

31/05/2023

Jean-Marie BURKHARDT

AME / LaPEA
Applied
Psychology and
Ergonomics Lab.



Risques sanitaires et sociaux associés à l'usage des technologies VR

Quelques éléments issus du groupe de travail de l'ANSES

Expertise : Contexte et motivation

- Développement rapide de nouvelles technologies de RV/RA
- Diffusion croissante en tant que produits de consommation vers le grand public
- Utilisation de ces technologies sur le lieu de travail
- Rapports d'expertise et avis antérieurs de l'ANSES (Agence française de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), par exemple
 - l'utilisation des consoles de jeux 3D par les enfants (2011)
 - effets sur la santé des technologies 3D (2014)



Effets sanitaires
potentiels
des technologies
audiovisuelles en
3D stéréoscopique

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective
Juillet 2014 - Émission scientifique



- Des effets sur la santé suspectés et des précautions d'emploi prescrites par les fabricants avec peu voire pas d'arguments scientifiques sous-jacents (par exemple, fatigue visuelle, nausées, vertiges, utilisation déconseillée aux enfants de moins de 12 ou 13 ans, etc.).



Processus d'expertise : chronologie et vue d'ensemble

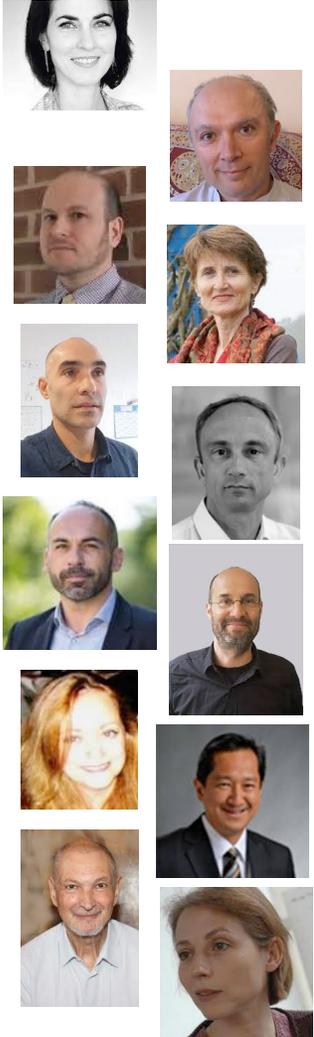
=> 2017 : auto-saisine sur les effets sanitaires des technologies de la VR et AR

=> March 2018 : **Creation d'un Groupe de Travail multidisciplinaire**

(computer sciences, VR/AR, ophthalmology, physiology, ergonomics, psychology, otorhinolaryngology and social sciences)

- Expertise Collective
 - 27 sessions plénières
 - **revue de la littérature**
 - **auditions** d'experts scientifiques and d'acteurs du domaine (SELL- Syndicat des éditeurs de logiciels de loisirs)
- + 2 contributions externes
 - **Enquête sur l'exposition de la population générale** aux technologies de RV/AR avec Opinionway
 - **Mesures physiques sur divers dispositifs de RV/RA (casques et téléphones) par le CSTB**
 - electromagnetic field emissions
 - composition and modulation temporelle de la lumière émise par les écrans

Experts group



Francine BEHAR-COHEN, DR Inserm UMR 1138, physiopathologie des maladies oculaires, Professeur en ophtalmologie, Université Paris-Descartes, Praticienne attachée à l'hôpital Hôtel Dieu.

Jean-Marie BURKHARDT, DR Laboratoire LaPEA, Université Gustave Eiffel, spécialisé en ergonomie cognitive et en psychologie.

Ouriel GRYSZPAN, Prof. Université Paris Sud, LIMSI, spécialisé en sciences cognitives et dans le domaine de l'autisme.

Evelyne KLINGER, Chercheuse associée à l'équipe Handicap, activité, cognition & santé (Inserm - Université de Bordeaux), spécialisée dans les domaines du handicap, de la rééducation et des innovations technologiques en réalité virtuelle.

