratégie française des *métavers* doit nécessairement couvrir ces deux écosystèmes à la fois, même si en réalité peu les réunit à date. Les défricheurs français du courant VR/AR/XR sont réservés face à ce nouveau mot à la mode qui semble présenter à la fois un risque (« *on va tout confondre* ») et être porteur d'une promesse (de nouveaux financements, une attention renouvelée pour le secteur). Ils expriment leur inquiétude quant au manque de stratégie française pour soutenir ce secteur pionnier et se sentent courtisés à l'étranger mais peu compris et considérés en France. Cet ensemble est dynamique, mais disparate : il nous semble souhaitable de rassembler ces deux écosystèmes et de créer les conditions d'un dialogue entre tous les acteurs français des *métavers*, en concertation avec les organismes publics de recherche, pour faciliter l'émergence et la mise en œuvre d'une stratégie française des *métavers*.

→ **Mobiliser rapidement cet écosystème autour de projets concrets à l'horizon imminent.** Cet écosystème des acteurs français du Métavers doit être réuni et mobilisé autour de projets ambitieux. À cet égard, notre première piste de réflexion (P1) suggère de se **saisir de l'opportunité des Jeux olympiques pour rassembler ces acteurs autour de projets concrets** au sein d'un consortium public/privé placé sous le pilotage d'Inria et pour proposer des actions de grande visibilité autour d'expériences immersives pouvant être partagées avant, pendant et après les Jeux olympiques et paralympiques (entraînement/compétitions, transport/tourisme, coulisses/échanges avec les athlètes).

II. Les grands axes d'une stratégie métaversique : organiser l'infrastructure, soutenir l'innovation, miser sur les usages culturels, orchestrer la régulation et prendre en compte les enjeux sociétaux et environnementaux.

Ou comment organiser une politique publique des métavers qui reflète nos valeurs, soutient nos atouts économiques et culturels et adapte nos outils de régulation aux risques émergents.

Les conditions d'un horizon commun : organiser l'infrastructure du Métavers

- **Vers des métavers libres et interopérables.** L'avenir des technologies de l'immersion n'est pas encore décidé et beaucoup se jouera (comme cela a pu être le cas pour Internet et pour le web) sur les standards technologiques qui s'imposeront dans les années à venir. Il semble souhaitable (P2) **de réinvestir les instances de négociation des standards techniques**, et que la France et les principaux acteurs français (du secteur numérique de l'immersion, mais aussi de la recherche sur ces sujets) **participent activement aux discussions sur l'interopérabilité** des technologies de l'immersion. Il est urgent de reprendre place dans les instances de standardisation (groupe de travail « Immersive web » du W3C, consortium Metaverse Standards Forum) afin de participer en amont à l'élaboration des normes, plutôt que d'en subir les conséquences en aval. Cela nécessite une implication de l'ensemble de l'écosystème et de la puissance publique afin de converger sur des positions nationales claires à défendre, et de mettre en place des expérimentations pour conforter ces positions. Les institutions de standardisation des couches techniques du web (IETF, W3C, Web3D, Khronos...) sont ouvertes, accessibles aux personnes physiques comme morales. La présence de cadres de haut niveau représentant le secteur public français, comme c'est désormais le cas pour d'autres instances de négociation de standards numériques, peut permettre la co-création de l'infrastructure du Métavers. La France défend un internet ouvert, libre et sûr, commun de l'humanité : ces positions doivent se traduire également dans les instances diplomatiques et techniques de négociation sur le futur des technologies de l'immersion.
- **Organiser les services communs dans le Métavers.** Au-delà de la participation à l'élaboration de standards ouverts, il semble souhaitable que (P3) **la puissance publique s'attelle à faire émerger les services communs et essentiels permettant l'avènement d'une pluralité de métavers interopérables**. Cette vision du rôle de la puissance publique dans le Métavers priorise la constitution de briques technologiques ouvertes, de confiance et gratuites (services interopérables et sécurisés, données ouvertes) plutôt que la provision de services *dans* le Métavers à proprement parler. Pour le dire autrement : il semble judicieux d'encourager les efforts d'institutions comme l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) qui produit et met à disposition des jeux de données géographiques ouverts et prometteurs pour de futures applications immersives, ou de travailler sur le futur d'un service d'identification interopérable de confiance (par exemple fondé sur des identités sécurisées décentralisées), plutôt que de développer des applications permettant aux usagers d'effectuer leurs démarches administratives dans des mondes immersifs. Cette dernière approche, qui apparaît clairement dans la stratégie sud-coréenne du Métavers par exemple, nous semble faire fausse route en France étant donné l'absence de besoin et de demande, et les barrières déjà rencontrées dans la numérisation des services publics. Une approche plus prometteuse consisterait à collaborer à travers une stratégie publique organisée avec les différentes entités publiques qui détiennent des technologies et des services qui seront autant de briques essentielles et de moteurs d'innovation des métavers publics français.

