CHAIRE FIT²
FUTURS DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL
MINES PARIS - PSL

REPÈRE
FUTURS DU TRAVAIL
N°16

JUILLET 2023

PAR
SUZY CANIVENC

LES ESPACES DE TRAVAIL VIRTUELS : AU-DELÀ DU MÉTAVERS

SOMMAIRE

P. 2 De quoi parle-t-on au juste ?

P. 3 Un « gamechanger » pour le travail à distance ?

P. 5 Les usages des métavers

P. 7 De multiples barrières

P. 9 Des solutions alternatives

P. 12 Conclusion

Alors que le travail hybride semble s'installer durablement dans le monde du travail, certaines organisations continuent de buter sur des limites liées à la distance physique : sentiment d'appartenance, sociabilité, collaboration, créativité, innovation sont souvent invoqués comme des arguments clés pour justifier le retour sur site, parfois à temps complet. « Le » métavers pourrait-il changer la donne ? Ce fut le buzz word de l'année 2022[1], récemment détrôné par le phénomène ChatGPT.
Mais la réflexion autour d'une éventuelle transposition des espaces de travail dans la réalité virtuelle reste d'actualité et nécessite d'aller au-delà de la solution proposée par Meta.

1. Morris, C. (2022). « What Are the Top Buzzwords of 2021 and 2022? », Nasdaq, 21 janvier 2022, https://www.nasdaq.com/articles/what-are-the-top-buzzwords-of-2021-and-2022

Travailler à distance passe par de multiples artefacts technologiques, principalement des outils numériques dits collaboratifs et, plus récemment, des *digital workplaces* ou environnements numériques de travail réunissant des fonctionnalités variées à partir d'un même point d'entrée[2]. La digitalisation chaotique et accélérée, engendrée par la crise sanitaire et la massification du télétravail, a permis de prendre conscience de l'importance du lien humain et de la place de la socialisation dans le travail. Comme le soulignent trois chercheuses dans un récent ouvrage sur *Le travail et ses espaces*, « le travail n'est pas qu'un acte productif individuel, mais aussi un acte social[3] ». L'expérience de la crise sanitaire nous aura montré qu'il reste difficile de remplacer la totalité des interactions humaines par des communications numériques.

Il reste difficile de remplacer la totalité des interactions humaines par des communications numériques.

Mais quid si l'on trouvait le chaînon manquant entre présentiel et distanciel, un espace virtuel de travail immersif et interactif, ressemblant à s'y méprendre au monde réel ? Cette promesse, c'est celle du métavers qui a défrayé la chronique depuis les annonces de Facebook, devenu Meta[4] en 2021.

DE QUOI PARLE-T-ON AU JUSTE ?

Il n'existe pas *un* métavers mais *des* métavers. Le terme générique renvoie souvent à la plateforme Horizon de Meta, qui se décline elle-même en divers espaces : Horizon Home, espace domestique et point d'entrée dans le métavers ; Horizon Worlds pour le réseau social ; Horizon Venues dédié au divertissement ou encore Horizon Workrooms pour les espaces de travail. Mais Horizon cohabite avec d'autres plateformes (Decentraland, The Sandbox, Roblox, etc.), en lien avec la vente de terrains virtuels ou le *gaming*. Les métavers résultent d'une concaténation de briques technologiques[5] : réalité virtuelle et augmentée, hardware (casques, lunettes), blockchain, IA, capacité de création graphique 3D, 5G, etc. Leurs marchés et usages restent à stabiliser (création et échange de NFT, cryptomonnaies, marketing et publicité, événementiel, travail à distance, formation, etc.).

« Le » métavers est ainsi composé de différents « mondes » virtuels, hermétiques entre eux et dont les finalités peuvent être très différentes, ce qui rend le concept difficile à saisir. En France, les quarante premières pages du rapport[6] remis en 2022 à la ministre de la Culture et au ministre délégué chargé de la transition numérique sont ainsi consacrées à tenter de définir le concept à partir du témoignage de 80 personnalités des milieux de la tech et de la culture. La définition donnée par le rapport est qu'« un métavers est un service en ligne donnant accès à des simulations d'espaces 3D temps réel, partagées et persistantes, dans lesquelles on peut vivre ensemble des expériences immersives ». De son côté, Mark Zuckerberg, PDG de Meta, définit le métavers comme « un internet incarné, où au lieu de simplement regarder le contenu, vous êtes dedans[7] ». L'ambition est ainsi de nous faire passer d'un Internet des pages à un Internet des espaces qui pourrait redonner de la consistance aux bureaux d'entreprise. Au-delà de conscientiser les espaces, l'enjeu du métavers est surtout de proposer de nouvelles formes d'expériences et de sociabilité plus immersives

2. Voir Canivenc, S., Cahier M-L. (2023). *Numérique collaboratif et organisation du travail*, Les Notes de La Fabrique, Presses des mines, à paraître le 14 septembre 2023.
3. Dudézert, A., Gibert, F., Laval, F. (2023). « De la "transformation digitale" au "new normal" : une reconfiguration des modes de travail ». *In* Bouchez J.-P., *Le travail et ses espaces* : *le pari du bien-être et de la performance*, DeBoeck Supérieur, p. 275-281.
4. En octobre 2021, la maison-mère de Facebook s'est renommée Meta Platforms Inc. pour afficher la nouvelle orientation stratégique du groupe.
5. Lamri Jérémy (2022), « Les 15 principes qui feront du Métavers une réalité », *Tomorrow Theory*, 14 avril 2022. https://tomorrowtheory.com/les-15-principes-qui-feront-du-metavers-une-realite/
6. Basdevant, A., Fançois, C., Ronfard, R. (2022). *Mission exploratoire sur les métavers* https://www.economie.gouv.fr/files/files/2022/Rapport-interministeriel-metavers.pdf?v=1666681553
7. « You can think about the metaverse as an embodied internet, where instead of just viewing content — you are in it » Cité *in* Newton, C. (2021). « Mark in the metaverse? » *The Verge*, 22 juillet 2021, https://www.theverge.com/22588022/mark-zuckerberg-facebook-ceo-metaverse-interview

que celles proposées par les solutions habituelles en 2D[8].

UN « GAMECHANGER » POUR LE TRAVAIL À DISTANCE ?

