



Cofinancé par le
programme Erasmus+
de l'Union européenne



Le potentiel de la réalité virtuelle pour la formation des personnes détenues

Contributeurs :

Ana Rita Pires (IPS)
Ângela Fernandes (IPS)
Gerard Estalella (CIRE)
Maria Zisiadou (SQLearn)
Céline Gibert (Greta du Velay)
Pierre Carrolaggi (Greta du Velay)
Sara Loja (IPS)
Tiago Leitão (IPS)

12/2021



Sommaire

1 Introduction.....	5
2 Différentes utilisations de la réalité virtuelle.....	6
3 Initiatives en milieu carcéral.....	9
3.1. Usages thérapeutiques.....	9
3.1.1. Traitement pour la réadaptation des agresseurs dans le cadre de la violence sexiste.....	9
3.1.2. Lutter contre le stress et l'anxiété.....	11
3.1.3. Lutter contre la toxicomanie.....	11
La thérapie par exposition.....	11
Accompagner les travailleurs sociaux des systèmes de probation.....	12
3.1.4. Soigner les délinquants sexuels.....	12
3.2. Usages culturels.....	13
3.2.1. Vivre une expérience théâtrale.....	13
3.2.2. Concevoir et évoluer dans une scène virtuelle.....	14
3.3. Eduquer et former.....	15
3.3.1. Développer des compétences sociales et comportementales à partir de narra- tions.....	15
Une histoire écrite et numérisée en 3D par les détenus.....	15
Comprendre son comportement et ses motivations à partir d'histoires de vie.....	16
3.3.2. Découvrir des métiers.....	16
3.3.3. Formation des délinquants réfugiés.....	17
3.4. Préparer la sortie.....	18
3.4.1. Maintenir un lien familial.....	18
3.4.2. Préparer la réinsertion dans la société.....	18
3.4.3. Se préparer aux entretiens d'embauche.....	19
3.5. Préparer l'entrée et augmenter la transparence du système.....	20
3.6. Prévenir la récidive.....	21
3.6.1. Développer l'empathie pour les victimes.....	21
3.6.2. Se projeter dans l'avenir.....	21
3.7. Lutter contre la radicalisation.....	23



4 Intérêt et limites de la réalité virtuelle pour la formation.....	24
4.1. L'apport de la réalité virtuelle.....	24
4.2. Quelques inconvénients et limites.....	26
4.2.1. Inconvénients physiques.....	26
4.2.2. Un apprentissage moins efficace ?.....	27
4.2.3. Absence de prise en compte des situations de la vie réelle.....	28
4.2.4. Coûts.....	28
4.2.5. Considérations éthiques.....	28
5 Comment élaborer et utiliser des ressources de formation en réalité virtuelle.....	29
5.1. Les différentes réalités virtuelles.....	29
5.2. Les interfaces utilisateur.....	30
5.3. Créer une application en réalité virtuelle.....	33
5.3.1. Une base vidéo 360°.....	33
5.3.2. Développement de l'application ViRTI.....	34
5.3.3. Création de scénarios et ajout d'interactions.....	35
5.4. Evolution et tendances.....	37
5.4.1. Les casques.....	37
5.4.2. Des commandes plus naturelles.....	38
6 Méthode.....	38
7 Conclusion.....	39
8 Références.....	40

Nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui ont pris le temps de répondre à nos questions et qui ont bien voulu partager leur expérience.



1. Introduction

Pour les détenus qui ont généralement un faible niveau d'éducation et pas de qualification, les avantages des activités d'éducation et de formation sont multiples. Elles permettent d'acquérir des compétences de base, des compétences transversales, professionnelles et redonnent confiance, augmentant ainsi leurs chances de trouver un emploi à la sortie. Cet accès à l'emploi joue un rôle crucial pour une réinsertion réussie : il accroît l'autonomie et réduit le risque de récidive. Cependant, les possibilités de formation peuvent être limitées car toutes les prisons ne disposent pas des outils techniques et des ressources nécessaires pour la formation professionnelle. De plus, lorsqu'ils ont la possibilité d'en bénéficier, les détenus peuvent être réticents à participer et, quand ils expriment la volonté de participer les taux d'abandon sont élevés.

Le projet *Virtual Reality for Training Inmates* (ViRTI) est né de la nécessité d'élargir l'offre de formation pour les détenus, qui ont généralement un accès limité aux plateaux techniques dans un environnement fermé. Ainsi, ViRTI vise à utiliser les technologies de réalité virtuelle pour compensant la rareté des ressources dans les établissements pénitentiaires. En outre, des fonctionnalités interactives et de ludification dans les contenus d'apprentissage devraient d'attirer davantage de participants et maintenir leur motivation, réduisant ainsi les taux d'abandon.

ViRTI réunit quatre partenaires de France, d'Espagne, de Grèce et du Portugal : un expert des systèmes pénitentiaires, deux centres d'éducation et de formation ayant l'expérience de la formation des détenus et un développeur de contenu d'apprentissage interactif en réalité virtuelle.

Ce document qui analyse le potentiel de la réalité virtuelle pour l'éducation et la formation des détenus et spécifie des cas d'usage a été élaboré de manière collective. C'est la première étape d'une collaboration qui développera et testera un parcours de formation pour découvrir les principaux métiers du bâtiment en utilisant la réalité virtuelle basée sur des vidéos à 360° avant de proposer un guide pour introduire cette technologie dans la formation des détenus.



2. Différentes utilisations de la réalité virtuelle

Ces dernières années, l'usage de la technologie dans le contexte correctionnel s'est accrue en raison de ses avantages en matière de réadaptation, de réinsertion et d'éducation (Cornet & Van Gelder, 2020). La réalité virtuelle est l'une de ces technologies, définie comme "une représentation artificielle ou générée par ordinateur, en trois dimensions, de la réalité, qui est vécue par les sens, et qui est interactive" (Van Gelder, Otte & Luciano, 2014). Elle permet de fournir une simulation interactive de la vie réelle à partir de scénarios, que l'utilisateur peut visualiser avec un casque comportant un écran intégré et des lentilles fournissant un grand angle de vue et dont il peut prendre le contrôle en utilisant un dispositif contrôlé par la main (Kamińska et al., 2019).

Au fur et à mesure de son développement, elle est incorporée dans différents domaines, tels que l'industrie, les jeux, la formation chirurgicale, l'urbanisme, les sports, l'ingénierie, l'armée, la réadaptation physique, les soins de santé mentale et l'éducation. Par exemple, en psychologie, les chercheurs l'utilisent pour des évaluations, des thérapies et des traitements, comme la thérapie d'exposition et la thérapie cognitivo-comportementale pour combattre le stress, l'anxiété sociale et les troubles paniques (Ticknor, 2019b) avec des résultats positifs dans plusieurs études montrant une réduction des niveaux d'anxiété et de stress (Krisch et al., 2016). Elle s'est également avérée efficace dans le traitement des troubles sexuels (Botella et al., 2004), de l'arachnophobie, de l'aérophobie, de l'agoraphobie, de l'acrophobie, de l'hyperphagie boulimique, du trouble dysmorphique du corps et de la glossophobie (Riva, 2003). Dans ces thérapies, les sujets sont confrontés à leurs peurs sous la forme d'un objet ou d'une situation dans des représentations virtuelles. Bien que conscients de se trouver dans un scénario virtuel, ils peuvent ressentir les mêmes émotions, réponses et réactions qu'en situation réelle (Bowman & McMahan, 2007).

Elle a également été utilisée en médecine pour gérer la douleur, comme dans les soins dentaires, la chimiothérapie, ou le soin aux brûlés, en redirigeant l'attention des patients vers différents scénarios virtuels.

Il existe également des résultats encourageants dans le traitement de la toxicomanie, de la dépendance à la nicotine (Girard et al., 2009) et à l'alcool (Lee et al., 2007). Elle permet également de sensibiliser aux différents dangers associés à l'alcool et à la conduite en état d'ivresse (Montgomery et al., 2006). Comme de nombreux détenus luttent contre cette dépendance, et qu'à leur libération, ils seront sollicités dans leurs relations sociales (boissons dans une fête, pression des pairs...), ils doivent être préparés et développer une autorégulation pour éviter toute rechute.



Compte tenu de la complexité de certains problèmes, elle offre aux chercheurs la possibilité de concevoir et de créer des environnements virtuels personnalisés avec des conditions qui seraient difficiles à pratiquer dans la vie réelle, sans risques invasifs associés. Des environnements peuvent être créés pour simuler des scénarios de la vie réelle (une rue, un tribunal, une scène de crime), ou pour en inventer. En outre, en permettant également une incarnation virtuelle, substitution du corps physique d'un utilisateur par un corps virtuel (Slater & Sanchez-Vives, 2016) grâce à un avatar, elle peut donner l'illusion que le corps virtuel appartient à l'utilisateur. Seinfeld et ses collègues (2018) ont montré que la reconnaissance émotionnelle des auteurs masculins de violence domestique augmentait de manière significative après avoir vécu un événement de violence domestique du point de vue (et du corps) d'une femme victime. Tout ceci ouvre des possibilités d'interventions correctives, par exemple en regroupant plusieurs utilisateurs dans le même environnement, pour la recherche sur les interactions sociales comme la co-délinquance ainsi que de nouveaux modes d'intervention et d'application dans la pratique de la justice pénale (par exemple, le délinquant et le formateur dans le même scénario virtuel). De plus, la réalité virtuelle peut être appliquée simultanément avec d'autres techniques, comme le suivi de l'oeil, pour détecter l'attention des utilisateurs, en suivant leur regard pour une meilleure compréhension des processus cognitifs, de la concentration et des conditions attentionnelles du délinquant ou de la victime (Cornet & Van Gelder, 2020). Une autre caractéristique intéressante est que les utilisateurs peuvent percevoir le monde virtuel comme réel en quelques minutes (Slater & Sanchez-Vives, 2016).

Dans le contexte éducatif, Kamińska et ses collègues (2019) ont montré que "la plupart des étudiants se sont souvenus de ce qu'ils ont vu en RV et ont conclu que la RV est un environnement plus mémorable que les démonstrations en laboratoire" (une idée également soutenue par Cochrane, 2016 ; Nadan et al., 2011 ; Slavova & Mu, 2018). En outre, les interactions multisensorielles et les représentations visuelles du monde réel sont quelques-unes des caractéristiques qui facilitent les processus d'apprentissage (Mikropoulos & Natsis, 2011). La RV permet d'accéder à des ressources d'apprentissage essentielles qui, dans les pratiques quotidiennes, seraient difficiles, voire impossibles à réaliser en raison de leur coût (par exemple, en électronique, robotique, chimique, médecine, etc.) (Kamińska et al., 2019). Les enseignants, éducateurs ou formateurs ont également accès à un outil qui permet des activités difficiles à mettre en œuvre dans les cours pratiques. Enfin, il existe un aspect de ludification qui permet un apprentissage dans le monde réel et semble garder les utilisateurs motivés pour continuer à s'engager dans une expérience virtuelle (Ticknor & Tillinghast, 2011).

La recherche montre que la population des détenus a un faible niveau d'éducation et manque de compétences (Davis et al., 2014), suite à un renvoi de l'école ou à des échecs scolaires (Coates, 2016). Selon Crabbe (2016), au Royaume-Uni, deux tiers des détenus ont des capacités de calcul égales ou inférieures à celles d'un enfant de 11 ans, et près d'un tiers déclarent souffrir d'une difficulté d'apprentissage ou d'un handicap. La plupart



des établissements correctionnels n'identifient pas les détenus ayant des troubles et des difficultés d'apprentissage (Haut-Commissariat des Nations Unies aux droits de l'Homme, 2009) et les détenus ayant ces problèmes peuvent également présenter des difficultés d'élocution et de communication, signes de troubles non diagnostiqués comme la dyslexie ou l'autisme. Le manque de compétences et les difficultés d'apprentissage représentent un obstacle important à l'emploi, ce qui, à son tour, limite la réintégration sociale et augmente les risques de récidive (Clarke, 2010). Malgré une offre éducative limitée, il y a eu un effort accru en Europe et en particulier dans les pays nordiques pour l'améliorer, qui semble produire des résultats positifs (Conseil nordique des ministres, 2005). L'éducation offre un but aux détenus : elle permet de poursuivre des études et d'obtenir un emploi mieux rémunéré à la fin de la peine (Duwe, 2017). Il s'agit d'une mesure importante puisqu'il a été prouvé que l'éducation en prison réduit la récidive, ce qui représente une voie prometteuse en matière de prévention du crime (Davis et al., 2013).

Même si la formation professionnelle est reconnue comme contribuant à l'emploi et à la diminution de la récidive (Bhuller et al., 2019), certains détenus ressentent une appréhension à l'idée de participer à ces programmes, non seulement en raison de problèmes d'apprentissage non diagnostiqués (Skues et al., 2019), mais aussi parce qu'ils peuvent être réticents à exposer leurs fragilités et leurs limites (Ricciardelli, Maier & Hannah-Moffatt, 2015).