Soutenir l'innovation

- **Développer une analyse rigoureuse des chaînes de valeur des métavers.** Plutôt que de se concentrer à faire émerger le « Google européen du métavers », il semble stratégique de protéger, soutenir et encourager les acteurs en pointe sur des briques technologiques peut-être plus modestes mais essentielles à la constitution des métavers de demain. Afin de trancher les grands

débats d'investissements stratégiques (ex. Où investir les budgets publics de soutien industriel ? Faut-il ou non encourager un moteur 3D concurrent à Unreal et Unity ? Est-il clé qu'il existe une offre française de visiocasques et de leur système d'exploitation ?), il est essentiel (P4) de **développer une analyse rigoureuse des différentes chaînes de valeur des métavers** afin de guider au mieux d'une part les domaines d'investissement stratégiques, d'autre part les risques de perte de souveraineté ou de fuite de valeur. Une stratégie économique du Métavers viendra ici consolider et protéger les filières industrielles de la réalité virtuelle, de la modélisation 3D, de l'animation 3D et du jeu vidéo, à éviter autant que possible la fuite des cerveaux, accompagner les startups dans leur développement, protéger les fleurons, écouter et engager les leaders.

- Des éléments stratégiques de cette chaîne de valeur sont déjà embarqués dans des technologies du quotidien, sans que l'on s'en rende nécessairement compte. Ainsi, des millions de citoyens européens ont déjà dans leur poche des scanners sophistiqués LiDAR (« Light Detection and Ranging »), car ceux-ci sont maintenant intégrés par défaut aux iPhone Pro. Ils permettent la capture instantanée de modèles 3D en haute définition, et par conséquent l'avènement potentiellement rapide d'une première génération d'univers augmentés et participatifs.

Miser sur les usages culturels

- **Il est urgent de dépasser la dichotomie entre technologies et usages**, qui est souvent ressortie lors des entretiens de la mission. La dichotomie entre « usages » et « technologies » est rapidement contre-productive : le secteur de la culture n'est pas seulement créateur de contenu et peut en réalité être un vrai laboratoire. Les auditions de la mission avec les acteurs du secteur culturel font ressortir une grande innovation, freinée par la peur que la valeur de ces projets culturels immersifs soit capturée par les acteurs étrangers (notamment américains), « *comme le cinéma français avec Netflix* ».