Pour produire cet effet d'immersion, Meta propose d'entrer dans son métavers grâce à un casque de réalité virtuelle qui n'est cependant pas indispensable pour y accéder : l'Oculus Quest, dont la troisième version sortira fin 2023. La version professionnelle (Quest Pro), sortie fin 2022, offre de combiner réalité virtuelle (immersion totale dans un monde virtuel) et réalité augmentée (superposition d'éléments en 3D dans l'environnement physique existant). Les manettes qui l'accompagnent permettent également de scanner un environnement physique afin de le transposer dans une salle virtuelle. Une nouvelle fonctionnalité en cours de développement, les « magic rooms », est précisément pensée pour des groupes de travail en situation hybride : certains à distance, d'autres réunis dans la même pièce, tous pouvant percevoir en réalité virtuelle ou augmentée des informations ou des projets 3D (voir figure 1). Lors de la présentation de ce nouveau casque à usage professionnel, Meta a également annoncé un partenariat avec Microsoft : les applications d'Office 365 seront bientôt utilisables via Quest Pro et la suite collaborative Teams sera intégrée dans Horizon Workrooms. Il sera possible, dès lors, de rejoindre une réunion Teams depuis Workrooms, mais aussi d'utiliser des avatars Meta dans les réunions immersives de Teams. Un partenariat similaire a été passé avec Zoom.

Au centre de cette immersion, on trouve le concept d'avatar (voir encadré, p. 4). C'est un élément clé de l'expérience de réalité virtuelle selon les sciences cognitives qui font reposer le sentiment de « présence virtuelle » sur trois piliers : 1) la ressemblance de l'avatar, 2) le réalisme de l'environnement, 3) l'impression de la présence des autres[9]. Plusieurs sociétés proposent ainsi des applications permettant à partir d'un simple selfie, de créer, un avatar 3D photoréaliste[10].

FIGURE 1 – LA « MAGIC ROOM » HYBRIDE DE META

© Meta*.
* Capture d'écran à partir de Grumiaux, M. (2022). « Meta Quest Pro : école, travail… demain, tous dans le métavers ? ». *Clubic*, 12 octobre 2022. https://www.clubic.com/casque-vr/actualite-441576-meta-quest-pro-ecole-travail-demain-tous-dans-le-metavers.html

8. « You feel present with other people as if you were in other places, having different experiences that you couldn't necessarily do on a 2D app or webpage ». *Ibid*.
9. Merville, C. (2022). « Métavers : ce qu'en disent les sciences cognitives ». *Polytechnique Insights*, 6 juillet 2022. https://www.polytechnique-insights.com/dossiers/digital/metavers-lespoir-les-promesses-et-les-inconnus/metavers-ce-quen-disent-les-sciences-cognitives/ Clément Merville est président de Manzalab, société spécialisée dans la communication et la formation immersive..
10. *Ibid.*

LES EFFETS D'UN AVATAR

Un avatar n'est pas une simple représentation, il permet une corrélation visuomotrice entre les actions et les effets de ces actions dans l'environnement[11].
Pour un utilisateur, l'avatar produit un sentiment de présence dans un environnement donné et un sentiment d'incarnation (posséder le corps qui expérimente l'environnement virtuel).
Mais l'avatar n'est pas qu'un objet individuel, c'est aussi un objet social. La présence d'un autre avatar lors d'une interaction a pour objectif de susciter l'expérience d'être avec une autre personne (coprésence).
En favorisant le sentiment de présence et de co-présence, on peut ainsi améliorer les interactions et notamment la collaboration entre les utilisateurs et l'efficience des actions conjointes.
Pour Marc Gonzalez Franco, chercheur principal chez Microsoft Research, « les avatars et le métavers nous rapprochent un peu plus du fait que les gens se sentent ensemble même lorsqu'ils sont physiquement séparés[12] ».

Les métavers à vocation professionnelle répondraient ainsi à de multiples enjeux liés au travail à distance, à commencer par les fameuses visioconférences qui se sont démocratisées depuis la crise sanitaire avec leurs nombreuses limites[13].

Déportées dans un espace virtuel immersif en 3D, les réunions à distance pourraient « s'approcher un peu plus de l'expérience ressentie en présentiel »[14] en donnant « un sentiment de présence bien plus fort que les appels vidéo traditionnels »[15].

Déportées dans un espace virtuel immersif en 3D, les réunions à distance pourraient « s'approcher un peu plus de l'expérience ressentie en présentiel ».

Mais les promesses vont encore au-delà. Elles évoquent la restauration d'un sentiment d'appartenance plus fort et d'une sociabilité informelle rendue enfin possible à distance[16]. Ces nouveaux espaces de travail virtualisés représenteraient ainsi une « excellente nouvelle pour les télétravailleurs » en leur permettant de « rompre l'isolement[17] » souvent induit par le télétravail. En sens inverse, les réalités virtuelles immersives pourraient également permettre aux salariés sur site de s'extraire des perturbations et distractions induites par les *open spaces* afin de mieux se concentrer[18]. La réalité virtuelle leur permettrait en outre de pouvoir personnaliser leur espace de travail, à une époque où les pratiques de *flex office* se généralisent, souvent au détriment de la satisfaction et du bien-être des salariés pour lesquels la « territorialité » de l'espace de travail occupe une place importante mais négligée[19].

11. Cet encadré est une contraction sommaire de l'article de Spatola, N., « Le futur du travail dans le métavers : que nous apprend Jamespot Land ? », *Artimon*, 18 juillet 2022. https://artimon.fr/perspectives/le-futur-du-travail-dans-le-metavers-que-nous-apprend-jamespot-land/
12. Cité *in* Microsoft (2022). Great Expectations: Making Hybrid Work Work. Work Trend Index Annual. https://www.microsoft.com/en-us/worklab/work-trend-index/great-expectations-making-hybrid-work-work. Rapport basé sur une enquête conduite par une entreprise de recherche indépendante (Edelman Data x Intelligence) auprès de 31 102 employés et indépendants dans 31 pays (dont la France) du 7 janvier 2022 au 16 février 2022.
13. Bailenson J., « Nonverbal Overload : A Theoretical Argument for the Causes of Zoom Fatigue », *Technological, Mind and Behavior*, vol. 2, n°1, 23 février 2021. Guillaud H., « Coincés dans Zoom : de la vidéo-conférence en ses limites », *Internet Actu*, 20 novembre 2020 ; « Coincés dans Zoom : que nous apporte zoom ? », *Internet Actu*, 27 novembre 2020 ; « Coincés dans Zoom : miroir des cultures managériales », *Internet Actu*, 8 décembre 2020.
14. Verge, P. (2021). « À quoi pourrait ressembler le "metaverse", la nouvelle lubie de Mark Zuckerberg ? ». *Les Echos*, 13 juillet 2021. https://www.lesechos.fr/tech-medias/hightech/a-quoi-pourrait-ressembler-le-metaverse-la-nouvelle-lubie-de-mark-zuckerberg-1336138
15. Mark Zuckerberg, Cité *in* https://leclaireur.fnac.com/article/179098-sommes-nous-prets-a-travailler-dans-le-metaverse/
16. Merville, C. (2022), *op. cit.*
17. Garnier, A. (2022). « L'avenir du télétravail est dans le métavers ». *Le Point*, 30 septembre 2022. https://www.lepoint.fr/debats/l-avenir-du-teletravail-est-dans-le-metavers-30-09-2022-2491914_2.php. Alain Garnier est le président fondateur de Jamespot spécialisé dans les réseaux sociaux d'entreprise.
18. Diallo, K. (2022). « Sommes-nous prêts à travailler dans le métavers ? ». *L'Éclaireur*, 22 octobre 2022. https://leclaireur.fnac.com/article/179098-sommes-nous-prets-a-travailler-dans-le-metaverse/
19. Pour un point sur l'histoire des espaces de travail physiques, leur développement les plus récents et leurs effets : voir Bouchez, J.-P. (2023). *Le travail et ses espaces, le pari du bien-être et de la performance*. De Boeck.