Étant donné la nature de l'environnement carcéral, il est difficile de donner aux détenus l'accès à tous les champs d'enseignement professionnel, comme la mécanique, la foresterie et la charpente. En outre, l'élément de jeu contribue à augmenter la motivation et par conséquent, à rendre le détenu plus disposé à participer à des activités éducatives (Ticknor & Tillinghast, 2011). Elle présente ainsi un potentiel pour améliorer l'éducation des personnes qui souffrent de difficultés d'alphabétisation (McLauchlan & Farley, 2019).

Par exemple Dolven et Fidel (2017) ont créé un programme utilisant la réalité virtuelle pour développer des compétences informatiques et apprendre à gérer l'argent. Cette technologie offre également la possibilité de montrer aux détenus qui purgent de longues peines comment le monde change depuis leur détention (par exemple pour utiliser la caisse automatique dans un supermarché). Un programme d'alphabétisation et de calcul développé en Nouvelle-Zélande (McLauchlan & Farley, 2019) utilisant la réalité virtuelle pour représenter l'atelier d'un mécanicien a révélé que les participants n'ont pas mis longtemps à apprendre ses fonctionnalités (par exemple, identifier les pièces de voiture, manipuler des instruments, suivre des instructions) : *"J'ai tout compris dès la première session. C'est vraiment facile une fois que vous savez ce que vous faites"* (p. 7).

En outre, les chercheurs ont observé un niveau élevé d'engagement dans l'activité par rapport à l'apprentissage conventionnel, les détenus se sentant plus motivés pour assister aux cours et moins enclins à abandonner. Plusieurs détenus ont exprimé leur volonté de poursuivre après leur libération, développant ainsi leur confiance en eux pour apprendre. Enfin, les chercheurs ont constaté l'augmentation des scores d'alphabétisation et de calcul de tous les détenus



qui ont participé au projet, exprimant des commentaires positifs : "*Vraiment bien. J'ai vraiment rafraîchi mes compétences et j'en ai appris de nouvelles. Mais surtout l'alphabétisation*" (p. 7).

Sans quitter leur cellule, les détenus peuvent participer à une expérience immersive en ayant accès à des outils et des jeux de rôle et se familiariser avec différents sujets qu'ils ne pourraient pas, d'une autre manière, expérimenter à l'intérieur d'une prison. Ils peuvent visiter un chantier de construction virtuel ou une cuisine, faire des jeux de rôle en tant que mécanicien, charpentier, chef ou vendeur dans un environnement engageant et sûr, convenant même à ceux qui ont des aptitudes numériques réduites (ce type de compétences sont les mêmes que celles qui sont de plus en plus valorisées par les employeurs).

3. Initiatives en milieu carcéral

Ce qui suit présente des usages de la réalité virtuelle en milieu carcéral plus particulièrement en Espagne, en France, en Grèce et au Portugal, usages basés sur les caractéristiques mis en avant au chapitre précédent. Nous avons essayé de les classer en fonction de leur principal objectif, même si ces initiatives en visent généralement plusieurs et si la prévention de la récidive pour une réhabilitation réussie en constitue toujours le but ultime. Dans la majorité des cas, ce sont les détenus qui sont les utilisateurs de la réalité virtuelle, parfois leur famille ou leurs proches et un exemple de formation vise le personnel pénitentiaire.



3.1. Usages thérapeutiques

3.1.1. Traitement pour la réadaptation des agresseurs dans le cadre de la violence sexiste

Dans la réalité virtuelle, notre cerveau réagit presque de la même manière que dans une expérience authentique. Elle peut donc être utile en tant que thérapie, la vision stéréoscopique tridimensionnelle générant des réponses physiologiques et comportementales. Par exemple, on peut l'utiliser pour prévenir la violence et intervenir après l'acte, tant auprès des victimes que des délinquants. En prévention, on suppose qu'elle peut modifier les attitudes et les comportements par l'incarnation, ici dans un corps ou un avatar de scénario virtuel, victime ou délinquant. Ceci permet à un délinquant de s'incarner dans l'avatar d'une victime et de vivre l'épisode de violence en tant que victime. La technique d'immersion alliée à l'incarnation permet de traiter des stimuli et des sentiments qui peuvent changer leur point de vue sur les actes de violence. Réagir au lieu d'imaginer permet de vivre la situation sous un autre angle et de connaître ainsi le sentiment de peur de la victime.

Une expérience a été menée dans deux prisons de Lledoners avec le soutien du ministère de la justice de Catalogne pour évaluer si l'introduction de séances de réalité virtuelle améliorerait le comportement des personnes condamnées pour des crimes de violence sexiste dans des domaines tels que l'empathie et le comportement social. En même temps, il s'agit de changer la conduite du détenu et de diminuer le taux de récidive. Le délinquant fait l'expérience d'une situation de violence psychologique, ce qui est censé affecter son niveau d'empathie et lui permettre de comprendre son crime dans l'objectif d'obtenir un changement de comportement. Mais la violence sexiste reste un phénomène social et culturel complexe à éradiquer, qui nécessite un traitement multidisciplinaire.

Les objectifs du traitement sont liés aux besoins criminologiques : responsabiliser le délinquant, développer un système de croyances et de valeurs, maîtriser les émotions, développer l'empathie, résoudre des conflits et développer des compétences sociales, prévenir la récidive.

Dans cette expérience, l'empathie est mesurée par l'indice de réactivité interpersonnel, développé par le psychologue américain Mark Davis (1980). [28 questions](#) permettent d'évaluer une tendance spontanée à l'empathie, définie comme les réactions d'une personne à l'observation des expériences des autres. Le test évalue deux composantes cognitives et deux composantes affectives de l'empathie qui s'influencent les unes les autres et affectent les attitudes et les comportements envers les autres.

Quelques points critiques du projet :

- l'échantillon doit être élargi,



- doutes quant à l'adéquation de l'indice de réactivité interpersonnel pour mesurer l'empathie,
- l'environnement carcéral ne favorise probablement pas les résultats, car il est très stressant,
- il est nécessaire d'analyser à quel moment du traitement l'utilisation de la réalité virtuelle est le plus approprié.

De nouvelles scènes sont en cours d'élaboration pour les jeunes scolarisés afin de prévenir également les problèmes entre parents et enfants.

3.1.2. Lutter contre le stress et l'anxiété

Aux Etats-Unis, la commission nationale sur les soins de santé en milieu correctionnel (2002) a montré que plus de 14 % des détenus des prisons fédérales et plus de 22 % des détenus des prisons d'État présentaient des troubles anxieux. Si elle n'est pas traitée, l'anxiété peut augmenter les taux de récidive, les détenus anxieux ayant du mal à s'adapter à l'environnement carcéral et à suivre les programmes de resocialisation (Listwan-Johnson et al., 2004). Au sein du département correctionnel de l'Oregon, l'application *Provata VR* est utilisée pour essayer de lutter contre l'anxiété et la dépression des détenus et du personnel (Peters, 2018).

Provata VR est une application de méditation guidée en réalité virtuelle, disponible gratuitement depuis 2016 sur l'App Store iOS. Elle est développée par Provada Health, une startup de Portland qui vise le marché des soins préventifs en réalité virtuelle. Le sujet choisit un environnement (chutes d'eau tropicales, plage, aurores boréales, récifs de corail...) et se laisse guider par les instructions pour des séances d'une dizaine de minutes avec un casque. La réduction du stress est l'un des bienfaits de la méditation.

3.1.3. Lutter contre la toxicomanie

Karberg et James (2005) ont montré qu'en 2002, 68 % des personnes incarcérées aux Etats-Unis étaient dépendantes à l'alcool ou aux drogues. La toxicomanie étant un facteur prédictif de récidive (Andrews et Bonta, 2010), il est primordial de la traiter en milieu carcéral ou dans les services de probation.

→ La thérapie par exposition

L'un des traitements est la thérapie par exposition, qui expose les sujets aux déclencheurs générés par les substances et leur apprend à gérer l'envie de consommer ou de boire (Bordnick et al., 2009). Ce type de thérapie semble efficace, car elle développe des mécanismes d'adaptation en stimulant visuellement les individus à partir de situations à



haut risque qui induisent des envies d'alcool ou de drogue (Hone-Blanchet, Wensing & Fecteau, 2014).

La thérapie par exposition avec la réalité virtuelle est également proposée par exemple en France dans le service d'addictologie du centre hospitalier Compiègne-Noyon aux patients souffrant de phobies ou d'addictions. Au moyen d'un casque, le patient affronte ses angoisses et ses dépendances, pour mieux les contrôler ensuite dans la vie réelle. Selon le Dr Ludivine Poncelet, addictologue : « *La réalité virtuelle permet de soigner efficacement une grande partie des troubles du comportement. Elle repose sur les mêmes principes que les thérapies cognitives classiques, c'est-à-dire sur l'exposition aux objets créant la panique ou la dépendance. Il s'agit en quelque sorte de rééduquer le cerveau.* » La réalité virtuelle permet de recréer des environnements familiers pour les personnes dépendantes au tabac, à l'alcool, aux jeux ou aux drogues, afin de leur apprendre à résister aux tentations. Le patient se retrouve dans un lieu propice à la consommation comme un casino ou une fête. Accompagné de son thérapeute, il apprend à repérer les situations déclenchant l'envie de consommer ces substances et comment contrôler cette impulsion. De leur côté, les médecins peuvent comprendre quand et pourquoi une personne dépendante replonge, et ainsi adapter son traitement.

→ Accompagner les travailleurs sociaux des systèmes de probation

Le principe du projet Erasmus+ [VRforDrugRehabilitation](#)¹ (Développement et utilisation de la réalité virtuelle pour la réhabilitation des toxicomanes dans les services de probation) se base sur une exposition répétée de toxicomanes mineurs de manière à des signaux pour les encourager à ignorer la réponse de manque à l'aide de scénarios réalistes dans des environnements virtuels.

Son principal objectif est de diminuer la consommation de drogue chez les jeunes en probation grâce au traitement de la toxicomanie par un programme de réalité virtuelle développé par [Psious](#), une entreprise catalane qui propose déjà 70 environnements de thérapie RV pouvant être utilisés par des professionnels de la santé mentale. Il prévoit également de développer un outil d'évaluation pour tester les effets des sessions de réalité virtuelle.

En renforçant la sensibilisation et la capacité du service de probation participant au projet à créer une méthodologie de réhabilitation en utilisant la RV et en diffusant cette méthode à d'autres services, [VRforDrugRehabilitation](#) a l'ambition plus large d'accroître la motivation des jeunes adultes à changer leur vie et de réduire le stéréotype selon lesquels les toxicomanes ne peuvent pas changer.

¹ Le projet [VRforDrugRehabilitation](#) commencé en février 2019 doit se terminer en décembre 2021. Le consortium du projet comprend des partenaires du Portugal, de la Roumanie et de la Turquie.



3.1.4. Soigner les délinquants sexuels

Depuis 2006, la réalité virtuelle est utilisée pour évaluer les délinquants sexuels à l'Institut Philippe-Pinel de Montréal au Canada, un hôpital psychiatrique qui a un laboratoire doté de hautes technologies avec une pièce d'immersion² consacré à la psychiatrie légale et équipé pour recevoir des patients avec un risque pour la sécurité (Benbouriche et al., 2014). La prévalence des désirs sexuels déviants est la pierre angulaire de la prise de décision concernant le diagnostic, le traitement et les recommandations de suivi (American Psychiatric Association, 2013). La capacité de la réalité virtuelle à créer des environnements personnalisés, des personnages virtuels et à fournir un grand contrôle expérimental est susceptible de surmonter certaines difficultés dans l'évaluation des inclinaisons sexuelles déviantes (Fromberger, Jordan & Müller, 2018). Elle crée des conditions d'évaluation qui ressemblent aux caractéristiques du monde réel. Avec le suivi des yeux, elle semble donc être un outil précieux pour saisir et comprendre les processus fondamentaux de la délinquance sexuelle.

3.2. Usages culturels

3.2.1. Vivre une expérience théâtrale

Les falaises de V. est une pièce en réalité virtuelle créée par Laurent Bazin et jouée dans différents théâtres. Le spectateur y vit une histoire à 360°, en tant que personnage principal et non simple spectateur, casque sur les yeux. La représentation de quarante minutes est basée sur un film de dix minutes en plan séquence.

L'action se passe dans un hôpital pénitentiaire. Le personnage principal, va subir une ablation des yeux en échange de sa liberté. Le cadre de représentation n'est pas une salle de théâtre mais une pièce avec des lits qui permettent au spectateur de s'installer confortablement.