Régis LOBJOIS, Chercheur au PICS-L, à l'Université Gustave Eiffel – spécialisé en psychologie cognitive et expérimentale.

Guillaume MOREAU, Prof. à l'École Centrale de Nantes - Département informatique et mathématiques, spécialisé en environnements virtuels.

Olivier NANNIPIERI, Chercheur en sciences de l'information et de la communication à l'Université de Toulon - Laboratoire I3M information milieux médias médiations, spécialisé en épistémologie et en sciences humaines et sociales.

Alexis PALJIC, Chercheur à l'École des Mines ParisTech, spécialisé en immersion et interaction en réalité virtuelle et en interfaçage visuel.

Pascale PIOLINO, Professeure à l'Université Paris Descartes, spécialisée en neuropsychologie.

Hung THAI-VAN, Professeur des Universités - Praticien Hospitalier en Physiologie au Centre hospitalier universitaire de Lyon (UFR Lyon I – Lyon Sud).

Serge TISSERON, Médecin psychiatre.

Isabelle VIAUD-DELMON, Professeure en neurosciences de l'Université Pierre et Marie Curie, Directrice de recherche, CNRS UMR 9912, équipe espaces acoustiques et cognitifs.

ANSES scientific coordination

Dina ATTIA et Thomas BAYEUX

Au centre de l'expertise : analyse de la littérature

- Analyse collective de la littérature scientifique internationale basée sur des requêtes :
 - Revues sans préjuger de l'IF de la revue, et en excluant les articles de revue narrative
 - période de janvier 2010 à juillet 2018
 - Anglais, français
 - Requêtes sur 2 bases de données : Scopus, PubMed
 - Référence croisée entre un thésaurus associé aux effets sur la santé et un thésaurus associé aux technologies VR/AR
- => **1748 articles**
- sélection sur le résumé, puis sur le contenu
 - évaluation de la qualité méthodologique des articles
 - évaluation du niveau de preuve des effets sur la santé
-
- ajout a posteriori de certaines études clés jusqu'en janvier 2020 + articles antérieurs à 2010 pour certaines introductions d'effets sur la santé



Exposition des Français à la RV/RA et impact sur la santé #1

Peu de données fiables - enquête commandée par l'ANSES et réalisée par OpinionWay en 2019¹

Au moins 1/4 des Français âgés de 18 ans et plus, et les enfants d'un Français sur trois sont ou ont été exposés à la RV ou à la RA, avec une exposition croissante ces dernières années.

Adultes: plutôt jeunes (age moyen 40 ans), Hommes, CSP+, vivant dans une grande ville, avec des enfants et une bonne connaissance des technologies

Enfants : à partir de 6 ans, 9-11 et 14-15 les plus représentées; 55% garçon

Usage privé : principalement RV, jeux vidéo, surtout chez les enfants ; le smartphone est le premier moyen utilisé par les adultes vs. les consoles de jeu chez les enfants

Usage professionnel : VR = AR principalement formation, santé ou gestion des stocks ; ordinateurs et casques

¹ conducted online from 26 August to 9 September 2019 among a sample of 776 French people aged 18 and over who have already experienced virtual or augmented reality (taken from a representative national sample of 2,970 French people aged 18 and over) and 122 children aged 6 to 17 who have already experienced virtual or augmented reality.

29 % des adultes et 30 % des enfants déclarent avoir ressenti des symptômes pendant ou après l'exposition

| | Adultes usages prof. Uniquement (N = 83) | Adultes usages prof. et perso. (N = 164) | Adultes usages perso. uniquement (N = 529) | Adultes ensemble (N = 776) | Enfants (N = 122) |
|--------------------------|---|---|---|-----------------------------------|--------------------------|
| Fatigue visuelle | 15 % | 20 % | 15 % | 16 % | 19 % |
| Maux de tête | 7 % | 35 % | 16 % | 18 % | 16 % |
| Nausées | 6 % | 23 % | 12 % | 14 % | 5 % |
| Vomissements | 4 % | 7 % | 2 % | 3 % | 2 % |
| Pâleur | 2 % | 12 % | 5 % | 6 % | 7 % |
| Sueurs | 7 % | 13 % | 4 % | 6 % | 4 % |
| Vertige | 17 % | 16 % | 18 % | 17 % | 14 % |
| Désorientation | 14 % | 19 % | 15 % | 15 % | 11 % |
| Somnolence | 1 % | 6 % | 1 % | 2 % | 2 % |
| Chute | 7 % | 9 % | 3 % | 5 % | 2 % |
| Choc | 2 % | 7 % | 1 % | 2 % | 1 % |
| Énervement, irritabilité | | | | - | 2 % |