Pour les entreprises, les promesses du métavers vantent des collaborations plus fluides et de nouvelles possibilités de cocréation au service d'une meilleure efficacité et performance[20]. Shadow Factory – un studio de création s'intéressant au Web3, à la réalité augmentée, à la réalité virtuelle et aux jeux – a, par exemple, récemment adopté une politique de travail à partir du métavers : « en collaborant plus efficacement avec notre équipe mondiale dans le métavers et en encourageant l'innovation dans notre entreprise, nous pensons que cette initiative débloquera de nouveaux niveaux de créativité et de productivité », explique son directeur général Roger DeLeon[21].

LES USAGES DES MÉTAVERS

Mais en dépit d'un buzz mondial colossal, le nombre d'utilisateurs des métavers est encore difficile à chiffrer, et les usages professionnels des espaces virtuels immersifs quasi inexistants.

Une étude internationale de Microsoft datant de 2022[22] se veut encourageante : 52 % des travailleurs interrogés se disent prêts à se rendre dans des espaces numériques immersifs pour des réunions ou des activités d'équipe contre 16 % qui ne l'envisagent pas et 13 % qui avouent ne pas connaître le terme. Une enquête américaine, toujours de 2022, souligne un intérêt plus marqué du côté des employeurs que des employés : 77 % d'entre eux ont exprimé un intérêt contre seulement 57 % des collaborateurs[23].

Une enquête Ipsos[24] pour la France fournit des résultats plus mitigés : en 2022, 40 % des Français interrogés avaient entendu parler du métavers contre 25 % en 2021, mais seuls 20 % (une majorité d'hommes) savaient exactement de quoi il retournait et 16,7 % y étaient déjà allés concrètement. Selon une autre étude Iligo[25], 56 % des Français auraient déjà entendu parler du concept mais seuls 7 % en auraient fait l'expérience. Ces données témoignent du caractère plus médiatique que réel du phénomène.

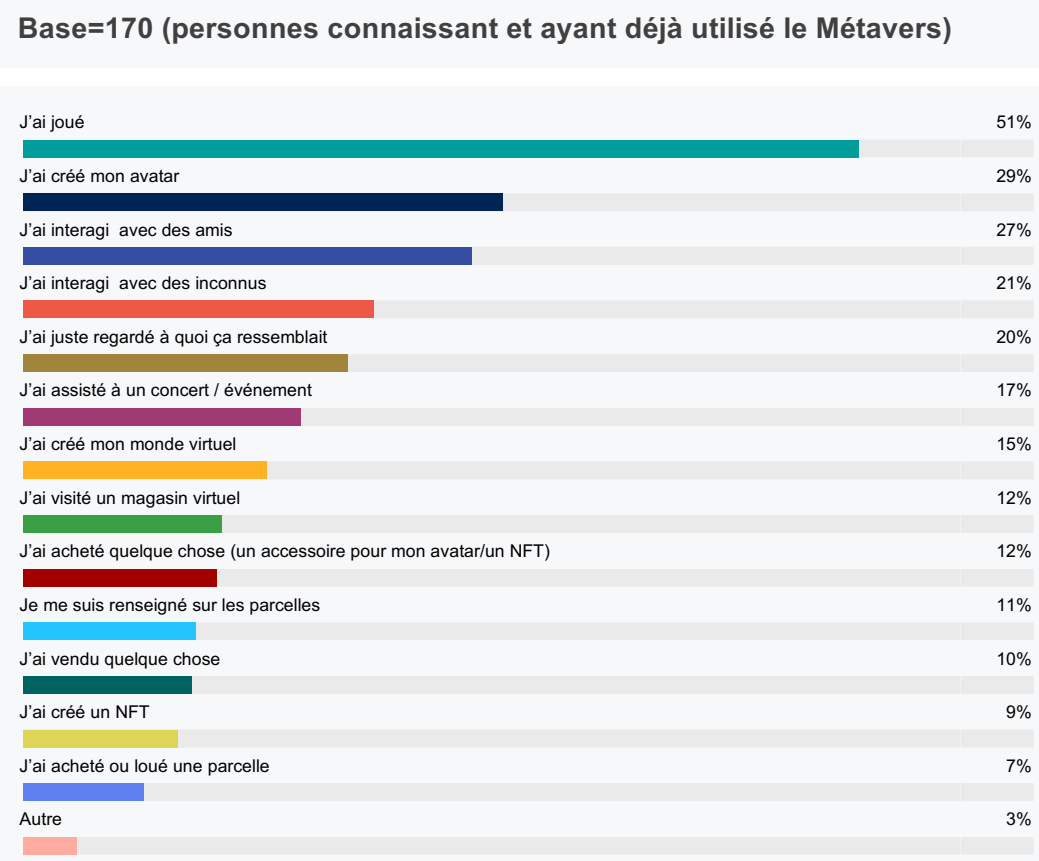
Les usages indiquent surtout un « ancrage qui reste fort dans le monde du jeu vidéo et des réseaux sociaux », pour l'heure éloignés du quotidien du travail. Cet item n'apparaît pas du tout dans le panel de réponses récoltées par Ipsos, où les usages font référence au divertissement ou au commerce (voir figure 2, p. 6) – résultats confirmés par une autre étude de GetApp[26].

En 2022, 40 % des Français interrogés avaient entendu parler « du métavers » mais seuls 16,7 % y étaient déjà allés concrètement.

Les sentiments que suscite cette nouvelle technologie sont très polarisés selon l'enquête Ipsos : entre fascination (pour 34 %) et amusement (31 %), d'un côté ; sentiment d'être dépassés (32 %) et inquiétudes (31 %), de l'autre. Mais ils sont également 34 % à y être indifférents, un chiffre qui grimpe à plus de 60 % dans l'enquête Iligo. Les perceptions peuvent aussi varier d'une génération à l'autre, les plus jeunes se montrant les plus enthousiastes et les Boomers les plus indifférents (voir figure 3, p. 6).