Les autres personnages interagissent avec le personnage principal, lui parlent et celui-ci les regarde pour les entendre. Les spectateurs se trouvent ainsi dans un état à mi-chemin

2 La voûte d'immersion appelée CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) est un dispositif de visualisation 3D qui produit des environnements immersifs de réalité virtuelle dans lesquels deux images virtuelles d'une scène tridimensionnelle sont générées, une pour l'œil gauche et une pour l'œil droit. Celles-ci sont envoyées à un projecteur qui les affiche alternativement à l'arrière du ou des écrans. Des lunettes stéréoscopiques permettent à l'utilisateur de percevoir une image 3D à partir des deux images stéréo. La position et l'orientation du participant dans l'espace sont continuellement mises à jour par un système de tracking.



entre le réel et le virtuel. Un regard à 360° sur les scènes qui se déroulent permet de changer de point de vue.

Il existe encore peu d'expériences théâtrales en réalité virtuelle, mais cela devrait permettre d'ouvrir cet art à un public qui ne peut pas aller facilement au théâtre, le casque suffisant au visionnage de la pièce, sans qu'il y ait besoin d'une scène ni d'autres spectateurs. C'est le cas bien sûr des prisonniers.

C'est ainsi que dans le cadre de l'éducation au numérique, à la culture et aux domaines artistiques, le centre scolaire du centre pénitentiaire de Toulon-La Farlède l'a proposé à 18 détenus en 2017. Le visionnage a été préparé en classe et a été suivi d'un échange avec les enseignants et l'équipe du film sur la réalité virtuelle, sur leur propre rapport au réel, sur la marchandisation du corps et le prix de la liberté. Des questions techniques sur le traitement de l'image ont été abordées par des détenus : caméras utilisées, prises de sons, choix de l'écriture pour capter l'attention du spectateur dans l'espace et l'inciter à regarder dans une direction donnée...

Ici, outre le fait que l'objet culturel auquel on accède est basé sur la réalité virtuelle, celle-ci est également utilisée pour faciliter l'expression des détenus sur la réalité, la liberté et d'autres questions d'ordre plus philosophique.

A notre connaissance, cette expérience n'a pas été renouvelée, bien que si elle avait été positive. Nous ne savons pas si c'est par manque d'intérêt des autres centres, parce qu'ils ne sont pas au courant de cette possibilité, ou parce qu'une partie de la valeur pédagogique réside dans l'échange avec l'équipe du film, dont la disponibilité est probablement limitée par d'autres engagements.

3.2.2. Concevoir et évoluer dans une scène virtuelle

L'Université d'Almería, en collaboration avec le centre pénitentiaire d'El Acebuche, a créé un programme de rééducation et de réinsertion sociale pour un groupe de 25 détenus de l'unité thérapeutique qui ont participé à un atelier sur la réalité virtuelle animé par le professeur José L. Rodríguez du département de mathématiques, avec un étudiant en ingénierie informatique. Pour le professeur, l'activité a été un "*grand succès, car les détenus se sont sentis libres pendant un moment, comme dans la rue*". L'unité thérapeutique est une section particulière avec des règles d'engagement personnel, pas de drogues, pas de violence, pour essayer de changer les habitudes et la vie et avec « *beaucoup de dorlotage* ».

Après une brève introduction sur les réalités virtuelle, augmentée et mixte, et des exemples d'applications dans différents domaines, le logiciel éducatif [Neotrie VR](#) créé par l'université d'Almeria a été présenté. Neotrie VR permet de créer, de manipuler et d'interagir avec des objets géométriques 3D dans un espace virtuel. Il propose également des activités et des jeux en géométrie 3D et s'utilise avec un casque de réalité virtuelle.

C'était la première fois que les détenus de cette unité participaient à ce type d'expérience immersive, si bien que « *l'impact initial a été impressionnant* ». La scène virtuelle conçue est



un temple grec, entouré d'une petite forêt et de la mer, où les détenus ont pu créer et manipuler des objets en trois dimensions. De cette manière, ils ont pu entrer dans les personnages ou les survoler ainsi que toute la scène virtuelle, en faisant preuve d'une grande émotion : « *La sensation d'immersion est incroyable* ».

Ce type d'actions permet de changer la routine de la prison, d'intéresser les détenus et de leur faire faire des choses qui peuvent être faites en liberté.

3.3. Eduquer et former

3.3.1. Développer des compétences sociales et comportementales à partir de narrations

→ Une histoire écrite et numérisée en 3D par les détenus

Le centre pénitentiaire de Lledoners en Catalogne propose aux toxicomanes de développer leur comportement pro-social et leurs compétences sociales en particulier autour de la restructuration cognitive, la résolution de problèmes, l'autocontrôle émotionnel, les valeurs et l'estime de soi. Ces programmes doivent être travaillés sous une forme expérientielle, en développant un projet qui puisse répondre aux objectifs de chacun.

1. Le point de départ est la génération d'une histoire sur le principe du livre *Choisis ton aventure*, où une histoire commence, et à mesure qu'elle progresse, des options sont données pour qu'elle puisse évoluer dans un sens ou un autre. Les histoires doivent s'écrire à partir de scénarios réels qui peuvent correspondre à ce que les détenus connaissent ou qu'ils ont vécu, afin d'utiliser leurs expériences pour donner des réponses alternatives.
2. Une fois que l'histoire-cadre a été générée par consensus, les détenus choisissent les scénarios et les images nécessaires pour la convertir en format numérique et 3D.
3. La plateforme de réalité virtuelle *Roundme* et d'autres programmes sont présentés aux participants pour numériser le livre.
4. Les détenus qui ont droit à des sorties prennent des photos pour illustrer les scénarios et les lieux où se déroule l'histoire. En parallèle, le son est enregistré et l'histoire écrite.



5. Le livre regroupe tout le matériel pour créer l'histoire en 3D visible par tous.

Ce type de projet permet de travailler de manière transversale sur les différentes compétences mentionnées ci-dessus.

Sur le plan pratique sont nécessaires :

- une salle de classe avec un équipement informatique permettant d'accéder à la plateforme [Roundme](#) et aux programmes connexes pour soutenir la génération de l'histoire
- une caméra à 360° ou, à défaut, un téléphone mobile sans carte SIM disposant d'une caméra de bonne définition ;
- des fournitures de base (papier, stylos, etc.) ;
- trois ou quatre ordinateurs disposant d'un logiciel 3D.

Le résultat peut être vu [ici](https://espaitic.wordpress.com/tag/realitat-virtual/) : <https://espaitic.wordpress.com/tag/realitat-virtual/>

→ Comprendre son comportement et ses motivations à partir d'autres histoires de vie

Dans le cadre du projet Erasmus+ STEPs³ a été créé un environnement de réalité virtuelle comportant six espaces, permettant de vivre des histoires co-écrites par les détenus et intégrant différents éléments narratifs, textuels, photos, vidéos, articles de journaux. Le prisonnier ou ex-prisonnier peut s'y déplacer et voir parmi ces éléments ceux qui ont été sélectionnés et téléchargés par l'organisateur de la session en fonction du profil du sujet (en général en relation avec le motif d'incarcération). Avec des lunettes et des écouteurs, il interagit grâce à des capteurs portatifs. Il peut choisir un élément et l'écouter, le regarder ou le lire. Le parcours dans les six pièces (cellule, le lieu où le crime a été commis, lieux en intérieur ou en extérieur, etc.) est suivi et le comportement et les choix du sujet sont enregistrés, mis à la disposition de l'organisateur et du personnel scientifique pour le post-traitement.

Parmi les soixante histoires de prisonniers, biographiques ou non, collectées en Grèce, en Italie et au Portugal, six ont été adaptées dans une salle virtuelle.

Les utilisateurs ont l'impression d'être dans le monde virtuel tout en ayant la possibilité de naviguer et de manipuler leurs propres éléments, en se mettant eux-mêmes et leurs sens au centre, pour devenir les témoins et en même temps les protagonistes d'histoires peut-être similaires à la leur.

Le but est de ressentir l'état mental d'un autre détenu, de comprendre son comportement et ses motivations, et par là même de comprendre son propre comportement et motivations. En effet, la recherche a montré que l'échange d'histoires entre individus

3 STEPs - [Supporting Ties in the Education of Prisoners](#) est un projet soutenu par le programme Erasmus+ pour la coopération en matière d'innovation et d'échange de bonnes pratiques (Nov. 2018 - oct. 2021). Coordonné par EEPEK de Larissa, en Grèce, il a impliqué des écoles de centres de détention à Larissa et à Rome (CPIA1).



renforce leur état psychologique, les aide à réévaluer leurs actions, à redéfinir leurs priorités et leurs valeurs, à gagner le respect de soi et peut les amener à prendre des décisions qui les conduiront finalement à se réintégrer dans la société.

Le passage dans ces salles virtuelles doit permettre de libérer les détenus de leurs émotions négatives, telles que la colère, l'agressivité, le rejet, la déception, afin de développer la capacité de prendre de bonnes décisions. Cette ressource devrait contribuer à soutenir la réintégration des détenus dans la société.

3.3.2. Découvrir des métiers

Le 20 avril 2021, une vingtaine de détenus de moins de 25 ans du centre de détention d'Oermingen en Alsace ont utilisé la RV pour découvrir des métiers en manque de main-d'œuvre. Ils étaient accompagnés par la Mission Locale de Saverne. Ils ont utilisé l'outil Métiers 360 activé dans plusieurs Missions locales en France. Il fonctionne par abonnements mensuels, comprenant l'activation ou la location de trois casques VR, l'utilisation d'une application ou d'un site web pour découvrir les environnements professionnels.

De courtes vidéos à 360° présentent cent dix métiers dans plus de 30 environnements professionnels : pendant 3 à 5 minutes, un travailleur s'exprime dans son environnement professionnel où il peut montrer les outils et équipements utilisés. L'utilisateur s'assoit (de préférence sur une chaise qui peut tourner) et il se déplace dans les environnements professionnels.

Dans le centre de détention, en collaboration avec le conseiller, les détenus avaient sélectionné au préalable trois métiers sur lesquels ils souhaitaient se renseigner afin que le jour de l'expérience, ils ne se promènent pas d'un métier à l'autre sans organisation. Ils ont ensuite été placés par groupes de quatre, chacun disposant d'un casque. Le temps nécessaire est d'environ 30 minutes pour se familiariser avec l'outil et parcourir quatre emplois (les trois présélectionnés plus un choix libre).

Les détenus comme le conseiller de la Mission locale ont exprimé leur satisfaction quant à cette expérience.

3.3.3. Formation des délinquants réfugiés

Le [projet Erasmus+ TRAIVR](#) - *Formation des délinquants réfugiés par la réalité virtuelle* (2020-2023) vise à combler le fossé de la barrière linguistique et à assurer la réadaptation des probationnaires réfugiés consommateurs de drogues en développant un programme de RV pour améliorer leurs capacités d'adaptation considérées ici à travers la résolution de problèmes et la régulation des émotions. L'objectif principal est de travailler sur les capacités d'adaptation plutôt que sur le comportement de consommation de substances. La réalité virtuelle utilise le même environnement et le même scénario dans différentes langues ce qui permet de réaliser des économies d'échelle. [TRAIVR](#) se propose de :



- réaliser une étude sur les problèmes de réinsertion des réfugiés résultant des barrières linguistiques,
- analyser la littérature sur l'utilisation de la réalité virtuelle pour la formation à la gestion du stress en rééducation,
- créer un programme de réalité virtuelle pour apprendre aux délinquants réfugiés à gérer le stress dans leur vie sans commettre de crime).

3.4. Préparer la sortie

3.4.1. Maintenir un lien familial

En 2017, douze détenues de la prison pour femmes de San Joaquin, au Chili, ont bénéficié d'ateliers audiovisuels incluant des expériences de réalité virtuelle. Auparavant, la cinéaste chilienne, Catalina Alarcón, a passé deux semaines à visiter les maisons et les quartiers de six détenues, avec une caméra à 360° confiée à un membre de la famille, qui faisait le tour de sa maison ou de son quartier et racontait à la détenue ce qu'il voulait lui dire sur son quotidien. L'objectif était de leur permettre de « [rentrer chez eux](#) » (*Volver a casa*), en restant à l'intérieur de la prison. Renforcer le lien entre les détenues et leurs familles devrait faciliter la réinsertion.

3.4.2. Préparer la réinsertion dans la société

Différentes initiatives estiment que la réalité virtuelle peut être utilisée efficacement pour faire vivre aux détenus de longues peines des situations de la vie quotidienne qu'ils n'ont pas connues, la société évoluant différemment et plus rapidement que le contexte carcéral. Ainsi en 2020, l'État du Colorado a lancé un programme destiné aux personnes qui ont déjà purgé vingt ans de leur peine. Afin d'être prêts à vivre leur vie en liberté, les détenus préparent leur réinsertion avec la réalité virtuelle. Pendant trois ans, ils sont immergés dans des scènes de la vie quotidienne qui leur étaient inconnues. Beaucoup ont peur de la vie en dehors de la prison et certains, condamnés encore adolescents craignent de ne pas savoir comment se comporter en tant qu'adultes.

