

Commentaires sur le rapport ANSES

les effets sanitaires des technologies

de réalité virtuelle et/ou de réalité augmentée

J'ai lu avec grand intérêt le volumineux rapport ANSES sur les effets sanitaires des technologies de réalité virtuelle et/ou de réalité augmentée. Je l'ai trouvé très intéressant sur certaines parties mais j'ai été très étonné de n'avoir en conclusion du rapport aucune recommandation pour les concepteurs d'applications VR/AR. Il est écrit dans le rapport, page 86, «Cependant, s'il y a plusieurs hypothèses pour expliquer la survenue de cybercinétose, aucune ne permet d'établir des stratégies pour empêcher son apparition ». Cette contre-vérité est surprenante, sachant que les constructeurs de visiocasques et les experts donnent des recommandations pour supprimer ou atténuer les incohérences sensorimotrices, donc la cybercinétose. Ces recommandations pour éviter à l'ensemble des usagers la cybercinétose, sont maintenant connues depuis plusieurs dizaines d'années, référencées par des constructeurs de visiocasques, validées sur des publications scientifiques, mais datées avant 2010 (voir référence 1). Il existe encore des (jeunes) entreprises travaillant en VR/AR qui ne les connaissent et ne les appliquent pas. Le rapport aurait dû, à mon avis, parler au minimum du fait que les constructeurs de visiocasques font des recommandations précises pour la conception des applications VR/AR pour éviter la cybercinétose, ce qui aurait été une action pédagogique auprès des concepteurs et de tout chercheur travaillant dans le domaine de la réalité virtuelle / réalité augmentée. J'en ai fait une synthèse dans mes deux derniers livres et aussi dans la « chartre de recommandation des usages de la réalité virtuelle » de VR-Connexion, à laquelle j'ai participé à sa rédaction. Etonnant de ne pas avoir fait des recommandations pour les concepteurs, comme dans le rapport ANSES sur la 3D stéréoscopique du groupe de travail 3Ds, dont j'ai fait partie. Nous avons bien donné comme recommandation aux professionnels exploitant la 3Ds de limitation de la disparité rétinienne en amplitude, en variation et en durée et autres recommandations techniques (voir référence 2). Ces recommandations sur la vision stéréoscopiques sont évidemment aussi valables pour toutes applications VR/AR. Si on supprime les incohérences s-m, les usagers n'auront évidemment pas de cinétose en lien avec ces incohérences et si on atténue à certains seuils les incohérences s-m, la grande majorité des usagers n'aura pas de cinétose.

Par rapport à la remarque sur l'apparition de la cybercinétose, citée précédemment, ce que l'on ne sait pas encore déterminer clairement est la réaction individuelle différente de chaque individu, certains ayant une sensibilité très forte, par rapport à d'autres, aux incohérences s-m et aux applications de réalité virtuelle. A ce propos, le comité éthique de VR-Connexion a pour objectif de faire des tests simples et rapides, pour tester l'adaptation individuelle de chaque usager, tests que j'ai proposé et qui restent évidemment à valider, ce qui n'est pas évident. Cet objectif s'adresse en premier lieu aux entreprises qui vont exploiter la formation par la réalité

virtuelle de leur personnel, permettant, si ces tests simples fonctionnent, d'écarter certains employés des formations inadaptées pour eux. Ce projet correspond partiellement à la recommandation recherche de l'ANSES : *« étudier la possibilité de mettre en œuvre des tests afin de mesurer avant l'exposition l'organisation posturale et les oscillations spontanées du corps, dans le but de prédire si une personne sera sujette ou non à la cybercinétose »*, si ce n'est que les tests que je propose ne reposent que sur des stimuli sensorimoteurs appliqués dans les expériences de réalité virtuelle, donc avec du matériel standard, sans analyse précise sur le comportement sensori-moteur de l'individu : des tests très courts en temps, si cela est possible, dans le but d'être acceptés par les entreprises (voir référence 3).

Quel est le pourcentage de personnes susceptibles d'être toujours incommodées aux incohérences s-m, avec des applications suivant correctement les recommandations fournies par les constructeurs de visiocasques et experts VR ? Cette question m'a encore été posée cet été par une chercheuse, voulant valider ses futures expériences. Le sondage OpinionWay est intéressant sur bien des points mais ne répond pas à cette question, qui est, hélas, bien difficile à traiter : si un grand nombre de personnes ont eu des inconforts, malaises, comme noté dans ce sondage, il n'est pas indiqué si cela s'est produit une seule ou plusieurs fois, si cela est dû à leur grande sensibilité, à leur première expérience ou, hélas, dû à des applications ne suivant pas les recommandations pour éviter la cybercinétose. Il y a eu beaucoup trop d'applications mal réalisées par des entreprises novices et naïves, depuis l'essor de l'offre grand public des visiocasques. On peut penser, sans en être sûr, que cela explique en grande partie le grand pourcentage de gens ayant eu des inconforts, malaises.