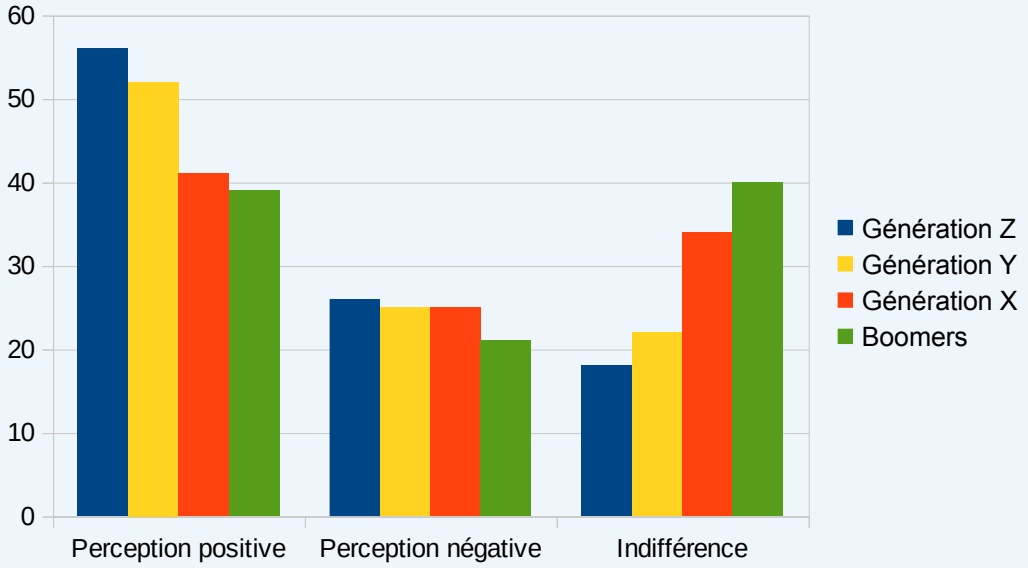
20. Mark Zuckerberg, Cité *in* Diallo K. (2022), *op. cit.*
21. Cité *in* Linville, P. (2023). « A quoi ressemble le travail à partir du métavers ? ». *Tech Tribune*, 20 avril 2023. https://fr.techtribune.net/web3/a-quoi-ressemble-le-travail-a-partir-du-metaverse/664711/
22. Microsoft (2022). Work Trend Index Annual Report, *op. cit.*
23. https://www.expressvpn.com/fr/blog/une-etude-revele-des-craintes-de-surveillance-dans-le-cadre-du-travail-dans-le-metavers/ 26 juillet 2022. Enquête menée par ExpressVPN en 2022 auprès de 1500 employés et 1500 employeurs américains.
24. Ipsos (2022). *Les Français et le métavers*. https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2022-03/Ipsos%20-%20Les%20Francais%20et%20le%20Me%CC%81tavers_0.pdf
25. Iligo (2022). *Métavers et mondes virtuels : perception et intérêts des Français. 13ème baromètre des usages multi-écrans*. Avril 2022. https://www.iligo.fr/wp-content/uploads/2022/04/220415-CP-iligo-BUM-13eme-edition-Les-Francais-le-Metavers-et-autres-mondes-virtuels.pdf Enquête réalisée auprès de 1000 Français du 28 février au 13 mars 2022.
26. GetApp (2023). « 48% des Français partagent une perception positive du métavers » https://www.getapp.fr/blog/3274/metaverse-avis-des-francais. Enquête réalisée entre octobre et novembre 2022 auprès de 1 010 français âgés de 18 à 76 ans.

FIGURE 2 – LES USAGES DES MÉTAVERS



Source : Ipsos (2022).

FIGURE 3 – LA PERCEPTION DES FRANÇAIS FACE AUX MÉTAVERS SELON LES GÉNÉRATIONS



Source : Graphique réalisé par l'auteure sur la base des données de GetApp (2023).

DE MULTIPLES BARRIÈRES

Les retours d'expérience des quelques utilisateurs sont essentiels pour comprendre les multiples barrières auxquelles se heurtent le développement des métavers, notamment celui de Meta.

TECHNIQUES ET FINANCIÈRES

Parmi les non-utilisateurs des métavers interrogés par GetApp[27], un quart ignore tout bonnement comment y entrer ou considère n'avoir pas les moyens de s'offrir les équipements requis, notamment les fameux casques de réalité virtuelle. Il faut compter près de 500 € pour acquérir l'Oculus Quest 2[28] et 1500 € pour le Quest Pro (actuellement soldé à 1200 €)[29]. Le prix du casque proposé par Microsoft, Hololens, grimpe quant à lui à plus de 3000 €[30]. Apple a dévoilé en juin 2023 son nouveau casque baptisé Vision Pro qui devrait être commercialisé courant 2024 au prix de 3500 dollars. Selon la marque à la pomme, la demande devrait surtout provenir des entreprises voulant donner naissance au « bureau du futur »[31].

ERGONOMIQUES

Ce même casque fait en outre l'objet de critiques sur le plan ergonomique. Ses impacts physiques mais aussi psychiques ont été étudiés par un groupe de recherche auprès d'un panel de 18 participants qui ont alterné une semaine de travail en réalité virtuelle (avec port du casque Oculus Quest 2) et une semaine en conditions physiques normales[32]. Les résultats sont assez édifiants. Deux participants à l'expérience ont abandonné dès le premier jour : l'un au bout de 4 heures à cause d'une migraine qu'il attribuait au poids du casque ; l'autre au bout de seulement 2 heures, lui aussi ayant pointé le poids du casque mais également l'anxiété, la nausée et la désorientation ressenties dans cet environnement inhabituel de travail. Une étude de l'ANSES[33] avait déjà signalé un an plus tôt ces effets néfastes, regroupés sous le terme de « cybercinétose » (aussi appelée cybermalaise, mal du virtuel ou mal du simulateur).

Les seize autres participants qui sont allés au bout de l'expérience, ont déclaré une augmentation de la charge de travail ressentie (d'environ 35 %), de la frustration (+ 42 %), des affects négatifs (+11 %), de l'anxiété (+19 %) et des troubles oculaires (+48 %) et, parallèlement, une baisse en termes de productivité ressentie (-16 %) et de bien-être (-20 %).

Neuf participants ont cependant apprécié l'isolement et la concentration que la réalité virtuelle pouvait leur offrir par rapport aux distraction ambiantes, un effet bénéfique qui avait déjà été montré par des recherches antérieures[34]. Cet isolement peut cependant avoir des revers comme l'ont souligné trois d'entre eux, un peu effrayés de ne pouvoir percevoir les autres personnes présentes dans leur environnement physique.