Une initiative similaire est menée par le département correctionnel de Pennsylvanie⁴ pour tenter de résoudre le problème de la récidive des mineurs et de l'échec de leur réinsertion sociale. Des programmes de réhabilitation incluant formation et utilisation de la réalité

4 <https://www.cor.pa.gov>



virtuelle⁵ pour aider les délinquants mineurs (dont certains ont été condamnés avant 18 ans) ont été mis en place avec la société Nsena, spécialisée dans la réalité virtuelle pour les services de police et les services correctionnels qui a développé des scénarios avec des vidéos à 360° où les délinquants pouvaient visiter (avec des casques) leurs nouvelles maisons avant de quitter la prison. Selon le responsable de l'administration, Daniel McIntyre, « *notre objectif, dans les services correctionnels comme partout ailleurs, est de changer la vie des gens et d'assurer la sécurité de la société* », ce qui peut être « *accompli en modifiant le comportement des personnes que nous surveillons et gérons. Ils ont fait des erreurs, [mais] vous devez croire qu'ils veulent changer* ». Ici, la RV a aidé ces détenus à gérer leurs niveaux de stress et d'anxiété en les préparant à leur nouvel environnement avant de quitter la prison.

Les agents pénitentiaires utilisent également la réalité virtuelle pour motiver les détenus à adopter des comportements positifs, par exemple la randonnée ou la plongée sous-marine. Nsena développe également des scénarios virtuels où les détenus peuvent s'entraîner à gérer des conflits et des tensions.

3.4.3. Se préparer aux entretiens d'embauche

Actuellement en phase de test, le *Virtual Interactive Training Agent (VITA)*, développé par l'*Institute for Creative Technologies* de l'Université de Californie du Sud, permet de passer un entretien d'embauche en réalité virtuelle avec plusieurs scénarios, différents personnages et niveaux de difficulté (Burke et al., 2018). Bien qu'appliqué à de jeunes adultes atteints d'autisme ou d'autres troubles du développement, ce programme a donné des résultats préliminaires positifs pour les entretiens d'embauche (Bresnahan et al., 2016). La valeur ajoutée de VITA est actuellement testée chez des mineurs incarcérés pour anticiper leur sortie.

Une initiative similaire est menée dans le Michigan avec un programme de simulation d'entretien VR-JIT (*Virtual Reality Job Interview Training*)^{6,7} développé par Smith et ses

5 <https://www.usnews.com/news/best-states/articles/2018-03-15/introducing-inmates-to-real-life-via-virtual-reality>

6 <https://www.jobinterviewtraining.net/>

7 La formation aux entretiens d'embauche en réalité virtuelle (VR-JIT) est une simulation de formation en réalité virtuelle informatisée qui peut être utilisée sous forme de logiciel informatique ou via Internet. VR-JIT permet aux utilisateurs de changer et d'être libres dans leurs réponses et contient un intervieweur en réalité virtuelle affichant un large éventail d'émotions, de personnalité et de mémoire. La nature non ramifiée de l'entretien crée un entretien différent à chaque fois à partir de 1 000 questions enregistrées en vidéo et de 2 000 réponses. Il est possible de rejouer les entretiens, d'obtenir des commentaires immédiats, d'afficher les scores sur les dimensions clés de la performance et de relire les transcriptions audio et écrites avec un code couleur pour les réponses d'entretien "fortes", "neutres" ou "à améliorer". En outre, VR-JIT propose des conseils sur la manière de réussir des entretiens d'embauche et couvre des sujets connexes tels que la création d'un CV, la recherche d'un poste, la réponse à une candidature en ligne, l'hygiène, les vêtements à porter, les types de questions à poser, les rappels sur le contact visuel et la nécessité de révéler un handicap. La section de la demande d'emploi à fournir des informations telles



collègues (2020) qui ont également conduit une étude montrant que le Département correctionnel du Michigan obtient des résultats positifs en l'utilisant. Ce programme fait partie de l'offre des Vocational Villages, villages professionnels pour la formation dans les établissements pénitentiaires.

VR-JIT accroit les compétences en matière d'entretien d'embauche et augmente la probabilité d'être embauché dans les six mois suivant la libération (par rapport aux techniques de préparation conventionnelles). Plus généralement, les détenus participant aux formations ont également une probabilité plus faible de récidive.

3.5. Préparer l'entrée et augmenter la transparence du système

Le centre pénitentiaire de *Quatre Camins* en Catalogne a décidé en décembre 2018 avec la collaboration du personnel de proposer une visite virtuelle de l'établissement. Une caméra Insta360 One, installée sur pied au centre de chaque site a été activée à distance par Bluetooth avec un iPhone 8 pour montrer le lieu sans personne (bien que cela n'ait pas toujours été réalisé avec succès). A partir des photographies prises, un parcours a été organisé à l'aide de [Roundme](#), une plateforme de publication de réalité virtuelle 360° et de création de visites panoramiques. Le résultat est visible [ici](#).

Lorsque les détenus arrivent, ils restent dans la zone d'accueil jusqu'à ce que l'on décide de leur cellule et de l'unité où ils seront affectés. Pendant cette période, ils sont généralement angoissés surtout si c'est leur première incarcération. Ils ne savent pas où ils sont, et n'imaginent pas non plus ce que sera leur vie quotidienne. Grâce à cette visite virtuelle, dès le premier moment, lors de l'entretien d'accueil (que réalise généralement un pédagogue), les détenus établissent un contact avec le centre, en se plaçant dans l'espace où ils vont passer une partie de leur vie. Visualiser les différents lieux peut les

que leur formation, leurs antécédents professionnels et leurs compétences professionnelles que l'interviewer virtuel va utiliser. Le programme permet aux stagiaires de choisir parmi huit postes (caissier, services alimentaires, espaces verts, magasinier, service à la clientèle, sécurité...). La simulation des entretiens se fait en interaction avec Molly, des ressources humaines, par un logiciel de reconnaissance vocale qui permet de s'entraîner à formuler des réponses qui peuvent améliorer ou détériorer le rapport avec Molly. Cette approche permet de faire des erreurs et d'apprendre à améliorer ses réponses. Un retour d'information sur les performances est fourni en temps réel grâce à un coach non verbal à l'écran mais il est possible d'avoir un retour verbal en cliquant sur un bouton d'aide. VR-JIT permet également d'examiner une transcription de chaque question et réponse, qui indique pourquoi les réponses sont ou pas appropriées et donne des conseils connexes.



aider à se calmer et répondre à leurs attentes. La visite virtuelle peut dissiper l'incertitude et servir de médiateur entre le professionnel qui effectue l'accueil et le détenu. Cette visite permet également à sa famille de savoir où il vit.

Avec ce projet, la prison s'ouvre à la société en offrant à chacun la possibilité de visiter l'intérieur de la prison grâce aux photographies à 360° qui permettent de voir en détail les différents espaces. C'est un élément de transparence et de connaissance de l'institution.

Sur un plan plus pratique, connaître l'aspect physique du centre, sa distribution et le rôle de chaque espace est aussi intéressant pour ceux qui doivent y exercer une activité : remplacements de personnel, cours, bénévolat, etc.

3.6. Prévenir la récidive

3.6.1. Développer l'empathie pour les victimes

Fin 2021, un casque de réalité virtuelle permettant aux auteurs de violences conjugales de se mettre à la place des victimes a été expérimenté auprès de 28 volontaires dans trois SPIP de Seine-Saint-Denis (antenne de la maison d'arrêt de Villepinte), du Rhône et de Seine-et-Marne (en milieu ouvert à Meaux)⁸. Ce projet, mené en partenariat avec l'entreprise Reverto, spécialisée dans la réduction des comportements à risques, vise à susciter de l'empathie pour les victimes et initier une discussion avec les équipes d'accompagnement sur la gravité des actes.

Cette expérimentation sera suivie par des chercheurs pour : 1) évaluer l'appropriation des outils de réalité virtuelle par les professionnels et les cibles pour dégager des recommandations opérationnelles ; 2) analyser son impact sur les personnes suivies dans la perspective de généraliser l'utilisation de la réalité virtuelle.

« Pendant douze minutes, le spectateur se retrouve plongé en immersion dans la salle à manger d'un couple, qu'il voit évoluer sur plusieurs années : l'attente du premier enfant, un dîner ordinaire, un repas avec des amis... Au fil des sept séquences, la violence s'installe. D'abord verbale, puis physique. Le scénario effleure aussi les questions de l'emprise, de l'isolement progressif, du contrôle obsessionnel. La réalité virtuelle permet au spectateur de se mettre tour à tour dans la peau du conjoint violent, de sa compagne et de leur petit garçon. Un renversement des points de vue dont le but est de susciter, chez l'auteur de violences conjugales, de l'empathie pour sa victime et par ce biais

⁸ Source : <http://www.justice.gouv.fr/le-garde-des-sceaux-10016/violences-intrafamiliales-des-moyens-inedits-contre-la-recidive-34094.html>



une prise de conscience. « Il est extrêmement important qu'il puisse comprendre ce qui s'est passé, pour reconnaître le cycle de la violence, le déconstruire et le remplacer par la parole, afin de lutter contre la récurrence », explique Guillaume Clère, fondateur et président de la start-up lyonnaise [Reverto](#)⁹. »¹⁰

3.6.2. Se projeter dans l'avenir

FRED est un environnement virtuel où le sujet matérialise et partage avec le professionnel une représentation qui articule son vécu, ses projections futures, et son plan d'accompagnement en évolution. Il a été construit dans le but d'accompagner le sujet dans le développement d'un plan de vie satisfaisant ses besoins personnels, dans la réflexion sur son identité sociale, et dans la stimulation de sa disposition/engagement vers le changement.

En se définissant de telle ou telle manière, dans tel ou tel environnement, le sujet donne corps à ses valeurs et besoins fondamentaux et bien que non advenus, ces éléments contribuent à la définition actuelle de soi et créent un ancrage mnésique positif. Cet ancrage permet d'observer des manifestations positives fortes impactant les attitudes et comportements actuels. Il se projette dans l'avenir en partant de lui, de ses valeurs, et construit ainsi une vie cohérente avec son identité et non une vie où son identité doit s'adapter aux contraintes externes. La projection permet au sujet de composer sans les stressants ou déclencheurs bloquant actuellement sa capacité à percevoir ou envisager la vie sans la transgression. L'absence du thérapeute dans l'environnement visuel favorise la production libre d'un discours sur soi par soi. La parole se libère plus rapidement qu'en face-à-face visuel.

FRED s'appuie sur la méthode des plans de vie suggérée par le *Good Lives Model* couplée à la projection temporelle du modèle TIM-E (Dieu, 2016) et a pour but d'optimiser ses accompagnements :

- le *Good Lives Model* suppose qu'un sujet ayant une vie le satisfaisante n'aurait plus de raison de passer à l'acte. L'objet premier de l'intervention n'est donc plus la stricte prévention de la récurrence mais l'épanouissement du sujet garant contre la survenue de passages à l'acte ultérieurs.
- le modèle de l'Identité Temporelle TIM-E fait du temps une dimension centrale de l'accompagnement comme variable étayant la définition identitaire.

« FRED est divisé en deux espaces virtuels : une plage avec un ponton, dédié aux exercices de relaxation, et une maison, zone de travail pour les entretiens et exercices sur l'identité temporelle et le plan de vie. Dans ces espaces, plusieurs objets virtuels sont à disposition du sujet, avatars et sphères de vie.

⁹ Reverto propose des [solutions](#) de prévention des risques psychosociaux par les technologies immersives.

¹⁰ Source : Laurie Carrive, [Quand la réalité virtuelle se met au service de la lutte contre les violences conjugales](#), France Inter, 24 septembre 2021.



Les avatars représentent le sujet sous une forme humanoïde non genrée. Commandé par le sujet, l'avatar est utilisé, soit pour le matérialiser dans son plan de vie, soit pour des exercices impliquant une décentration de personnes ou de temps (soi dans le passé ou le futur).

Les sphères de vie, bulles transparentes, représentent les domaines (des catégories de personnes et d'activités... chacune représentée par un symbole) investis concrètement par le sujet dans sa vie quotidienne. Ces sphères sont utilisées pour représenter les éléments du plan de vie du sujet, dans les différentes temporalités.