- **Que nous dit la Joconde Métaversique ?** Malgré cette angoisse très présente, les acteurs du secteur culturel ne sont pas équipés d'outils permettant une compréhension claire des différents systèmes de distribution des contenus immersifs et de leurs modalités. Afin de démontrer à la fois les enjeux, la complexité et les possibilités des différentes modalités d'expression des œuvres culturelles dans le métavers, la mission propose un exercice ouvert, celui de la *Joconde Métaversique*. Cet exercice est une invitation à penser l'ensemble des déclinaisons possibles de la Joconde dans les formats divers des technologies de l'immersion : une Joconde en réalité virtuelle, que l'on pourrait explorer avec un casque Lynx en se promenant dans les différentes couches de peinture originales du tableau ; une Joconde en réalité augmentée, qui permettrait aux jeunes visiteurs du Louvre présents sur site de taguer l'œuvre et de voir dans une galerie immersive les créations d'autres artistes et amateurs ayant été invités à taguer la Joconde ; une Joconde en tokens, permettant une levée de fonds et la constitution d'un DAO des *Amis de la Joconde*, etc. Bref, les déclinaisons sont quasiment infinies, et la mission recense quelques projets déjà réalisés et quelques pistes pour l'imagination. Au-delà de l'aspect ludique de l'exercice, ces déclinaisons de la Joconde Métaversique permettent de mieux expliciter la variété des formats et des canaux de distribution de ces projets, et la prédominance de certains contrôleurs d'accès (*gatekeepers*) qui sont souvent absents des débats sur la capture de valeur dans le secteur culturel pour les œuvres immersives (par exemple Apple, pour toutes les déclinaisons qui nécessitent une application smartphone). Pour être complet, il faudrait décliner l'exercice sur des œuvres spatiales et temporelles, ce qui dépasse malheureusement le cadre nécessairement limité de notre mission exploratoire.
- **Réconcilier la souveraineté technologique et la souveraineté culturelle.** Là où les acteurs économiques parlent volontiers de souveraineté technologique, les acteurs culturels se préoccupent de souveraineté culturelle dans les métavers. Ces deux récits sont à réconcilier, notamment (P5) par la **mise en place de commandes publiques pour joindre ces deux volets et soutenir des attelages hybrides entre structures françaises technologiques et institutions culturelles**. S'il y a eu quelques projets remarquables qui incarnent ces attelages hybrides, ils restent aujourd'hui l'exception plutôt que la norme. À travers l'Europe, on observe en effet une certaine dispersion des efforts entre les domaines technologiques des métavers et ceux des applications (notamment culturelles) ce qui a pour effet que les grands projets immersifs culturels et de mise en valeur du patrimoine sont souvent basés sur des solutions techniques américaines et réalisés en partenariat avec des entreprises US (Microsoft pour « All Kinds of Limbo » au National Theatre, Epic Games, Magic Leap et Intel pour « Dream » à la Royal Shakespeare Company ; Google Arts & Culture pour « Dans l'intimité de Kandinsky » au Centre Pompidou). Les métavers constituent une opportunité culturelle pour la France. La commande publique dans ces domaines pourrait servir de levier pour favoriser le développement de solutions technologiques souveraines et innovantes, créatrices d'emplois et de nouveaux marchés pour les entreprises françaises.

Orchestrer la régulation

- **Adapter l'application des cadres existants au sujet métaversique.** Les différents cadres de régulation visant le numérique en général et les réseaux sociaux en particulier posent des jalons essentiels permettant d'organiser la responsabilisation des plateformes, la protection des données personnelles ainsi que la gestion des risques sociotechniques. Une grande partie des risques que ces textes (comme le DSA, le DMA, ou l'AI Act) visent à réguler, de la modération des contenus aux biais algorithmiques, se traduiront de manière nouvelle dans les métavers. Il est urgent de (P6) **lancer dès maintenant le travail d'adaptation, notamment du RGPD, du DSA et du DMA, aux enjeux métaversiques.**
- **Web3, renforcer l'expertise.** D'un point de vue réglementaire, les retours de l'écosystème français du Web3 soulignent l'inadéquation et le manque d'expertise des messages affichés au niveau européen (projet de règlement européen MiCA, refonte du règlement TFR, obligations sur les identités numériques ou wallet). Nombreux envisagent d'entreprendre hors UE (Suisse, USA, etc.). Les experts existent en France sur ces questions, à la fois dans la recherche et dans les institutions publiques : il faut impérativement s'appuyer sur eux pour aider à guider la régulation naissante (sinon la place sera prise rapidement par les lobbys industriels).
- Il est indispensable de disposer d'outils et de méthodes d'analyse français pour comprendre et suivre ce qui se passe dans les métavers. Pour cela, il paraît clé (P7) d'investir dans les outils et les techniques d'analyse qui permettront aussi bien la **détection des infractions pour remonter aux auteurs qu'à percevoir l'impôt.** Sans cela, un réel risque de souveraineté se profile, ce qui est déjà le cas dans le domaine de l'analyse des réseaux de criminalité dans les cryptomonnaies où beaucoup d'institutions publiques dépendent d'outils et d'entreprises américaines. L'opportunité de créer un « Chainalysis français » (pour prendre l'exemple d'une compagnie incubée par In-Q-Tel, fonds d'investissement du renseignement américain) pour limiter nos dépendances technologiques et économiques doit être considérée au plus tôt.