Mais au-delà du casque, la plateforme Horizon a fait l'objet de nombreuses critiques en termes d'expérience utilisateur[35], même au sein de Meta. Une note interne du vice-président en charge du métavers, Vishal Shah, datée de septembre 2021, indique que « les retours des créateurs, utilisateurs, testeurs et de beaucoup de membres de notre équipe dénoncent le poids des petites choses frustrantes, des problèmes de stabilité et des bugs, qui rendent impossible d'expérimenter la magie d'Horizon Worlds »[36]. Quant à Horizon Workrooms, le *New York Times*[37] a révélé que

27. GetApp (2023), *op. cit.*
28. https://www.meta.com/fr/quest/products/quest-2/ Consulté le 17 mai 2023
29. https://www.meta.com/fr/quest/quest-pro/ Consulté le 17 mai 2023
30. https://www.microsoft.com/fr-fr/hololens/buy Consulté le 17 mai 2023
31. Balenieri, R. (2023). "Casque Vision Pro d'Apple : pourquoi la demande viendra surtout des entreprises". les Echos, 6 juin 2023. https://www.lesechos.fr/tech-medias/hightech/casque-vision-pro-dapple-pourquoi-la-demande-viendra-surtout-des-entreprises-1949566
32. Biener, V., Kalamkar, S., Nouri, N., Ofek, E., Pahud, M., Dudley, J., Hu, J., P, Kristensson, P. O., Weerasinghe, M., Pucihar, K. C., Kljun, M., Streuber, S., Grubert, J. (2022). « Quantifying the Effects of Working in VR for One Week », 8 juin 2022. https://arxiv.org/pdf/2206.03189.pdf
33. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. ANSES (2021). *Expositions aux technologies de réalité virtuelle et/ou augmentée*. Juin 2021. https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2017SA0076Ra.pdf
34. Ruvimova, A., Kim, J., Fritz, T., Hancock, M., Shepherd, D.C. (2020). « "Ttransport me away": Fostering flow in open offices through virtual reality ». *2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1-14.
35. Ipsos (2022), *op. cit.*
36. Pontiroli, T. (2022). « Meta: "Entrez là-dedans" implore le parton du métavers à ses équipes ». *Les Echos*, 7 octobre 2021. https://www.nytimes.com/2022/10/09/technology/meta-zuckerberg-metaverse.html
37. Mac, R., Frenkel, S., Roose, K. (2022). "Skepticism, Confusion, Frustration: Inside Mark Zuckerberg's Metaverse Struggles". The New York Times, 6 octobre 2022. https://www.nytimes.com/2022/10/09/technology/meta-zuckerberg-metaverse.html

certains employés (dont le directeur technique de Meta) avaient été contraints lors d'une réunion dans l'espace virtuel de basculer sur Zoom à cause de problèmes techniques. D'après un sondage réalisé en mai 2022 auprès de 1 000 employés de Meta, 58 % ne comprennent pas la stratégie métavers de leur entreprise[38] « et ont affublé ces projets du nom de code MMH, pour "Make Mark Happy" »[39] (rendre Mark [Zuckerberg] heureux).

GRAPHIQUES

Au-delà des bugs techniques, le graphisme proposé par Meta a également été la cible de railleries face à la promesse d'un environnement virtuel quasiment aussi immersif que la réalité physique. La déception a été grande lorsque Mark Zuckerberg a révélé son avatar. Il a été jugé archaïque et guère plus élaboré que celui proposé il y a vingt ans par Sims ou Second Life (voir figure 4)

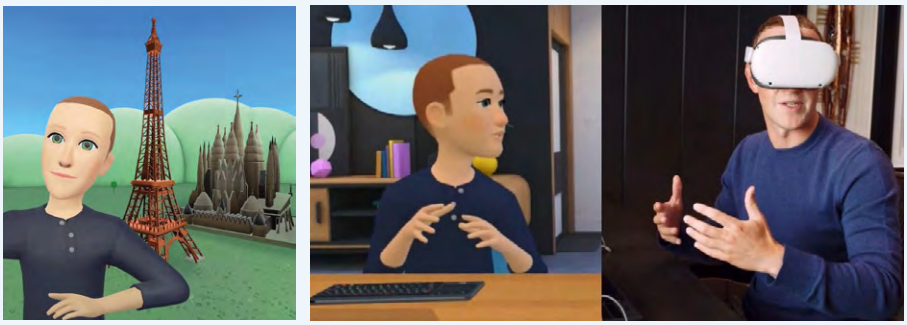
Même si le graphisme s'est amélioré depuis lors, ces écueils expliquent certainement pourquoi 61 % des 8 % d'utilisateurs des métavers interrogés par GetApp n'y sont allés qu'une seule fois. Passé l'effet de curiosité, c'est un sentiment de déception qui domine. Près d'un tiers des non-utilisateurs interrogés par Ipsos « préféreraient que le concept soit totalement abouti avant de l'utiliser ».

ÉTHIQUES

D'autres barrières de nature éthique freinent l'adoption de cette nouvelle technologie. Les répondants de l'enquête GetApp ont ainsi souligné le risque d'une dépendance au monde virtuel (50 %) qui pourrait entraîner une addiction accrue à la technologie (40 %). Certains craignent pour leur santé mentale (36 %), mais beaucoup pointent aussi des risques en termes de protection des données (34 %). L'enquête américaine Express VPN déjà citée indique que 63 % des collaborateurs interrogés sont préoccupés par le fait que leur employeur collecte leurs données dans le métavers, et plus de la moitié exprime de l'inquiétude concernant la surveillance par leur employeur.

N'oublions pas que Meta reste Facebook dont la réputation en matière de protection des données a été plus qu'écornée par le scandale Cambridge Analytica et l'utilisation illégale de données de millions d'utilisateurs de Facebook dans le cadre de la campagne présidentielle de Donald Trump puis du référendum sur le Brexit, sans parler des condamnations européennes pour violation du RGPD[40]. Pour accéder à l'application Horizon Workrooms comme aux autres, il est nécessaire de posséder un compte Facebook[41]. Quels nouveaux types de données seront ainsi collectées par les opérateurs des métavers ?

FIGURE 4 – GRAPHISME DES AVATARS DE MARK ZUCKERBERG



De gauche à droite. L'avatar de Mark Zuckerberg dans Horizon Worlds* dans une publication sur le réseau social Facebook datée du 16 août 2022. Capture d'écran. L'avatar de Mark Zuckerberg dans Horizon Workrooms, août 2021**.