Le placement et l'apparence des sphères sont modifiables par le sujet uniquement et selon un codage qui permet de représenter : le temps consacré à cette sphère de vie au quotidien ; la qualité du ressenti du sujet en lien avec la sphère, sur un continuum allant de désagréable à agréable ; l'importance qualitative de la sphère aux yeux du sujet (l'intensité du besoin ou la valeur en terme identitaire qui lui est associée). Toujours concernant l'apparence des sphères, une modalité permet de spécifier la temporalité à laquelle elles appartiennent : actuelle, passée ou future - permettant des exercices de décentration de temps et la construction du plan de vie futur. Des liens peuvent être créés par le sujet, connectant des sphères entre elles, un avatar et une sphère, des avatars entre eux et toutes autres combinaisons, symbolisant leurs relations. » (Dieu, 2020)

3.7. Lutter contre la radicalisation

Judicial Strategy against all forms of Violent Extremism (J-SAFE) financé par le programme européen pour la justice (JUST-AG-2016-03) a été mis en œuvre de janvier 2018 à janvier 2021 pour analyser les mesures de poursuite et de détection de l'extrémisme dans toutes les phases de la procédure pénale. Il a généré des outils, des protocoles et des guides d'évaluation des risques conformément à la réglementation européenne pour son utilisation par les juges et le personnel pénitentiaire. Des formations ont été dispensées au personnel judiciaire et pénitentiaire, notamment pour comprendre des processus de radicalisation en prison, pour la prévention et l'investigation et sur la surveillance des données dans les prisons. Pour explorer le potentiel des risques et de former les agents de lutte contre le terrorisme et le personnel administratif des prisons, plusieurs scénarios ont été créés dans des environnements virtuels. Il s'agissait d'améliorer leurs capacités de prise de décision, leur conscience de la situation et leur résilience émotionnelle lors de scénarios dangereux où leur vie est menacée.



Dans ce cadre, KEMEA (Centre d'étude de la sécurité), partenaire grec du projet, a organisé à Athènes un atelier sur la fouille des prisons en réalité virtuelle pour le personnel de la prison de Korydallos. Les activités de formation ont été dispensées en mixant réalité virtuelle et intervention de formateurs du service pénitentiaire hellénique et de KEMEA. Cette solution immersive a permis de simuler et d'expérimenter directement l'enquête dans une cellule pour rechercher des indices d'une éventuelle activité terroriste et des signes de radicalisation et pour apprendre comment appréhender la sécurité numérique en prison.

Le projet MIRAD en cours (2022-2024) s'appuie, lui, sur un outil de dépistage individuel de la radicalisation que la Commission européenne considère prometteur : l'IRS¹¹. Ses principaux objectifs sont les suivants :

- 1.** Construire et tester une approche d'évaluation méthodologique et l'instrument associé qui pourrait ensuite être utilisé par les systèmes pénitentiaires et de probation de l'UE pour assurer la fiabilité et la capacité des ONG en tant que partenaires des programmes de désengagement et de réintégration ;
- 2.** Concevoir et valider des fiches d'évaluation complémentaires à l'IRS, spécifiques aux idéologies et adaptées aux extrémismes de droite et islamiste, afin d'améliorer l'évaluation du risque de radicalisation des détenus ;
- 3.** S'appuyer sur, et compléter les interventions de renforcement des capacités pour utiliser l'outil d'évaluation des risques, en formant les professionnels des prisons, de la probation et des associations sur les stratégies de sortie ;
- 4.** Proposer des offres de formation en ligne basée sur des scénarios de réalité virtuelle pour évaluer la radicalisation ;
- 5.** Concevoir et promouvoir l'adoption de modèles et de protocoles de collaboration intersectorielle et interinstitutionnelle, en attirant l'attention des différentes professions sur l'importance de celles-ci pour l'efficacité des programmes de désengagement.

Le projet est financé par le Fonds de sécurité intérieure - Police, Commission européenne de janvier 2022 à avril 2024. Les pays impliqués sont le Portugal, la Grèce, la Bulgarie, la France, l'Espagne, la Pologne et la Belgique.

¹¹ <http://www.r2pris.org/individual-radicalisation-screening.html>



4. Intérêt et limites de la réalité virtuelle pour la formation

4.1. L'apport de la réalité virtuelle

Ticknor (2019a ; 2019b) résume ainsi les avantages de la réalité virtuelle en formation :

- Peu ou pas de risques associés : Les apprenants peuvent s'engager avec des scènes virtuelles et des risques dans un environnement sûr et ainsi développer des compétences dans des domaines qui seraient trop dangereux, coûteux ou nuisibles pour être étudiés autrement (Krisch et al., 2016). Ils peuvent prendre des décisions qui n'ont pas d'impact sur les équipements, les travailleurs ou les clients.
- Elle peut être utilisée dans une zone contrôlée
- Elle peut utiliser des scénarios basés sur la réalité
- Peut se faire à distance
- Améliorer la rétention des informations
- Simplifier les problèmes ou les situations complexes
- Adaptée à différents styles et contextes d'apprentissage
- Innovante et agréable.

A cette synthèse il est possible de rajouter les points suivants.

- Susciter l'intérêt de l'apprenant : quel que soit son âge, l'apprenant choisira généralement de s'asseoir pour regarder quelque chose plutôt que de lire. La réalité virtuelle permet d'explorer de nouveaux mondes et d'avoir un aperçu d'expériences qui ne pourraient jamais être "vécues" dans la vie réelle. Avec l'utilisation de cette technologie, les élèves seront plus motivés pour apprendre (Harrington et al., 2018).
- L'engagement de l'apprenant s'accroît : la réalité virtuelle aide à capter et à maintenir l'attention des apprenants, ce qui entraîne une meilleure rétention des informations (Martirosov & Kopecek, 2017), à augmenter l'engagement de l'apprenant dans les activités et à le motiver en induisant et en augmentant un sentiment d'émotion (Riva et al., 2007).



- Développer des compétences techniques : les apprenants peuvent acquérir une expérience pratique d'activités telles que l'assemblage de produits et le fonctionnement de machines complexes. Ils peuvent se déplacer et utiliser des contrôleurs pour prendre, pousser et explorer des objets virtuels. Pour l'enseignement technique, la RV évite la mise à disposition de machines coûteuses et permet aussi d'accompagner l'évolution des technologies dans l'industrie.
- Apprendre des gestes professionnels : par exemple, on peut placer le personnel d'une chaîne d'approvisionnement sur une ligne de fabrication virtuelle pour l'entraîner à empiler correctement les articles. Le logiciel peut identifier et rectifier les erreurs, garantissant que les stagiaires réalisent l'activité correctement dans le monde réel.
- Avantages cognitifs. Comme nos processus moteurs et visuels sont inextricablement liés, les théories de la cognition affirment que les signaux physiologiques et les interactions dans un monde virtuel pourraient stimuler un niveau plus élevé de traitement cognitif. Les émotions peuvent également avoir un impact significatif sur la prise de décision et la résolution de problèmes, en particulier dans les situations dangereuses (Ticknor, 2019a ; 2019b). La réalité virtuelle aide à mieux comprendre et à récupérer les informations (Freina & Ott, 2015).
- L'intégration facile de plusieurs langues sur un scénario virtuel permet d'atteindre davantage de personnes et de diminuer ainsi le coût d'élaboration par apprenant.

Enfin, elle permet de collecter des données sur les comportements individuels :

- informations de base telles que la fréquence d'utilisation et le temps nécessaire pour une activité,
- progression des apprenants (indicateurs quantitatifs) et indicateurs de performance (les décisions, le temps, les mouvements corporels et le suivi oculaire rétinien sont des marqueurs numériques de productivité et d'engagement).

Ces informations permettent d'évaluer l'efficacité du programme, de détecter et de corriger les erreurs, et de s'assurer que les apprenants apprennent. Ces informations peuvent également fournir un retour d'information en temps réel aux apprenants (Slater & Sanchez-Vives, 2016).



4.2. Quelques inconvénients et limites

4.2.1. Inconvénients physiques

Dans une étude menée par Mosadeghi et ses collègues (2016), 40 % des participants ont ressenti un inconfort général et des vertiges, environ 33 % ont déclaré avoir une vision floue et des difficultés de concentration, et 21 % une vision double (prévalence des symptômes des effets secondaires de la RV par rapport à la réalité augmentée et à l'utilisation de tablettes).

- Vision floue

La vision floue est généralement due à un mauvais réglage du casque et en particulier de l'écart inter-pupillaire. Plusieurs essais de calibrage peuvent être nécessaires, surtout par les porteurs de lunettes. Notons qu'un mauvais réglage de l'écart inter-pupillaire peut provoquer des maux de tête.

- Nausées induites par la réalité virtuelle

L'effet le plus répandu est probablement une sensation de nausée après quelques minutes d'utilisation, le risque devenant plus élevé à mesure que la durée augmente. Cette cybernausée se caractérise par des sensations de nausée, de désorientation, de maux de tête, de fatigue, d'inconfort, de difficultés de concentration, de problèmes de vision, entre autres symptômes (Rebenitsch & Owen, 2016). Elle peut être causée par le fait que la vision et l'audition perçoivent des éléments que les autres sens ne peuvent pas détecter. Après un certain temps, cette désynchronisation sensorielle peut provoquer des nausées. Les progrès technologiques de ces dernières années ont atténué ce phénomène. Elle peut aussi provenir du décalage sensoriel, causé par les messages contradictoires que le cerveau reçoit du système visuel, informe le cerveau que le corps est en mouvement, alors que le système vestibulaire contredit cette information en signalant que le corps est immobile (Howarth & Costello, 1997). Il produirait des effets similaires à ceux du mal des transports (Gavgani et al., 2018), et ses effets peuvent durer des heures.

Pour éviter la sensation de nausée, il faut que l'image suive immédiatement le mouvement et que les mouvements visualisés dans le casque correspondent parfaitement à ceux du corps. Sinon, l'oreille interne sera désorientée. Si la réactivité des casques reste suffisante malgré l'augmentation de la résolution des images, les développeurs qui conçoivent les expériences en VR font parfois des erreurs.

- Sécheresse oculaire et problèmes de vision

Une utilisation prolongée peut provoquer une sécheresse oculaire et d'autres problèmes de vision. Par exemple, lorsqu'on retire un casque après une période prolongée, il est possible de voir flou pendant quelques instants. Un écran de mauvaise qualité avec une faible définition sera plus susceptible de provoquer une fatigue oculaire ou une migraine. Il est important d'ajuster la mise au point lorsque cela est possible. Certains estiment que



l'utilisation intensive pourrait avoir à long terme un impact sur la capacité des yeux à changer leur focalisation entre les objets proches et lointains.

- Problèmes d'équilibre

L'utilisation de la RV peut provoquer des problèmes d'équilibre notamment chez les personnes âgées (Borger et al., 1999), ce qui augmente le risque de chute en raison du décalage sensoriel.

- Perte d'orientation dans l'espace

Après une trentaine de minutes, voire moins, les utilisateurs de casques perdent leur sens de l'orientation dans l'espace. S'ils se déplacent dans une pièce, ils risquent de heurter des obstacles et de se blesser.

- Epilepsie photosensible

Tout comme la télévision et les appareils mobiles, la technologie RV peut provoquer des crises d'épilepsie. Cependant, une étude récente réalisée sur des enfants a montré que, même si les casques sont portés près des yeux et qu'une séquence clignotante est capable d'affecter le cortex visuel, il n'y a pas forcément un risque de déclenchement d'épisodes de crises photosensibles (Tychsen & Thio, 2020).

Le meilleur moyen de prévenir ces inconvénients est de limiter la durée d'utilisation et de faire des pauses : plusieurs recherches indiquent que l'exposition à la réalité virtuelle pendant plus de 10 minutes peut être associée à des symptômes de malaise et que le degré de ce symptôme augmente avec la durée d'exposition (Stanney et al., 2003).

4.2.2. Un apprentissage moins efficace ?

Les utilisateurs rapportent souvent un degré élevé d'engagement avec un contenu immersif (Harrington et al., 2018). Cependant, cette augmentation de l'engagement ne garantit pas une amélioration de la mémorisation et des performances ultérieures. Elle pourrait même conduire à une augmentation du temps d'apprentissage (Smith & Salmon, 2017). En effet, l'interaction dans les scénarios de formation est tellement appréciée et incitative que l'utilisateur y consacre plus de temps qu'il serait nécessaire. Si augmenter l'engagement est pertinent pour recréer de la motivation, c'est aussi au risque de perdre en efficacité d'apprentissage.

4.2.3. Absence de prise en compte des situations de la vie réelle

La performance développée dans le cadre d'une simulation ne peut pas toujours refléter la façon dont l'individu réagit dans le monde réel, quel que soit le réalisme de la simulation ou la probabilité qu'elle corresponde au monde réel (Moroney & Lilienthal, 2009). Cela peut être dû au fait que les niveaux de stress restent stables (la situation présentée virtuellement n'étant pas considérée comme une menace potentielle), que les participants s'attendent à devoir faire face à des événements imprévus ou à des urgences pendant qu'ils sont sur le simulateur et à être évalués dans ces circonstances (ils sont hypervigilants), ou même à



l'incapacité de simuler les émotions quotidiennes que l'on ressent (ennui, fatigue, excitation...).