Éducation & Recherche

- **Investir dans une recherche ciblée.** Les risques évoqués à propos des métavers sont souvent des calques des enjeux communs à de nombreux écosystèmes numériques et en particulier aux réseaux sociaux (harcèlement, désinformation, radicalisation, etc.). Beaucoup des publications actuelles et des projets de « métavers éthique » s'arrêtent sur ce calque, apportant peu de précisions et de réponses concrètes à ces enjeux sociétaux émergents. Ceux qui pensent que les enjeux des réseaux sociaux vont se manifester dans les métavers ont raison, mais il y a urgence à investir dans des réflexions plus spécifiques et précises, sans quoi le retard pris sur la régulation des réseaux sociaux adviendra également pour les métavers.
- De la même manière qu'il existe une tendance à promouvoir les promesses de ces transformations, il existe une tendance de fond visant à critiquer ces évolutions sans s'en donner réellement les moyens. Les enjeux sociétaux et éthiques sont fondamentalement différents en fonction des types de métavers considérés. Dans le cas de la réalité virtuelle, apparaît par exemple une inquiétude liée à l'utilisation de casques pouvant entraîner des expériences de déréalisation ou de dépersonnalisation. Pour les métavers en relation avec des registres distribués se posent des questions relatives à la propriété des actifs immatériels, les conditions de leur protection et sécurisation notamment informatique, ainsi que des enjeux de recouvrement de l'impôt sur les transactions en cryptomonnaies. La réalité augmentée de son côté vient amener des « couches digitales invisibles » sur le monde partagé, ouvrant de nouvelles possibilités d'abus à la fois industriels (comme la publicité invasive) et sociétaux. Il existe bien sûr des préoccupations communes, comme l'enjeu de la transition écologique, de la sécurité informatique ou encore de l'acceptation sociale voire du désir même de l'avènement de ces nouveaux usages.
- En bref, il s'agit pour mieux comprendre et aborder ces impacts éthiques et sociétaux de (P8) **réaliser un investissement dans des initiatives de recherche interdisciplinaire** (informatique,

neurosciences et sciences sociales) de grande ampleur et à long terme, utilisant les dispositifs existants (France 2030, PIA 4, PEPR, ANR) pour développer simultanément des métavers expérimentaux guidés par des besoins sociétaux (culture, santé, éducation) et les moyens d'en évaluer les risques sociotechniques par des études empiriques.

- **La France bénéficie d'ores et déjà de filières d'excellence dans les technologies de l'immersion**, à la fois dans ses filières techniques (French Tech) comme dans ses filières créatives (French Touch), mais il lui manque l'équivalent d'un institut innovant interdisciplinaire (sur le modèle, par exemple, du MIT Media Lab) pour rapprocher ces deux filières de la recherche publique et les inscrire dans la durée. La mission propose (P9) **la création d'un institut de recherche et de coordination, sur le modèle de l'Ircam**, qui serait à la fois un laboratoire de recherche en informatique dédié aux arts immersifs, un lieu de coordination entre chercheurs et artistes pour la création d'œuvres immersives innovantes dans les métavers et un comptoir d'expertise pour toutes les institutions culturelles concernées.
- **Les formations permettant de créer des contenus de qualité** (modélisation 3D, infographie, animation, postproduction, effets, développement des interactions en réalité mixte, bon niveau des écoles d'ingénieur, écoles de jeu vidéo et universités pour la programmation dans le domaine du jeu) sont des éléments importants à prendre en compte dans les forces de la France, souvent considérée comme acteur majeur des expressions numériques culturelles, dans le marché de la création. Ces formations devraient être encouragées dans un mode applicatif et concret afin de favoriser le dialogue et les synergies entre scientifiques et créateurs. Il est en effet urgent d'intégrer des étudiants de tous niveaux sur ces questions. Les écoles telles que Rubika (animation 3D, jeu vidéo) sont reconnues internationalement. Ces filières devraient être renforcées et complétées.