* *Ouest France* (2022). « Mark Zuckerberg répond aux critiques sur son avatar dans le métavers et promet des mises à jour », 23 août 2022. https://www.ouest-france.fr/high-tech/facebook/mark-zuckerberg-repond-aux-critiques-sur-son-avatar-dans-le-metavers-et-promet-des-mises-a-jour-b60b9d00-22a8-11ed-8661-a88a5b97efaf

** Thérèse, B. (2021). « Horizon Workrooms, le bureau virtuel imaginé par Facebook ». *France Bleue*, 30 août 2021. https://www.francebleu.fr/emissions/connecte/mayenne/horizon-workrooms-le-bureau-virtuel-imagine-par-facebook

38. Diallo, K. (2022), *op. cit.*
39. *Courrier International* (2022). « Meta dégaine un casque de réalité virtuelle à 1 500 dollars pour cacher la misère de son métavers », 12 octobre 2022. https://www.courrierinternational.com/article/hybride-meta-degaine-un-casque-de-realite-virtuelle-a-1-500-dollars-pour-cacher-la-misere-de-son-metavers
40. En mai 2023, Meta a été condamné pour avoir continué de transférer des données personnelles d'utilisateurs vers les États-Unis en violation des règles européennes. Il s'agit de la 4e amende infligée à Meta dans l'Union européenne depuis le début de l'année.
41. Témoignage de Mehdi Dziri, directeur général d'Ubiq, *in* « Oui, travailler depuis le métavers c'est possible ! », Tribune, *Les Echos Start*, 7 avril 2022.

Certains, comme le chercheur Jeremy Bailenson[42], craignent l'émergence de nouvelles dérives dystopiques où l'enregistrement et l'analyse des comportements non verbaux[43] pourraient permettre de déterminer les comportements futurs « qu'il s'agisse de ce que les gens achètent, s'ils sont malades, avec qui ils veulent sortir ou même s'ils risquent de commettre un crime ».

Aux États-Unis, l'enquête Express VPN indique ainsi que 61 % des collaborateurs font confiance à Microsoft pour leurs préoccupations concernant le lieu de travail dans le métavers contre seulement 36 % à Meta.

ENVIRONNEMENTALES

Outre les problèmes de cybersécurité et d'usurpation d'identités que les métavers ne manqueront pas de poser, ceux-ci peuvent aussi apparaître comme une « aberration[44] » écologique à l'heure de la crise climatique. Selon *Reporterre*, les mondes virtuels auront un impact écologique bien réel[45]. « Tout nous porte à croire que ce sera un gouffre énergétique », indique Fabrice Flipo, philosophe des sciences et techniques et enseignant chercheur à l'Institut Mines-Télécom[46]. Ces nouvelles consommations électriques générées par le numérique se cumuleraient, entre autres, avec celles entraînées par le streaming vidéo, le minage de Bitcoin ou l'entraînement des intelligences artificielles, activités hautement énergivores amputant notre capacité à tenir les objectifs de réduction d'émissions de CO_2. Du côté des défenseurs de ces technologies, certains avancent au contraire que les métavers permettront de nombreuses économies de déplacements, notamment en avion.

Outre les consommations énergétiques engendrées par les usages, l'impact environnemental des métavers découlera aussi de la construction des équipements qui leur permettent d'exister. Comme le souligne Frédéric Bordage, fondateur de GreenIT, « en France, la consommation électrique du numérique, ce n'est que 20 % de l'impact. L'essentiel du problème réside dans le coût en ressources de la fabrication de nos équipements[47]». Par exemple, la fabrication d'un casque de réalité virtuelle consomme 200 kilogrammes de matières premières, dont des ressources minérales en tension, 80 000 litres d'eau et produit environ 50 kilos équivalents CO_2[48]. Pour équiper 30 millions d'actifs français, il faudrait multiplier d'autant ces chiffres astronomiques[49]. Il est donc permis de s'interroger sur l'intérêt d'une innovation ayant une empreinte environnementale aussi lourde et qui ne résout aucun des grands défis planétaires.

DES SOLUTIONS ALTERNATIVES

Il existe cependant d'autres solutions en matière d'espaces de travail virtuels. Délaissant l'idée d'immersion totale dans un environnement numérique virtuel 3D, elles s'appuient sur d'autres ressorts pour rendre l'expérience de proximité à distance plus efficace, sans pour autant éviter tous les écueils évoqués précédemment. Certaines ont vocation à augmenter l'effet de réalisme et de coprésence lorsque l'on se parle à distance comme dans une visio. D'autres sont des solutions ludiques et simples pour socialiser entre personnes distantes et proposer un succédané de rencontres aléatoires…

42. Bailenson, J. (2018) « Protecting Nonverbal Data Tracked in Virtual Reality », *JAMA Pediatrics*, 6 août 2018 [en ligne] https://stanfordvr.com/pubs/2018/protecting-nonverbal-data-tracked-in-virtual-reality/
43. En 2018, date à laquelle Jeremy Baileson publie son article, les systèmes commerciaux de réalité virtuelle suivaient généralement les mouvements du corps 90 fois par seconde pour afficher la scène de manière appropriée, et les systèmes haut de gamme enregistraient 18 types de mouvements à travers la tête et les mains. Par conséquent, passer 20 minutes dans une simulation de réalité virtuelle laissaient quelques 2 millions d'enregistrements de langage corporel.
44. Spritz, S. (2022). « Jérémy Lamri : "Le métavers est une aberration mais c'est inévitable" ». *L'Opinion*, 6 novembre 2022. https://www.lopinion.fr/economie/jeremy-lamri-le-metavers-est-une-aberration-mais-cest-inevitable
45. Dubesset, E. (2022), « Les métavers : mondes virtuels, pollution réelle, *Reporterre*, 15 mars 2022. https://reporterre.net/Les-metavers-mondes-virtuels-pollution-reelle
46. Cité *in Reporterre*, *op. cit.*
47. Cité *in Reporterre*, *op. cit.*
48. Cité *in* Diego, C. (2022). « Métavers : une innovation tech dont la planète se serait bien passée ! ». *Carenews INFO*, mardi 24 mai 2022. https://www.carenews.com/carenews-info/news/metavers-une-innovation-tech-dont-la-planete-se-serait-bien-passee
49. Lamri, Jérémy (2022). « Pourquoi le métavers ne devrait pas exister : Partie 1 Environnement », *Tommorrw theory*, 26 mai 2022. https://tomorrowtheory.com/pourquoi-le-metavers-ne-devrait-pas-exister-partie-1-environnement/

DES SOLUTIONS DE VISIO PLUS RÉALISTES

La solution en développement chez Google, la cabine Starline, atteint ainsi un niveau de réalisme bluffant, en donnant l'impression que votre interlocuteur se trouve réellement en face de vous, de l'autre côté d'une vitre. Pour parvenir à offrir ce degré de réalisme, la cabine Starline est équipée de plus d'une douzaine de capteurs de profondeurs et de caméras. Ceux qui ont pu la tester dans les bureaux de Mountain View témoignent ainsi de réactions émotionnelles très fortes lorsque l'interlocuteur apparaît en 3D devant leurs yeux : à l'étonnement suivent rapidement des éclats de rires, voire de larmes (voir figure 5).