4.2.4. Coûts

Le coût élevé de la réalité virtuelle généré par création des scénarios et par le nombre de spécialités nécessaires est sa principale limite pour une adoption rapide par le secteur de l'éducation et de la formation des publics éloignés de l'emploi. Mais le coût d'utilisation est également important, même si l'équipement devient plus abordable tout en offrant une meilleure qualité. Utilisé de manière intensive, celui-ci peut être endommagé, et devra être réparé ou renouvelé. La réalité virtuelle peut également entraîner des coûts supplémentaires pour gérer l'équipement et accompagner les apprenants.

Enfin, formatés par des jeux vidéos de très grande qualité technique, les utilisateurs ont des attentes de plus en plus élevées en matière de rendu visuel, de son et d'expérience. Si le public ciblé a une faible capacité de financement, les développeurs auront des difficultés à produire des ressources formatives en phase avec la culture numérique des apprenants et leurs productions apparaitront d'autant plus vite obsolètes.

4.2.5. Considérations éthiques

Un défi à l'utilisation de la réalité virtuelle, notamment dans le cadre de la justice pénale, est le risque de collecte de données à des fins commerciales par les entreprises qui proposent la technologie (Madary & Metzinger, 2016) ce qui est bien sûr contraire à l'éthique sur la confidentialité.



5. Elaborer et utiliser des ressources de formation en réalité virtuelle

5.1. Les différentes réalités virtuelles

La réalité virtuelle est une technologie informatique qui simule la présence physique d'un utilisateur dans un environnement artificiellement généré par des logiciels et avec lequel l'utilisateur peut interagir. Elle reproduit donc artificiellement une expérience sensorielle, qui peut inclure la vue, le toucher, l'ouïe et l'odorat (visuelle, sonore ou haptique). Selon le degré d'interaction, on distingue :

- La réalité virtuelle totalement immersive qui donne aux utilisateurs l'expérience la plus réaliste possible, non seulement avec la vue et le son mais également avec des sensations corporelles.
- La réalité virtuelle semi-immersive qui donne la sensation d'être dans une réalité différente mais uniquement par la vue et le son. Il n'y a pas de mouvement de la part de l'utilisateur. Des environnements numériques sont généralement créés pour compléter des images réelles. On parle aussi de réalité mixte, car des objets numériques interagissent avec des objets physiques.
- La réalité virtuelle non-immersive qui fait référence à une expérience vécue à travers un ordinateur sans interaction avec l'environnement mais où l'utilisateur peut se mettre à la place de différents personnages.

La réalité augmentée est la superposition de la réalité et d'éléments (sons, images 2D, 3D, vidéos, etc.) calculés par un système informatique en temps réel. Elle désigne les différentes méthodes qui permettent d'incruster de façon réaliste des objets virtuels dans



une séquence d'images. Elle s'applique aussi bien à la perception visuelle (superposition d'images virtuelles aux images réelles) qu'aux perceptions tactiles ou auditives.

5.2. Les interfaces utilisateur¹²

La réalité virtuelle est mise en place au moyen de différentes interfaces sensorielles. Audio-visuelles, tactiles, olfactives et à simulation de mouvement, elles permettent de percevoir le monde virtuel et d'y être immergé.

Les principales interfaces visuelles sont les suivantes.

- Les salles immersives sphériques ou cubiques (CAVE, Icube, SAS Cube) constituées d'écrans de rétroprojection ou de projection directe stéréoscopiques et synchronisés. L'utilisateur est immergé dans une pièce où des images sont projetées sur les murs, le sol et le plafond. Un système de capture de sa position permet de calculer la perspective en temps réel pour respecter son point de vue.
- Les écrans stéréoscopiques, avec ou sans système de suivi de l'utilisateur. Celui-ci est équipé de lunettes stéréoscopiques qui cachent alternativement la vision d'un œil puis de l'autre, l'ordinateur s'occupant d'afficher l'image correspondante de manière synchrone. S'il y a un système de suivi, les images sont recalculées en temps réel pour correspondre au point de vue de l'utilisateur.
- Les casques de réalité virtuelle englobent tout le champ de vision de l'utilisateur en diffusant une image pour chaque œil. Le cerveau rassemble ces deux images pour les transformer en une vision 3D. En plus de cette stimulation du système visuel, ils localisent la tête de l'utilisateur en orientation et translation.

Pour interagir en 3D avec l'environnement virtuel l'utilisateur peut employer des interfaces motrices telles que les capteurs de localisation, les interfaces spécifiques de localisation corporelle et les interfaces manuelles motrices. Les interfaces à retour d'effort sont des interfaces sensori-motrices, qui permettent d'interagir avec l'environnement virtuel tout en le percevant.

Les casques de réalité virtuelle sont vendus avec deux contrôleurs, un pour chaque main, plus ou moins ergonomiques et offrant différentes possibilités d'interaction.

¹² Différentes ressources en ligne ont été utilisées pour ce chapitre : articles de Wikipedia, comparatifs du site [Les Numériques](#), le site [Réalité virtuelle](#), [France panorama](#), [Futura Sciences](#), [Image numérique](#), [L'usine digitale](#), [FAndroid](#), [Virtual Guru](#), ainsi que les sites des constructeurs.



Pour l'utilisation qui nous concerne, avec les limitations d'accès à internet et aux postes informatiques dans la plupart des prisons, nous nous intéresserons seulement aux casques dits autonomes.

La notion d'autonomie pour un casque de réalité virtuelle concerne à la fois l'autonomie en termes de perception de l'environnement (équipés de plusieurs caméras, il n'a pas besoin de capteurs externes pour détecter l'environnement) et la capacité à s'utiliser sans être relié à un ordinateur, ce qui permet aussi une plus grande liberté de mouvement. Ces casques sont moins performants et disposent généralement de possibilités moindres, la capacité de calcul étant intégrée au casque.

En tenant compte des évolutions de version, l'offre de casques autonomes est limitée à deux modèles, l'Oculus Quest 2 de Facebook, tout public et le Vive Focus 3 d'HTC, réservé à des usages professionnels, pour lesquels nous proposons un comparatif technique et fonctionnel. Lenovo a lancé en 2018 le casque Mirage Solo qui n'est plus disponible et qui n'a pas encore de successeur. Le Goblin 2 de Pico n'est plus disponible et n'a pas non plus de remplaçant.

	Oculus Quest 2	HTC Vive Focus 3
Disponible depuis	Fin 2020	Mi 2021
RAM	6 Go	8 Go
Capacité de stockage	128 Go ou 256 Go	128 Go avec prise en charge de microSD jusqu'à 2 To
Ecran	Unique écran LCD	Double écran LCD 2.88 pouces
Champ de vision	110°	120°
Fréquence d'affichage (taux de rafraichissement)	90 Hz (Evolution prévue à 120 Hz)	90 Hz
Résolution par oeil	1832 x 1920 pixels	2448 x 2448 pixels
Poids	503 g	785 g
Dimensions	191,5 x 102 x 142,5 mm	245 x 149 x 356 mm
Capteurs	4x caméras, Accéléromètre, gyroscope, capteur de proximité	4x caméras, Accéléromètre, gyroscope, capteur de proximité
Système d'exploitation	Android	Vive Reality System 2.0
Batterie	Non amovible (temps de charge d'une heure environ)	Amovible (rechargeable en dehors du casque)



	pour une autonomie de 2-3 heures)	
Écart inter-pupillaire	Réglage sur 3 positions (58, 63 et 68 mm)	Réglable de 57 à 72 mm
Prix (euros)	300-350	> 1400
Points forts	<p>Léger, confortable, bien construit, chauffe modérée.</p> <p>Finesse de l'affichage impressionnante, effet de grille quasiment inexistant.</p> <p>Très intuitif et simple à utiliser.</p> <p>Suivi de mouvement très performant du casque, des manettes, et même des mains nues.</p>	<p>Le champ de vision le plus large du marché des casques tout-en-un</p> <p>Un écran 5K assez net pour lire des textes</p> <p>Un système d'attache solide</p> <p>Poids bien distribué</p> <p>Batterie amovible</p> <p>Charge des contrôleurs sur le casque</p> <p>Le slot microSD</p> <p>Très facile à nettoyer</p>
Points faibles	<p>Autonomie faible (entre 2 et 3 heures).</p> <p>Peu confortable pour les porteurs de lunettes.</p> <p>Pas de réglage fin de l'écart interpupillaire.</p> <p>Le système d'attache.</p> <p>Nécessité de posséder un compte Facebook</p>	<p>Prix</p> <p>Ventilateur très bruyant</p> <p>Baisse de performances par moments</p> <p>Réfractions de lumière sur l'écran</p> <p>Ergonomie des contrôleurs</p>

Pour des raisons de compatibilité et de rapport qualité-prix, le projet s'oriente sur l'Oculus Quest 2 dans sa version de base à 64 Go. Afin de pouvoir visualiser les scénarios qui seront développés, une procédure de configuration initiale est nécessaire avec un accès Internet sans fil, un compte Facebook et un iPhone (iOS 10 ou supérieur) ou un smartphone Android™ (5.0 Lollipop ou supérieur) pour exécuter l'application Oculus (téléchargement gratuit) afin de configurer le dispositif. Cette configuration initiale terminée, le dispositif fonctionnera hors ligne sans connexion Internet.



5.3. Créer une application en réalité virtuelle

5.3.1. Une base vidéo 360°

Dans une vidéo à 360°, il est possible, à partir d'un certain point de vue, de changer l'angle de vision dans n'importe quelle direction. Il faut noter que cela reste à partir d'un point ancré dans la vidéo : on ne peut donc pas bouger le corps dans la scène. Si la caméra avance, le point d'ancrage va également avancer. Il existe deux type de caméras vidéos capables de réaliser des images à 360°.

- Les caméras vidéo 360° monoscopiques qui proposent des rendus à plat capturés par des caméras sphériques 360°. Le spectateur peut se déplacer dans la vue capturée mais n'a aucune perception de la profondeur. C'est le type de vidéo 360 le plus courant que l'on retrouve par exemple dans Google Street View. La vidéo monoscopique, ou vidéo 2D est progressivement utilisée dans de nombreux domaines tels que l'immobilier ou le tourisme et peut se regarder sur un écran d'ordinateur. Le regardeur n'a pas l'impression de profondeur ni de relief.
- Les caméras vidéos 360° stéréoscopiques, utilisées dans les applications de réalité virtuelle. Elles s'appuient sur des images monoscopiques en créant des rendus 3D de chaque plan par l'utilisation d'une entrée séparée pour chaque œil. Deux caméras sont nécessaires, sur 2 X 360°, pour chaque champ de vision afin que le produit final puisse être vu dans un casque de réalité virtuelle. Dans la pratique une seule caméra avec plusieurs objectifs qui filment simultanément les angles de chevauchement permet cette captation. Le fusionnement en deux vidéos sphériques est effectué soit par la caméra elle-même, soit à l'aide d'un logiciel de montage vidéo (comme Adobe Première Pro) qui peut analyser les images et les sons communs afin de synchroniser et de relier les différents flux entre eux.

Une vidéo statique offre une expérience plus confortable à l'utilisateur, le mouvement pouvant donner le vertige. Cependant en filmant depuis une position statique il est possible de recréer des effets de panoramiques et même de zoomer sur un sujet en mouvement avec des outils d'édition.

L'offre de caméras 3D 360° à prix abordable (entre 4000 et 5000 euros) se limite à quelques modèles :

- Insta360 Pro 2 qui peut tourner des images vidéo en 8K, norme actuelle des vidéos 360 professionnelles, que ce soit en 2D ou 3D (monoscopique / stéréoscopique). En résolution maximale, elle est capable de capter une scène en 8K à 60 images/s pour le 2D et 8K à 30 images/s pour la 3D. L'assemblage des images peut se faire dans *Adobe Premiere Pro* grâce à une extension dédiée.
- Kandao Obsidian qui offre une résolution maximale de 3800x3000 (8K) à 30 images/s ou de 1900x1500 (4K) à 60 images/s.



- Kandao QooCam 8K 360° qui dispose d'une résolution 8K à 30 images/s et 4K à 60 ou 120.

Des caméras 3D 180° sont vendues autour de 500 euros. L'offre est également limitée, autour de la GoPro Max et de l'Insta360 ONE X2. Leur définition est respectivement de 5,6K et 5,7K avec un maximum de 30 images/s. Elles nécessitent une application sous Android ou iOS pour être contrôlées. Elles ne sont pas destinées à une utilisation professionnelle.