Il aurait été intéressant d'indiquer dans le rapport ce qui se fait actuellement par les grandes entreprises de jeux vidéo immersifs qui, connaissant le niveau d'adaptation différent des usagers aux incohérences s-m, proposent des jeux vidéo en plusieurs catégories, des plus « douces » aux plus sollicitantes (voir référence 4). En exemple, si les déplacements se font par téléportation et non en mouvement continu, l'incohérence visuo-vestibulaire n'existe plus (ou est plus faible), permettant à plus de joueurs d'accepter le jeu vidéo immersif.

Dans le rapport, j'ai trouvé très intéressant la présentation du fonctionnement du système neurovégétatif, avec ses deux sous-systèmes, le sympathique et le parasympathique, ainsi que les explications sur les mouvements réflexes. Une autre partie du rapport sur les « aspects éthiques liés à l'usage de la réalité virtuelle et/ou augmentée » apporte une contribution majeure sur ce thème, qui sera très utile aux entreprises, institutions et groupes de réflexion sur l'éthique en réalité virtuelle / réalité augmentée, avec une approche structurée et posant les questions essentielles. En particulier sur la question : *« Est-il acceptable, sur le plan éthique, que des environnements virtuels ou augmentés puissent échapper aux questionnements éthiques sous prétexte qu'ils n'appartiennent pas à l'environnement réel ? »*. L'analyse approfondie sur toutes les publications depuis 2010 est à recommander pour les chercheurs, source incontournable pour qui veut aborder les aspects sanitaires en VR/AR. Dommage qu'elle ait incité à ignorer les connaissances déjà acquises auparavant, certaines datant de plusieurs dizaines d'années.

Concernant des remarques secondaires sur ce rapport :

- Dans la présentation des interfaces, oubli de citer les interfaces à simulation de mouvement, du type sièges mobiles, cabines à 6 ddl de mouvements, voire à 8 ddl pour les simulateurs de transport. Ces interfaces sont une solution, certes néreuse, pour éviter

ou diminuer l'incohérence visuo-vestibulaire, qui sont exploitées néanmoins presque exclusivement dans des salles de jeux vidéo, des salles d'arcade VR et des parcs d'attraction ;

- Dans la partie sur les aspects juridiques, il n'est pas fait mention du rapport publié en septembre 2020 sur les aspects juridiques de la réalité virtuelle / réalité augmentée pour la commission CSPLA (Conseil supérieur de la propriété littéraire et artistique, dépendant du Ministère de la Culture). Ce rapport montre, entre autres, que le régime juridique n'est pas encore stabilisé, en particulier la nature de la protection offerte par le droit de la propriété intellectuelle. Cela concerne plus les œuvres artistiques en VR/AR que les applications professionnelles, industrielles qui sont plus dans la législation des brevets que des droits d'auteurs et propriétés artistiques. Il a été rédigé par le président de la mission, Jean Martin, et son rapporteur, Alexandre Koutchouk. Il n'a pas été très médiatisé, donc peu connu, mais pas par moi, ayant été interviewé par ses deux auteurs. Voir : <https://www.culture.gouv.fr/Sites-thematiques/Propriete-litteraire-et-artistique/Conseil-superieur-de-la-propriete-litteraire-et-artistique/Travaux/Missions/Mission-du-CSPLA-sur-la-realite-virtuelle-et-la-realite-augmentee>
- Comme indiquez, « *l'idée que l'exposition à des dispositifs de réalité virtuelle provoquerait des phénomènes de dépendance et d'addiction n'est associée à aucune preuve scientifique à ce jour* ». C'est bien de le préciser, en espérant avoir dans le futur une réponse scientifique sur ce sujet, question souvent débattue mais rarement avec des fondements scientifiques.

Philippe Fuchs, 20/09/2021

Référence 1 :

Recommandations pour éviter le cybersickness, fournies par Oculus :

Voir le fichier pdf sur le site (on ne le retrouve pas directement sur le site Oculus) :

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjoiPHdsY7zAhULyIUKHT1lCDEQFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Fstatic.oculus.com%2Fdocumentation%2Fpdfs%2Fintro-vr%2Flatest%2Fbp.pdf&usg=AOvVaw2inL812a4FJk7sNWXDfvoY>

ou à l'adresse (indirectement) :

<https://static.oculus.com › pdfs › intro-vr › latest>

Autre publication, fichier pdf :

R. Yao, T. Heath, A. Davies, T. Forsyth, N. Mitchell, and P. Hoberman. Oculus VR Best Practices Guide. Retrieved from

<http://brianschrank.com/vrgames/resources/OculusBestPractices.pdf> March 2014.