Sans que Google n'ait encore communiqué sur le prix d'un tel dispositif, on se doute cependant que celui-ci risque d'être élevé[50]. Un autre dispositif concurrent, développé par le suisse Logitech et dénommé Project Ghost[51], semble parvenir à un résultat similaire mais en s'appuyant sur des technologies moins sophistiquées. Il coûte tout de même 20 000 $.

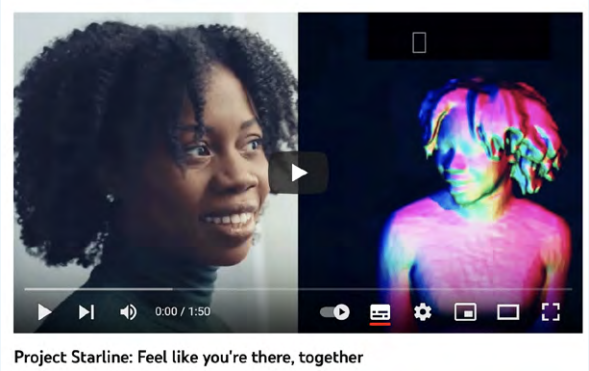
Face à ces deux projets, un dispositif français en 2D tel que « La Vitre » (à louer à partir de 100 € par mois) peut tenir la route, en proposant de projeter une simple vidéo de son interlocuteur sur une surface vitrée en taille réelle (voir figure 6).

DES SOLUTIONS QUI ASSUMENT LEUR DESIGN « GAMING »

À l'autre bout du spectre, d'autres solutions sont proposées en 2D, comme Gather Town ou le français WorkAdventure. Contrairement aux solutions précédentes, elles assument totalement leur côté « gaming », voire « retrograming » (voir figure 7, p. 11).

Le choix d'un graphisme parfois hyper-pixélisé nous fait remonter au bon vieux temps de Mario Bros. C'est un positionnement osé au vu des réactions suscitées par les avatars de Meta. Il n'est cependant pas anodin : le jeu vidéo a en effet toujours représenté un cheval de Troie pour les innovations technologiques grand public et s'inspirer de son graphisme pourrait favoriser l'acceptabilité des espaces virtuels auprès des usagers[52]. Des acteurs suscitant des attentes moindres que Meta pourraient ainsi tirer parti

FIGURE 5 – LA CABINE « STARLINE », EN DÉVELOPPEMENT CHEZ GOOGLE



Project Starline: Feel like you're there, together

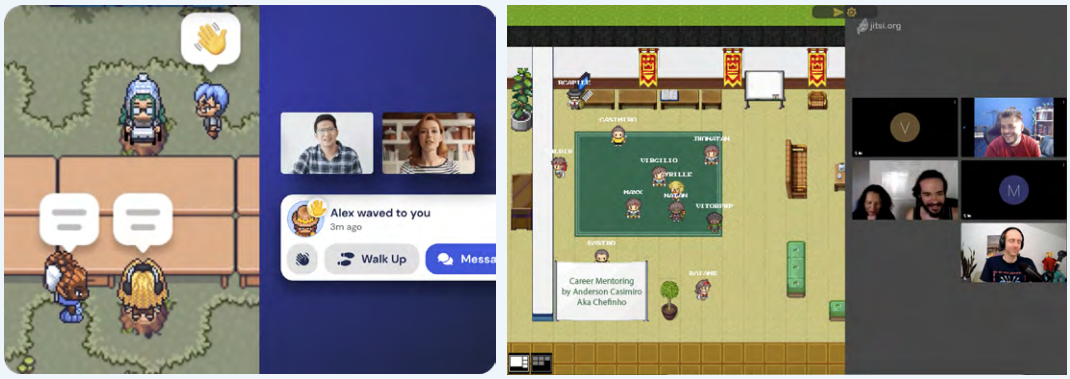
https://youtu.be/Q13CishCKXY

FIGURE 6 – LE DISPOSITIF FRANÇAIS « LA VITRE »

Source : https://lavitre.fr/

50. Rosso, S. (2021). « Google veut révolutionner la visioconférence avec le projet Starline ». *Le Siècle Digital*, 19 mai 2021. https://siecledigital.fr/2021/05/19/google-visioconference-starline/
51. Wan, J (2023). « Project Ghost de Logitech : la visio en 3D la plus bluffante que j'ai essayée ». *ZDNET*, 2 mai 2023, https://www.zdnet.fr/actualites/projet-ghost-de-logitech-la-visio-en-3d-la-plus-bluffante-que-j-ai-essaye-39958208.htm
52. Granier de Cassagnac, R. (2023). « Si le métavers était une réalité, il serait déjà là ! ». *Polytechnique Insights*, 6 février 2023. https://www.polytechnique-insights.com/tribunes/digital/si-le-metavers-etait-une-vraie-revolution-il-serait-deja-la/?utm_source=Polytechnique+Insights+%28fran%C3%A7ais%29&utm_campaign=f87f4268c0-EMAIL_CAMPAIGN_2023_02_07_09_48&utm_medium=email&utm_term=0_-f87f4268c0-%5BLIST_EMAIL_ID%5D

FIGURE 7 – LES ESPACES DE TRAVAIL VIRTUELS EN 2D



Gauche : Gather Town*.
Droite : WorkAdventure**.

* Source : https://www.gather.town/
** Source : WorkAdventure. Capture d'écran twitter, 13 décembre 2020.

de telles approches. Ce positionnement présente en outre l'intérêt de proposer une solution technique beaucoup plus simple d'accès, largement moins coûteuse et énergivore.

Le jeu vidéo a toujours représenté un cheval de Troie pour les innovations technologiques grand public et s'inspirer de son graphisme pourrait favoriser l'acceptabilité des espaces virtuels auprès des usagers.