Acceptabilité sociale et enjeux environnementaux

- **Enfin, il semble fondamental (P10) d'explorer des solutions écoresponsables et de développer un système de mesure de l'impact environnemental des infrastructures du Métavers.** Les technologies associées au Métavers sont pointées du doigt pour leur caractère très énergivore, à rebours des objectifs actuels de réduction de l'empreinte carbone. L'effort d'investissement dans l'innovation ne s'oppose pas à des objectifs de durabilité mais doit au contraire permettre de développer des solutions au service de la sobriété numérique.
- Les évolutions technologiques récentes et leurs usages ont été marqués par des modèles d'affaires fondés sur la captation des attentions et la constitution d'acteurs oligopolistiques, tout comme de nouvelles formes de précarisation ou une inégale répartition de la valeur. Ces technologies viennent avec des besoins croissants de captation de données (par exemple, les scans de la totalité de l'environnement des utilisateurs, par lunettes et téléphones en réalité augmentée, par casques dans la réalité virtuelle). Cela pose à court terme des enjeux de vie privée importants, et potentiellement nouveaux pour ce qui est des captations de données cognitives : certains pays, comme le Chili, ont pris sur ces sujets une mesure d'avance en consacrant des « neuro-droits », une approche plébiscitée par certains chercheurs comme étant fondamentale à l'encadrement d'une innovation responsable des métavers.
- Entreprendre dans les meilleures conditions pour la France dans le Métavers signifie donc entreprendre dans les meilleures conditions environnementales et sociétales. Dans le respect à la fois des exigences climatiques, de santé publique, et d'acceptabilité sociale, ainsi que pour la protection des citoyens.

Synthèse des propositions

Proposition 1

Se saisir de l'opportunité des Jeux olympiques pour rassembler les acteurs français des métavers autour de projets concrets, au sein d'un consortium public/privé placé sous le pilotage d'Inria et pour proposer des actions de grande visibilité autour d'expériences immersives pouvant être partagées avant, pendant et après les Jeux olympiques et paralympiques (entraînement/compétitions, transport/tourisme, coulisses/échanges avec les athlètes).

Proposition 2

Réinvestir les instances de négociation des standards techniques, pour faire en sorte que la France et les principaux acteurs français (du secteur numérique de l'immersion, mais aussi de la recherche sur ces sujets) **participent activement aux discussions sur l'interopérabilité** des technologies de l'immersion.

Proposition 3

Amener la puissance publique à faire émerger les services communs et essentiels permettant l'avènement d'une pluralité de métavers interopérables.

Proposition 4

Développer une analyse rigoureuse des différentes chaînes de valeur des métavers afin de guider au mieux d'une part les domaines d'investissement stratégiques, d'autre part les risques de perte de souveraineté ou de fuite de valeur.

Proposition 5

Mettre en place des **commandes publiques répondant aux objectifs de souveraineté culturelle et de souveraineté technologique afin de soutenir des attelages hybrides entre structures françaises technologiques et institutions culturelles.**

Proposition 6

Lancer dès maintenant le travail d'adaptation, notamment du RGPD, du DSA et du DMA, aux enjeux métaversiques.

Proposition 7

Investir dans les outils et les techniques d'analyse des métavers, et des transactions qui s'y déroulent afin de permettre aussi bien la **détection des infractions pour remonter aux auteurs que de percevoir l'impôt.**

Proposition 8

Réaliser des investissements dans des initiatives de recherche interdisciplinaire (informatique, neurosciences et sciences sociales) de grande ampleur et à long terme, utilisant les dispositifs existants (France 2030, PIA 4, PEPR, ANR) pour développer simultanément des métavers expérimentaux guidés par des besoins sociétaux (culture, santé, éducation) et les moyens d'en évaluer les risques sociotechniques par des études empiriques.

Proposition 9

Créer un institut de recherche et de coordination, sur le modèle de l'Ircam, qui serait à la fois un laboratoire de recherche en informatique dédié aux arts immersifs, un lieu de coordination entre chercheurs et artistes pour la création d'œuvres immersives innovantes dans les métavers et un comptoir d'expertise pour toutes les institutions culturelles concernées.

Proposition 10

Explorer des solutions écoresponsables et développer un système de mesure de l'impact environnemental des infrastructures du Métavers.