5.3.2. Développement de l'application ViRTI

Le développement de l'application de réalité virtuelle nécessite les tâches suivantes :

- Montage des vidéos à 360° : traitement des vidéos afin qu'elles soient adaptées au développement de la RV. Elles doivent être programmables et prêtes à être importées dans le logiciel de RV (Unity).
- Programmation de l'environnement RV. Cette tâche comprend les activités de développement logiciel pour la création de l'environnement de réalité virtuelle, où les interactions auront lieu.
- Conception de la dimension ludique : un storyboard spécifique sera créé afin d'être suivi dans chaque module de l'application.
- Conception graphique : éléments graphiques utilisés pour la partie interactive.
- Création d'avatars que le détenu peut choisir pour être représenté.
- Création de l'interface utilisateur : mécanismes qui aideront le détenu à interagir avec l'environnement de RV, comme les menus.
- Développement des mécanismes nécessaires pour que le détenu puisse interagir avec les éléments interactifs via un contrôleur ou en regardant l'élément.
- Mise en œuvre d'éléments éducatifs qui pourront être des textes, des questions, des images, des graphiques, etc.
- Ajustement du son et des effets sonores.
- Déploiement sur le dispositif VR : après avoir implémenté les éléments ci-dessus dans l'application, elle doit être configurée afin d'être déployée sur le dispositif VR.

Une fois ces tâches terminées, la première version de l'application pour une capsule sera prête à être testée. Tous les partenaires auront l'occasion de la tester. Il est prévu de recueillir les commentaires afin de proposer d'éventuels changements ou modifications. SQLearn évaluera les changements proposés et mettra en œuvre les corrections. Cela servira de base pour élaborer la version finale de l'application pour toutes les capsules qui sera alors prête à être utilisée dans la phase de test.

Le logiciel [Unity 3D](#), sera utilisé pour construire l'application de réalité virtuelle. C'est l'un des moteurs de jeu les plus répandus dans l'industrie du jeu vidéo. Développé par Unity Technologies il est multiplateforme (smartphone, ordinateur, consoles de jeux vidéo et Web).



5.3.3. Création de scénarios et ajout d'interactions

Les interactions qui peuvent être ajoutées dans l'environnement VR sont des questions, des images, des quiz et probablement d'autres outils d'apprentissage en fonction du contexte de la vidéo. Pour les besoins du projet, nous proposons au moins une interaction par vidéo de 2 minutes. Chaque vidéo devrait comporter au moins 5 interactions.

Le scénario est le conducteur du tournage de la vidéo et il prévoit également les interactions éducatives que le module devra intégrer.

Exemple de trame de scénario (avec un conducteur vidéo réduit)

Titre	Scénario 1 – Métier de maçon
Caractère et situation	Un maçon travaille sur le chantier de construction d'une maison individuelle
Localisation	Chantier de construction (plus d'informations à ajouter ici)
Contact	
Date de tournage prévue	
Résumé	L'utilisateur regardera les séquences suivantes : Séquence 1 : Port d'équipements de protection individuelle Séquence 2 : Montage d'un mur en parpaing Séquence 3 : ...
Objectifs d'apprentissage	Connaître les EPI nécessaires et la façon de les porter Comprendre les différentes étapes du montage d'un mur en parpaing Connaître les différents matériaux Connaître les outils utilisés.

Détail de la séquence n°1	
Durée	30 s



<p>Actions : Que doit faire le protagoniste ?</p>	<p>Il quitte sa camionnette et se dirige vers le chantier. Porter un casque et les lunettes de sécurité. Porter des chemises à manches, un pantalon de travail long et des chaussures de sécurité Porter des gants de protection.</p>
<p>Position caméra</p>	<p>Au rez-de-chaussée de la maison, face au maçon qui arrive</p>
<p>Question 1 et commentaires (exemple)</p>	<p>Serait-il acceptable que le maçon porte un short et des sandales ?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oui • Non <p>Retour d'information :</p> <p>Les chemises sans manches ou débardeurs, les pantalons courts, les pantalons de survêtement, les baskets, les sandales et les chaussures à talons hauts ou à bouts ouverts ne sont pas autorisés.</p>
<p>Question 2 et commentaires</p>	<p>Lequel des équipements supplémentaires suivants pourrait être nécessaire ?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protection auditive • Protection du visage lors de la coupe, du meulage ou de l'ébarbage. • Lunettes de protection contre les projections chimiques • Protection respiratoire • Équipement de protection contre les chutes. <p>Commentaire après la réponse :</p> <p>Tous les EPI suivants peuvent être nécessaires. Ils sont déterminés par les conditions de travail.</p>
<p>Fin de la séquence n°1 - Fenêtre pop up avec un résumé des principales informations</p>	<p>Vous devez porter des EPI à tout moment !</p> <p>Au minimum, un casque et des lunettes et des chaussures de sécurité.</p> <p>Des chemises à haute visibilité doivent être portées à tout moment.</p> <p>Selon les circonstances, votre superviseur peut vous demander de porter des EPI supplémentaires.</p>



Dans l'application, le détenu pourra avoir une vue à 360° de la procédure avec son casque VR et pendant la tâche, des questions sur la procédure apparaîtront. Le détenu devra choisir parmi plusieurs options pour continuer, en utilisant son contrôleur, et un score sera créé en fonction de ses choix pendant l'activité qui sera résumée à la fin du module.

Au démarrage de l'application, le détenu pourra choisir son avatar.

5.4. Evolution et tendances¹³

5.4.1. Les casques de réalité virtuelle

La génération de casques apparue en 2016 est le premier produit grand public à offrir une expérience tolérable. Si les modèles ont progressé, ils sont loins de donner une sensation de quasi-réalité.

Le premier défi consiste à élargir le champ de vision actuel situé entre 90 et 110 degrés pour ne pas avoir l'impression d'ocillères. Pour se rapprocher du champ naturel, il faudrait l'augmenter à 240 degrés.

L'autre grand défi est d'afficher des images parfaitement nettes. Si la résolution des petits écrans des casques a doublé en cinq ans, pour atteindre environ quatre millions de pixels, elle reste très insuffisante, et l'on devine encore la grille de petits cubes avec des images qui paraissent floues et un texte pas très lisible. Une résolution de 16 K (15 360 pixels horizontaux par 8 640 pixels verticaux) par œil serait nécessaire, ce qui signifie qu'un écran large de sept centimètres devrait comprendre 132 millions de pixels (pour mémoire une télévision 8 K contient 33 M de pixels, 7680 pixels horizontaux × 4320 pixels verticaux sur une surface beaucoup plus grande). Cela augmenterait considérablement la capacité nécessaire au calcul des images. Pour réduire le besoin en puissance de calcul, les casques pourraient adopter le rendu fovéal¹⁴ en suivant les mouvements de l'œil pour détecter la zone regardée et afficher une qualité graphique maximale tout en dégradant la qualité sur les côtés, là où nous voyons moins précisément. Une autre solution serait de calculer les images à distance et de les transférer par 5G.

13 Ce paragraphe est proposé d'après l'article de Nicolas Six : Réalité virtuelle : les casques gardent une énorme marge de progression publié le 27 mars 2021 dans [Le Monde](#).

14 Notons que l'Oculus Quest 2 dispose d'une fonctionnalité de rendu dynamique fovéal fixe, que les développeurs peuvent utiliser au lieu de le définir manuellement. Les bords de l'image sont affichés à une résolution inférieure à celle du centre, de manière dynamique en fonction de l'utilisation du GPU.



Le confort devra s'améliorer avec des casques plus légers et plus discrets. En outre, la plupart des casques dits RV évolueront probablement vers des casques de réalité mixte mêlant RV et réalité augmentée.

5.4.2. Des commandes plus naturelles

« Les contrôleurs traquent plutôt correctement les déplacements de la main et permettent de saisir un objet de façon relativement naturelle en resserrant les doigts sur leur poignée. Mais les mouvements précis de chaque doigt commencent à peine à être traqués, notamment par le Valve Index, comme les articulations (poignets, coudes, épaules, genoux, bassin) du corps humain. Plusieurs pistes sont envisagées pour parvenir au suivi des mouvements du corps entier : la première, contraignante, est de revêtir une combinaison bardée de détecteurs ; la seconde recourt à des caméras qui surveillent en temps réel les mouvements des membres. »

« Pour offrir une interaction parfaitement naturelle, le toucher doit aussi être pris en compte. La main doit rencontrer une résistance variable d'un objet à l'autre — elle n'est pas la même lorsqu'on tient un couteau ou une balle en mousse. Le corps, lui, est capable de percevoir toutes sortes de contacts et ressent une résistance lorsqu'un obstacle l'empêche de se mouvoir librement. »

6. Méthode

La rédaction de ce document a nécessité une recherche documentaire à partir de différentes bases de données universitaires (Web of Science, ERIC et Scopus), de littératures grises (bulletins d'information, magazines, rapports techniques et annuels) et l'analyse des données recueillies. Il s'agissait d'appréhender le potentiel de la réalité virtuelle dans le contexte carcéral, la valeur ajoutée pour le développement personnel des détenus, de leurs compétences, leur confiance et leur motivation, l'emploi après la libération, la réduction de la récidive et la réussite de la réintégration sociale. En raison du manque de données sur les applications strictement pédagogiques en milieu carcéral, la recherche a été élargie pour couvrir les différentes applications.

Pour rechercher des informations sur les usages de la réalité virtuelle en milieu carcéral, IPS a utilisé les critères suivants : (VR), (virtual reality) et (school education), (VR education), (virtual reality applications), (virtual reality treatment), (virtual reality) et (Justice system), (virtual



reality) et (*motivation*), (*virtual reality*) et (*learning*), (*virtual reality*) et (*rehabilitation*), (*VR in prison rehabilitation*), (*virtual reality*) et (*offenders*), (*virtual reality*) et (*offenders reintegration*), (*VR*) et (*recidivism*). Ont été privilégiées les données publiées au cours des six dernières années.

Le repérage d'initiatives concernant l'utilisation actuelle de la réalité virtuelle avec les détenus a été essentiellement effectuée par des contacts directs, soit avec les centres de détention ou avec leur administration au niveau local ou régional, soit avec les organisations chargées des activités d'éducation ou de formation. Ces contacts ont été limités aux quatre pays partenaires et ont été effectués par courrier électronique ou par téléphone pour localiser les expériences et s'assurer que l'ensemble du territoire était couvert. Ces contacts directs étaient d'autant plus nécessaires que la plupart des expériences ne génèrent pas de littérature scientifique et que l'administration pénitentiaire semble peu communiquer sur internet.

7. Conclusion

Différentes expériences d'utilisation de la réalité virtuelle par des détenus ont été conduites ici et là, suivant différents objectifs. La principale conclusion de notre recherche est que toutes donnent des résultats positifs, en relation avec les objectifs visés mais que toutes semblent rester à l'état d'expérience : nous n'avons pas eu connaissance de cas où la réalité virtuelle est utilisée de manière régulière suite à une expérimentation, ce qui peut paraître étonnant, car le coût d'investissement nécessaire à l'élaboration d'un produit de réalité virtuelle est incomparablement plus élevé que les coûts de fonctionnement. De même, nous n'avons pas détecté de situations où une expérimentation réussie dans un centre de détention est reprise par d'autres. Les applications à la formation, même si elles semblent prometteuses, sont, elles aussi, rares et pas suffisamment documentées pour nous fournir une base solide sur laquelle nous appuyer pour conduire notre projet.

Le fait que les applications de RV dans la justice pénale aient été comparativement tardives, par rapport à d'autres secteurs plus ouverts aux technologies numériques, suggère cependant un avenir prometteur.

Enfin, l'application de la réalité virtuelle implique des processus d'apprentissage pour sa mise en œuvre et son déploiement. Le faible nombre de retours d'expérience et le peu de données disponibles ne nous permettent pas à ce stade d'en déterminer les besoins avec



précision. La phase de test que nous conduirons dans le cadre de ViRTI devrait nous aider à les évaluer afin de partager notre expérience.