L'idée consiste à utiliser les flèches directionnelles de son clavier pour faire déambuler son avatar dans des espaces de travail virtuels (bureaux individuels, salles de réunion, salle de pause, machine à café, terrasse, etc.), souvent représentés en vue aérienne. Il peut exister une fonction « téléportation » qui permet de se rendre instantanément d'un endroit à un autre, mais certains fournisseurs comme Lemverse préfèrent ne pas l'utiliser pour reproduire les conditions réelles du bureau physique où on déambule dans un couloir, favorisant ainsi la sérendipité des rencontres[53]. Dès qu'un avatar s'approche d'un autre, leurs caméras et micros respectifs s'enclenchent : ils peuvent alors échanger instantanément en visioconférence, sans avoir à envoyer d'invitation préalable. Il est possible d'indiquer quand on est indisponible mais aussi de se rendre dans des espaces collectifs pour signifier qu'on est ouvert à converser. Il est également possible d'échanger à l'écrit via un tchat, de partager des documents ou encore d'utiliser un tableau blanc dans les salles de réunion.

Ce type de plateforme est présenté par certains télétravailleurs comme un véritable « game changer ». Tel est le cas de cet ingénieur en *full remote* qui utilise quotidiennement Gather Town et que nous avons pu interroger : « Ça enlève les frontières entre les gens : on peut aller se voir entre collègues et partager très rapidement des infos. Ça ramène de l'interaction et quand tu as un problème, tu ne restes pas bloqué tout seul. En plus, tu bouges beaucoup. Certes, ça ne reflète pas ce qui se passe sur site avec la machine à café mais ça permet d'échanger facilement de l'information et de pouvoir travailler comme si les gens étaient à côté »[54]. Cette solution simple pourrait, selon ses utilisateurs, permettre de contourner l'un des points noirs du travail à distance identifié par un récent rapport de recherche[55] : le manque de retour d'information dont pâtissent les télétravailleurs, notamment les jeunes en début de carrière qui auraient besoin du bureau physique pour soutenir leur faible réseau professionnel.

Un sentiment partagé par le responsable marketing du studio Contournement, dont l'équipe est dispersée sur plusieurs pays. « L'intérêt est de

53. Cité *in* Pontiroli, T. (2022). « J'ai délocalisé mon entreprise dans un métavers en 2D ». *Les Échos*, 6 octobre 2022. https://www.lesechos.fr/idees-debats/leadership-management/jai-delocalise-mon-entreprise-dans-un-metavers-en-2d-1866774
54. Extrait d'un entretien avec l'auteure.
55. Emanuel, N, Harrington, E., Pallais, A. (2023). The power of proximity. 23 mars 2023. https://scholar.harvard.edu/sites/scholar.harvard.edu/files/pallais/files/power_of_proximity_01.pdf

reproduire le sentiment de travailler ensemble », y compris les inconvénients qui vont avec : « parfois, quelqu'un s'approche de moi et me parle, et comme dans la réalité, ça peut me déranger, mais c'est ça la vie de bureau »[56]. Il souligne aussi les attraits de ce type de solution pour la vie d'équipe : « En fin de semaine, on se réunit à la cafétéria et on partage un moment de convivialité ». Aussi simplistes peuvent-elles apparaître, ces solutions en 2D parviennent à apporter « ce petit supplément d'âme que suppose un travail en équipe efficace : la convivialité, la spontanéité, l'informel, le off », explique Bertrand Ribière, responsable de communication de Bouygues Construction, dont la filiale Bouygues Bâtiment International a adopté WorkAdventure pour améliorer les interactions entre ses employés[57].

Contournement a également décidé d'ouvrir progressivement ses bureaux virtuels à des invités extérieurs lors des réunions, permettant de favoriser les rencontres imprévues, comme en témoigne son cofondateur Erwan Kezzar : « C'est vraiment pas mal, car ça m'a par exemple donné l'occasion de croiser plusieurs personnes à qui je n'avais pas parlé depuis longtemps, alors qu'elles étaient là pour un [autre] RDV à l'origine. Exactement de la même manière qu'on se serait croisé·e·s dans un couloir à leur arrivée »[58].

CONCLUSION

Loin des projecteurs médiatiques de la Silicon Valley, les solutions 2D pourraient finalement répondre à moindre coût à certaines problématiques du travail à distance en termes de collaboration et de sociabilité. Souvent, « *less is more* » comme disait l'architecte Mies van der Rohe. D'apparence inoffensives, elles pourraient n'être que la première étape d'un processus d'acculturation à la réalité virtuelle susceptible de nous emmener beaucoup plus loin, pour le meilleur comme pour le pire.

Reste que les métavers comme les autres outils numériques collaboratifs ne sont que des instruments d'interaction, au même titre qu'un smartphone. Ils ne déterminent en rien les processus sociaux d'usage. De nouvelles formes d'interaction peuvent émerger du fait de la disponibilité d'un outil, comme cela a été le cas avec le téléphone, puis l'explosion d'Internet. Symétriquement, l'outil peut n'être utilisé que ponctuellement, et ne jamais faire l'objet d'une appropriation sociale d'envergure. Ou encore être vite remplacé par un autre dispositif, jugé plus simple ou plus efficient. Depuis les années 2010, on sait que ce sont souvent les usages numériques grand public qui s'imposent aux entreprises plutôt que l'inverse : l'essor des espaces immersifs de travail pourrait bien dépendre du succès grand public des métavers… qui tarde à advenir. Mais rien n'est joué : après tout, qui aurait imaginé en 2019 que la visioconférence allait exploser comme elle l'a fait !

Derrière les métavers comme « lieu de travail », c'est la réalité virtuelle et augmentée comme outil de travail et de formation qui présente sans doute le meilleur potentiel d'innovation. La représentation et la manipulation de plans ou d'objets virtuels en 3D offrent déjà de nouvelles possibilités en conception, prototypage, formation, production et maintenance dans certains métiers (ingénieurs et techniciens de conception dans l'industrie, l'architecture, le design, ainsi que pour la formation et le travail des opérateurs de production[59]), que l'on soit sur site ou à distance.

56. Gaétan Alaphilippe cité *in* Pontiroli, T. (2022), *op. cit.*
57. Cité *in* Chanéac, G. (2021), « Machine à café, pots de départ… Des bureaux virtuels pour rendre le télétravail plus convivial », *Le Figaro*, 14 juin 2021.
58. Newsletter de Contournement du 3 mars 2022.
59. Voir Pellerin F., Cahier M-L. (2021) *Le design du travail en action*, Les Notes de La Fabrique, Presses des mines.

LES MÉCÈNES DE LA CHAIRE FIT²

cetim GROUPE RENAULT KÉA La Fabrique de l'industrie laboratoire d'idées MICHELIN orange

CONTACT

CHAIRE FIT²
Futurs de l'Industrie et du Travail :
Formation - Innovation - Territoires
Mines Paris - PSL

60 bd Saint-Michel, 75006 Paris
https://www.chairefit2.org/

Directeur de la publication : Thierry Weil / Edition : Cahier&Co / Création graphique : Laétitia Lafond / Illustration : Hervé Pinel.

CHAIRE FIT² FUTURS DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL MINES PARIS - PSL