Effets étudiés dans le cadre du GT de l'ANSES

Effets suffisamment documentés et avérés

1. **Cybercinétose** (mal des simulateurs, cybermalaise): nausée, vomissement, maux de tête, inconfort général, les effets visuels, les effets sur le système neurovégétatif, les effets vestibulaires (vertiges) et effets sur la posture ;
2. **Effets** survenant après l'exposition : décoordination sensori-motrice, habileté manuelle, capacité à s'orienter;
3. **Effets liés aux agents physiques** : **lumière bleue** (Toxicité rétinienne, contribution à la survenue de la DMLA et perturbation des rythmes circadiens), **modulation temporelle** (effet avéré dans la gamme de fréquence 1-80 Hz pour le déclenchement de crises d'épilepsie ; effet possible dans la gamme de fréquence 50 – 120 Hz -> fatigue visuelle, maux de tête, déclenchement de migraines)

Effets insuffisamment documentés

1. **Ergonomie physique** : TMS, accidentologie, effets liés à l'hygiène des interfaces, effets liés au niveau sonore des interfaces ;
2. **Effets neurologiques** : crises d'épilepsie ;
3. **Effets psychologiques et psychosociaux** : modification de la représentation de soi liés aux avatars, risques émotionnels, déréalisation ; dépendance à l'égard de l'interface et du contenu ; effets liés au contenu (violence, rapport à la sexualité, ...) ; isolement social ;
4. **Effets sur le développement** : développement visuel, émotionnel, cognitif, développement du système auditif ;

Quelques points issus des recommandations #1

Populations a priori davantage sensibles à la cybercinétose, de par leur état physiologique et aux conditions de déstabilisation liées à la RA/RV dues aux difficultés d'intégration multi sensorielle

- les femmes enceintes ;
- les personnes souffrant de troubles vestibulaires ;
- les personnes souffrant du mal des transports ;
- les personnes présentant des anomalies de la statique posturale et/ou de l'équilibre dynamique avec troubles de la proprioception ;
- les personnes sujettes à des troubles oculomoteurs, amétropie non corrigée ; les personnes souffrant de pathologies ou d'anomalies oculaires ;
- les personnes sujettes aux migraines ;
- les personnes au tempérament anxieux ou sujettes à des crises d'anxiété.

Populations davantage sensibles aux rayonnements lumineux émis par les dispositifs, de par leur âge ou leur état de santé

- les enfants, les adolescents, les jeunes adultes (cristallin clair) ; les personnes aphakes (absence de cristallin) et pseudo-phakes (cristallin artificiel) ; les personnes souffrant de pathologies ou d'anomalies oculaires ;
- les personnes souffrant de troubles du sommeil ;
- les personnes souffrant d'épilepsie photosensible.

Quelques points issus des recommandations #2

Informer de façon claire les utilisateurs (professionnels et particuliers) sur les effets sanitaires avérés (supports, formations; étiquetage, affichage,...) pouvant survenir :

- apparition de cybercinétose et symptômes liés, certains pouvant persister après l'exposition ;
- conséquences au niveau sensorimoteur (par exemple : altération de l'habileté manuelle ou de la capacité à orienter son corps) après une exposition ;
- perturbation des rythmes circadiens (difficultés d'endormissement, temps de sommeil, etc.) liée à l'exposition à la lumière émise par les dispositifs ;
- induire, chez des personnes dont le terrain est favorable, des crises d'épilepsie.