Consultable aussi mais, sans références scientifiques pour justifier les recommandations :
<https://forums.oculusvr.com/t5/Game-Design/Virtual-Reality-Motion-Sickness-VR-Simulator-Illness-Guide/m-p/30037#M174>
<https://www.roadtovr.com/oculus-rift-best-practices-guide-virtual-reality-recommended-age/>

Le livre Virtual Reality de Steven M. LaValle, un ancien d'Oculus, University of Illinois
<http://lavalle.pl/vr/>

Dans mes deux derniers livres, j'ai fait une synthèse structurée de toutes ces recommandations ainsi qu'en plus bref, dans la « chartre de recommandation des usages de la réalité virtuelle » de VR-Connexion. Elle repose sur quatre catégories de solution pour contourner les effets négatifs sur le confort de l'utilisateur pour chacune des incohérences sensorimotrices

- Atténuation de l'impact de l'incohérence sensorimotrice sur l'inconfort ou le malaise de l'utilisateur ;
- Suppression de l'incohérence sensorimotrice en modifiant le fonctionnement de l'activité virtuelle ;
- Suppression de l'incohérence sensorimotrice en modifiant le fonctionnement de l'interface ou en rajoutant une autre interface ;
- Adaptation de l'utilisateur à l'incohérence sensorimotrice pour ne plus avoir d'inconfort ou de malaise. Cette dernière catégorie « d'adaptation individuelle » à ces incohérences n'est pas exposée et reste un sujet de recherche actuelle.

Pour les 3 principales incohérences s-m rencontrées en réalité virtuelle, il y a une douzaine de solutions classiques pour éviter ou au moins diminuer la cybercinétose. En exemple, la téléportation pour éviter l'incohérence visuo-vestibulaire, très employée. Concernant le réflexe vestibulo-oculaire, il fallait indiquer qu'un temps de latence de 20 millisecondes (temps de réaction de ce réflexe), maintenant techniquement atteignable avec les derniers visiocasques, permet de moins solliciter les usagers.

Théorie de la réalité virtuelle -Les véritables usages - 2018
Les casques de Réalité Virtuelle et de jeux vidéo – 2016
(Virtual Reality Headsets - A Theoretical and Pragmatic Approach, 2017)

<https://vr-connection.com/fr/2021/04/29/le-comite-dethique-vr-publie-la-premiere-charte-de-recommandations-sur-lusage-de-la-realite-virtuelle-une-compilation-de-regles-de-precaution-pour-eviter-les-effets/>

Indirectement dans le rapport, on explique certaines recommandations, entre autres :
Page 108 :

Cette étude est donc compatible avec les résultats précédents (Keshavarz & Hecht, 2011a) et suggère que le contenu du jeu a un rôle important dans la survenue de cybercinétose : les jeux proposant un flux visuel rapide et simulant des rotations sur plusieurs axes sont les plus susceptibles de générer des symptômes de cybercinétose.

Page 160 :

Lorsque la métaphore d'interaction avec le dispositif est naturelle (marche sur tapis roulant), il n'est observé ni abandon, ni cybercinétose, ni altération du contrôle de l'équilibre après exposition (Kim et al., 2017).

Référence 2

Partie « Recommandations du CES », extrait de la page 11/14 du rapport « effets sanitaires de la 3D stéréoscopique » :

Dans l'objectif de limiter la fatigue visuelle, le CES recommande de prendre en compte notamment les facteurs suivants lors de la création de contenu 3Ds :

- limitation de la disparité rétinienne en amplitude, en variation et en durée ;
- minimisation de la parallaxe verticale, des effets de bords d'écran, des différences chromatiques inter-vues en fonction des fréquences spatiales des images (flou des images), etc.

Il est à noter que la limitation de la disparité rétinienne de l'observateur revient à limiter la parallaxe horizontale angulaire. Cette dernière dépend de la parallaxe horizontale absolue (distance sur l'écran de deux points homologues du couple d'images stéréoscopiques) et de la distance de l'observateur à l'écran. Si cette dernière est variable, il faut considérer le cas le plus défavorable. D'une manière générale, le CES suggère que les professionnels des technologies 3Ds suivent les recommandations techniques émises par les groupes et *consortia* de professionnels visant à produire des contenus audiovisuels de qualité.

Référence 3 :

Pour connaître l'adaptation individuelle aux expériences de réalité virtuelle, il est envisagé, comme hypothèse, à valider ou non, de simples tests à partir des stimuli sensorimoteurs appliqués dans les expériences de réalité virtuelle, donc avec du matériel standard, sans analyse précise sur le comportement sensori-moteur de l'individu : tests sur la vision stéréoscopique, sur l'incohérence visuo-vestibulaire et sur l'incohérence visuo-postural, l'utilisateur étant immergé, via un visiocasque, dans un environnement virtuel adéquat. Si certains sont intéressés par ce projet, on peut en discuter.

Référence 4 :

A noter qu'Oculus et des fabricants de jeux vidéo immersifs proposent des jeux avec 3 (ou plus) niveaux d'évaluation de confort : confortable, modéré et intense, ce qui permet à chaque usager (joueur), en fonction de sa sensibilité à la cybercinétose, de choisir les applications VR (ludiques ou non) qui lui conviennent sans lui procurer d'inconfort et de malaise. Cette classification, fonction du « statut comportemental de l'utilisateur », est à mettre en parallèle avec la classification PEGI des contenus des jeux vidéo. Voir, par exemple :

<https://developer.oculus.com/policy/store-policies/>