8. Références

- Andrews, D. A., et Bonta, J. (2010). [Rehabilitating Criminal Justice Policy and Practice](#). *Psychology, Public Policy, and Law*, 16(1), 39-55.
- Benbouriche, M., Nolet, K., Trottier, D., & Renaud, P. (2014). [Virtual Reality Applications in Forensic Psychiatry](#). Proceedings of the 2014 Virtual Reality International Conference.
- Bhuller, M., Dahl, G., Loken, K. et Mogstad, M. (2019). [Incarceration, Recidivism and Employment](#). *Journal of Political Economy*.
- Bordnick, P. S., Copp, H. L., Traylor, A., Graap, K. M., Carter, B. L., Walton, A. et Ferrer, M. (2009). [Reactivity to Cannabis Cues in Virtual Reality Environments](#). *Journal of Psychoactive Drugs*, 41, 105-112.
- Borger, L. L., Whitney, S. L., Redfern, M. S., & Furman, J. M. (1999). *The Influence of Dynamic Visual Environments on Postural Sway in The Elderly*. *Journal of Vestibular Research*, 9(3), 197-205.
- Botella, C., Quero, S., Baños, R. M., Perpiña, C., Garcia-Palacios, A., & Riva, G. (2004). *Virtual reality and psychotherapy*. *Cybertherapy*, 99, 37-52.
- Bowman, D. A. & McMahan, R. P. (2007). [Virtual Reality : How Much Immersion Is Enough?](#) in *Computer*, vol. 40, no. 7, pp. 36-43.
- Bresnahan, T., Rizzo, A., Burke, S., Partin, M., Ahlness, R. et Trimmer, M. (2016). Utilisation d'agents de formation interactifs virtuels avec des adultes atteints d'autisme et d'autres troubles du développement. Actes de la 11e conférence internationale sur le handicap. Los Angeles, CA : Réalité virtuelle et technologies associées.
- Chang, E., Kim, H. T., & Yoo, B. (2020). *Virtual Reality Sickness : A Review of Causes and Measurements*. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(17), 1658-1682.
- Clarke, K. (2010). Green Paper Evidence Report: Breaking the Cycle: Effective Punishment, Rehabilitation and Sentencing of Offenders. Ministry of Justice, London.
- Coates, D.S (2016). [UnlockGreen Paper Evidence Report: Breaking the Cycle: Effective Punishment, Rehabilitation and Sentencing of Offenders](#). Ministry of Justice, London.ing Potential: A review of education in prison. Ministry of Justice. United Kingdom.



- Cochrane, T. (2016). Mobile VR in education: From the fringe to the mainstream. *Int. J. Mob. Blended Learn*, 8, 44–60.
- Cornet, L. J. M., & Van Gelder, J. (2020). [Virtual reality: A Use Case for Criminal Justice Practice. *Psychology, Crime & Law*](#).
- Crabbe, M. (2016). [Education for offenders in prison](#). *Journal of pedagogic development*, 6 (3).
- Davis, L., Bozick, R., Steele, J., Saunders, J., & Miles, J. (2013). Evaluating the Effectiveness of Correctional Education: A Meta-Analysis of Programs That Provide Education to Incarcerated Adults. RAND Corporation.
- Davis, L., M., Steele, J. L., Bozick, R., Williams, M. V., Turner, S., Miles, J. N. V., Saunders, J., & Steinberg, P. S. (2014). [How effective is correctional education, and where do we go from here? The results of a comprehensive evaluation](#). Santa Monica, RAND Corporation.
- Davis, M. H. (1980), A multidimensional approach to individual differences in empathy. *JSAS Catalog of Selected Documents in Psychology*.
- Dieu, E. (2020). L'approche des Plans de Vie en Réalité Virtuelle, une alliance entre le Good Lives Model (GLM) et les perspectives temporelles TIM-E. Editions L'Harmattan (Ed.),
- Dieu, E. (2016). [Du modèle temporaliste TIME au protocole PRATIC : l'effectivité du GLM \(évaluation, accompagnement individuel et groupal\)](#). Conférence orale plénière, Good Lives Model, Premières rencontres internationales francophones.
- Dolven, T., & Fidel, E. (2017). [This prison is using VR to teach inmates how to live on the outside](#).
- Duwe, G. (2017). The Use and Impact of Correctional Programming for Inmates on Pre- and Post-Release Outcomes. Minnesota Department of Corrections.
- Farley, H. (2018). [Using 3D worlds in prison: Driving, learning and escape](#). *Journal For Virtual Worlds Research*, 11(1).
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State of The Art and Perspectives. *The International Scientific Conference Elearning and Software for Education*, 1(133), 999-1007.
- Fromberger, P., Jordan, K., & Müller, J. L. (2018). Virtual Reality Applications for Diagnosis, Risk Assessment and Therapy of Child Abusers. *Behavioral Sciences & the Law*, 36(2), 235–244.
- Gavgani, A. M., Wong, R., Howe, P., Hodgson, D. M., Walker, F. R., & Nalivaiko, E. (2018). [Cybersickness-Related Changes in Brain Hemodynamics: A Pilot Study Comparing Transcranial Doppler and Near-Infrared Spectroscopy Assessments During a Virtual Ride on a Roller Coaster](#). *Physiology & behavior*, 191, 56–64.
- Giovancarli, C., Malbos, E., Baumstarck, K., Parola, N., Pélissier, M. F., Lançon, C., & Boyer, L. (2016). Virtual Reality Cue Exposure for The Relapse Prevention of Tobacco Consumption: A Study Protocol for a Randomised Controlled Trial. *Trials*, 17(1), 96.



- Harrington, C.M., Kavanagh, D.O., Wright, B.G., Wright, B.A., Dicker, P., Traynor, O., Hill, A., & Tierney, S. (2018). 360° Operative Videos: A Randomised Cross-Over Study Evaluating Attentiveness and Information Retention. *J. Surg. Educ*, 75:993–1000.
- Hayes, S., Shackell, P., Mottram, P., & Lancaster, R. (2007). Prevalence of Intellectual Disability in a Major UK Prison. *British Journal of Learning Disabilities*, 35(3).
- Hone-Blanchet, A., Wensing, T., & Fecteau, S. (2014). [The Use of Virtual Reality in Craving Assessment and Cue-Exposure Therapy in Substance Use Disorders](#). *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(844).
- Howarth, P. A., & Costello, P. J. (1997). [The Occurrence of Virtual Simulation Sickness Symptoms When an HMD Was Used as a Personal Viewing System](#). *Displays*, 18(2).
- Kamińska, D., Sapinski, T., Wiak, S., Tikk, T., Haamer, R.E., Avots, E., Helmi, A.M., Ozcinar, C., & Anbarjafari, G. (2019). [Virtual Reality and Its Applications in Education](#): Survey.
- Karberg, J. C., & James, D. J. (2005). Substance dependence, abuse, and treatment of jail inmates, 2002. Washington, DC. Bureau of Justice Statistics, Min. de la Justice des USA.
- Krisch, K. A., Bandarian-Balooch, S., O'Donnell, A. W., & Neuman, D. L. (2016). Virtual Reality Exposure Therapy for Specific Phobia and its Clinical Application to Reduce Return of Fear. In Z. Hill (Ed.), *Virtual Reality: Advances in research and Applications* (pp. 85-126). Hauppauge, NY: Nova Science Publishers.
- Lee, J., Lim, Y., Graham, S. J., Kim, G., Wiederhold, B. K., Wiederhold, M. D. (2004). Nicotine craving and Cue Exposure Therapy by Using Virtual Environments. *CyberPsychology & Behavior*, 7(6), 705-713.
- Listwan-Johnson, S., Sperber, K. G., Spruance, L. M., & Van Voorhis, P. (2004). High anxiety offenders in correctional settings : It's time for another look. *Federal Probation*, 68, 43-50.
- Lo, W., & So, R. H. (2001). Cybersickness in the Presence of Scene Rotational Movements Along Different Axes. *Applied Ergonomics*, 32(1), 1-14.
- Madary, M., & Metzinger, T. K. (2016). Real Virtuality: A Code of Ethical Conduct. Recommendations for Good Scientific Practice and The Consumers of VR-Technology. *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 3.
- Martirosov, S., & Kopecek, P. (2017). [Virtual Reality and its Influence on Training and Education – Literature Review](#). 28th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, pp.0708- 0717.
- McLauchlan, J., & Farley, H. (2019). [Fast Cars and Fast Learning: Using Virtual Reality to Learn Literacy and Numeracy in Prison](#). *Journal For Virtual Worlds Research*, 12(3).
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). [Educational Virtual Environments: A Ten-Year Review of Empirical Research](#) (1999–2009). *Computers & Education*, 56(3), pp.769–780.
- Montgomery, F. H., Leu, M. C., Montgomery, R. L., Nelson, M. D., & Sirdeshmukh, M. (2006). Use of a Virtual Reality Driving Simulator as an Alcohol Abuse Prevention Approach with College Students. *Journal of Alcohol and Drug Education*, 50(3), 31.



- Moroney, W. F. & Lilienthal, M. G. (2009). Les facteurs humains dans la simulation et la formation : An Overview. Dans Vincenzi, D. A., Wise, J. A., Mouloua, M., & Hancock, P. A., eds, Human Factors in Simulation and Training. Boca Raton, FL : CRC Press.
- Mosadeghi, S., Reid, W. M., Martinez, B., Rosen, T. B., Spiegel, B. M. (2016). [Feasibility of an Immersive Virtual Reality Intervention for Hospitalised Patients: An observational cohort study](#). JMIR Mental Health, 3(2), e28, 1-9.
- Murata, A. (2004). Effects of Duration of Immersion in a Virtual Reality Environment on Postural Stability. International Journal of Human-Computer Interaction 17(4), 463-477.
- Nadan, T., Alexandrov, V., Jamieson, R. & Watson, K. (2011). Is Virtual Reality a Memorable Experience in an Educational Context? Int. J. Emerg. Technol. Learn, 6, 53-57.
- Nordic Council of Ministers (2005). [Nordic Prison Education. A Lifelong Learning Perspective](#). Copenhagen Denmark: Nordic Council of Ministers.
- Haut Commissariat des Nations Unies aux droits de l'homme (2009). [Le droit à l'éducation des personnes en détention. Rapport du Rapporteur spécial sur le droit à l'éducation](#).
- Peters, C. (2018). Finding the Tools for Wellness: A Conversation with Colette S. Peters. Corrections Today.
- Rebenitsch, L., & Owen, C. (2016). [Review On Cybersickness in Applications and Visual Displays](#). Virtual Reality, 20(1), 101-125.
- Ricciardelli, R., Maier, K., & Hannah-Moffatt, K. (2015). [Strategic masculinities: vulnerabilities, risk and the production of prison masculinities](#). Theoretical Criminology, 19(4), 491-513.
- Riva, G. (2003). [Applications of Virtual Environments in Medicine. Methods of Information in Medicine](#), 42(05), 524-534.
- Riva, G., Mantovani, F., Capideville, C. S., Preziosa, A., Morganti, F., Villani, D., Gaggioli, A., Botella, C., & Alcañiz, M. (2007). [Affective Interactions Using Virtual Reality : The Link Between Presence and Emotions](#). Cyberpsychology & Behaviour, 10(1), 45-56.
- Seinfeld, S., Palacios, J., Iruretagoyena, G., Hortensius, R., Zapata, L., Borland, D., Gelder, B., Slater, M. & Sanchez-Vives, M. (2018). [Offenders Become the Victim in Virtual Reality: Impact of Changing Perspective in Domestic Violence](#). Scientific Reports. 8.
- Six N. [Réalité virtuelle : les casques gardent une énorme marge de progression](#) in Le Monde, 27 mars 2001.
- Skues, J., Pfeifer, J. E., Oliva, A., & Wise, L. (2019). [Responding To the Needs of Prisoners With Learning Difficulties in Australia](#). International Journal of Bias, Identity and Diversities in Education, 4(1), 113- 121.
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing our Lives with Immersive Virtual Reality. Frontiers in Robotics and AI, 3, 74.
- Slavova, Y. & Mu, M. (2018). A Comparative Study of The Learning Outcomes and Experience of VR In Education. In Proceedings of the 2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 685-686.



- Smith, J.W., & Salmon, J.L. (2017). Development and Analysis of Virtual Reality Technician-Training Platform and Methods. Interservice/Industry Training, Simulation, Educ Conf:1–12.
- Stanney, K. M., Hale, K. S., Nahmens, I., & Kennedy, R. S. (2003). What to Expect from Immersive Virtual Environment Exposure : Influences of Gender, Body Mass Index, and Past Experience. *Human Factors : The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 45(3), 504-520.
- Substance Abuse and Mental Health Services Administration (2015). *Enquête nationale sur la consommation de drogues et la santé*. Washington, DC.
- Ticknor, B. & Tillinghast, S. (2011). [*Virtual reality and the criminal justice system: new possibilities for research, training and rehabilitation*](#). *Journal of virtual worlds research*, 4(2).
- Ticknor, B. (2019a). [*Virtual Reality and Correctional Rehabilitation: A Game Changer*](#). *Criminal Justice and Behavior*, 46(9), 1319–1336.
- Ticknor, B. (2019b). [*Using Virtual Reality to Treat Offenders: An Examination*](#). *International Journal of Criminal Justice Sciences*, 13(2), 316–325.
- Tychsen, L., & Thio, L. L. (2020). [*Concern of Photosensitive Seizures Evoked by 3D Video Displays or Virtual Reality Headsets in Children: Current Perspective*](#). *Eye Brain*, 12, 45-48.
- Van Gelder, J., Otte, M., & Luciano (2014). E.C. [*Using Virtual Reality in Criminological Research*](#). *Crime Sci* 3, 10.
- Wikipedia.
-