Adapter les usages et expositions, et notamment

- arrêter l'exposition dès l'apparition de symptômes lors de la survenue de cybercinétose, afin de limiter le risque d'accident (lié à une possible perturbation du système vestibulaire) ;
- observer un temps de repos après toute exposition ;
- éviter toute exposition 2 h avant le coucher (notamment pour les populations les plus sensibles comme les enfants et les adolescents) pour ne pas s'exposer à la lumière bleue issue des écrans des technologies de réalité virtuelle et/ou augmentée ;
- déconseiller l'usage des technologies de réalité virtuelle et/ou augmentée pour les épileptiques.

Quelques points issus des recommandations #3

Développer la recherche et le suivi concernant les effets peu étudiés, et à moyen/long terme

- Améliorer la reproductibilité des études /la description des dispositifs technologiques et des procédures dans les publications scientifiques (caractérisation de l'exposition, des dispositifs utilisés, temps d'exposition, etc)
- Investiguer et mieux documenter les effets consécutifs à l'exposition ou survenant après l'exposition, notamment ceux pour lesquels il n'a pas été possible de conclure :
 - les risques psychologiques et psychosociaux liés à l'usage de réalité virtuelle et/ou augmentée ;
 - les effets d'une exposition sur le développement des enfants;
 - les effets neurologiques potentiels,
 - les effets liés à l'ergonomie (risque de chute, accident, ...)
 - les usages problématiques voire l'addiction ;
- Mieux comprendre les effets de l'incarnation dans un avatar ;
- Identifier plus précisément les facteurs techniques (interfaces, durée d'exposition, contexte et type d'usage...) et les facteurs individuels impliqués dans la survenue des différents effets délétères sur la santé ;
- Analyser les contenus grands publics des technologies de réalité virtuelle pour juger des incongruences subies et des possibles effets après l'exposition.

Quelques points issus des recommandations #4

Développer la recherche et le suivi concernant les effets peu étudiés, et à moyen/long terme

- Plus spécifiquement, concernant la cybercinétose :
 - mieux documenter les facteurs individuels en favorisant l'apparition ;
 - investiguer les mécanismes d'apparition de la cybercinétose et de sa persistance après exposition, ainsi que leur lien avec les différents paramètres technologiques ;
 - 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.
- Etudier les effets sanitaires d'une co-exposition à la RA/RV et à d'autres facteurs de risques (e.g. tabac, substances psychotropes, alcool, etc).
- Etudier les conséquences à long terme liées à la répétition des expositions, notamment l'aggravation potentielle de pathologies préexistantes, ainsi que l'ensemble des effets néfastes avérés et suspectés

Quelques points issus des recommandations #5

Développer la recherche et le suivi concernant les effets peu étudiés, et à moyen/long terme

- mieux caractériser les populations exposées, les durées d'exposition et les usages pour évaluer de façon plus pertinente les risques associés ;
- mieux documenter l'exposition de la population aux différents agents physiques : lumière bleue, modulation temporelle, son et champs électromagnétiques radiofréquences lors d'une utilisation d'un téléphone mobile comme dispositif de réalité virtuelle et/ou augmentée.

Conclusion réflexive

Risques sanitaires et sociaux associés à l'usage des technologies VR, problème ou opportunité?

- de nombreuses opportunités pour la recherche et développement
- des contraintes pour la conception
 - nécessité d'une approche centrée-utilisateurs (objectif, contexte d'utilisation, population cible...)
 - acceptation, déni ou prévention
 - quels outils pour la prise en compte dans la conception ?
- développer la prise en compte des aspects éthiques :
 - conduire une réflexion approfondie et concertée avec les acteurs (utilisateurs, concepteurs de contenu, constructeurs, prescripteurs, exploitants, régulateurs, organisations etc.) impliqués à propos des problématiques éthiques impliquées dans l'exposition à la réalité virtuelle et à la réalité augmentée ;
 - effets sur soi
 - effets sur les autres
 - effets à l'échelle sociétale
 - engager une réflexion concernant les dispositions légales qui pourraient encadrer l'utilisation de dispositifs de réalité virtuelle et augmentée.

Merci de votre attention

Rapport ANSES : <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2017SA0076Ra.pdf>

