



HAL
open science

Utiliser les technologies immersives (XR) pour développer les soft skills

Frédéric Texier

► **To cite this version:**

Frédéric Texier. Utiliser les technologies immersives (XR) pour développer les soft skills. Sciences de l'Homme et Société. 2023. dumas-04330680

HAL Id: dumas-04330680

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04330680>

Submitted on 8 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Utiliser les technologies immersives (XR) pour développer les soft skills ?

**Étude dans le cadre de la stratégie d'entreprise de valorisation des
usages pédagogiques immersifs en contexte de formation**

**Frédéric
TEXIER**

Sous la direction de Virginie Zampa
UFR LLASIC

Département Sciences du langage & Français langue étrangère
Section Sciences du langage.

Mémoire de master 2 mention Didactique des langues - 24 crédits
Parcours : Didactique des langues et ingénierie pédagogique numérique (Dilipem)
Année universitaire 2022-2023

Utiliser les technologies immersives (XR) pour développer les soft skills?

**Etude dans le cadre de la stratégie d'entreprise de valorisation des
usages pédagogiques immersifs en contexte de formation**

**Frédéric
TEXIER**

Sous la direction de Virginie Zampa
UFR LLASIC
Département Sciences du langage & Français langue étrangère
Section Sciences du langage

Mémoire de master 2 mention Didactique des langues - 24 crédits
Parcours : Didactique des langues et ingénierie pédagogique numérique (Dilipem)
Année universitaire 2022-2023

Remerciements

Je remercie en premier lieu Patrick Jordikian, pour m'avoir ouvert les portes de son entreprise et accordé sa confiance. Je le remercie d'avoir partagé son expertise du métier. J'ai découvert un chef d'entreprise doté d'une véritable vision du secteur du e-learning et une personne soucieuse du bien-être et de l'épanouissement de chacun.

Je tiens à remercier ma tutrice de stage, Stéphanie Delfau, pour son accompagnement dès l'onboarding et tout au long du stage. Elle m'a apporté toute l'aide dont j'avais besoin en étant attentive à transmettre les bonnes pratiques professionnelles, le tout dans une constante bienveillance et générosité.

Je voudrais remercier toute l'équipe de Speedernet : chacun s'est montré disponible pour répondre à mes questions et m'apporter un soutien sans faille, dans une ambiance toujours professionnelle et joviale. Merci spécialement à Frédéric, Déborah, Iulia, Xiaoyuan, Joseph, Céline, Florence, Gabriela, Anthony, Pearl, Ema, Ariane, Gael, Gaëlle, Coralie, Yves, Laura, Mathieu, Nina, Fabien, Paul, Romain, Hoda, Marion, Sofiane, Séverine, Christophe, Pascale, Valérie...

Merci également à Sabrina Marchi, Aurore Thion, Armand Viadé d'avoir accepté de partager leurs connaissances et leurs recherches lors des entretiens. Ils m'ont été d'une aide très précieuse.

Mes remerciements vont aussi à ma directrice de mémoire Virginie Zampa qui m'a accompagné dès l'entrée en Master, donné les bons conseils quand il le fallait, et été une relectrice attentive de mon mémoire.

Enfin, je veux remercier tous les enseignants du Master 2 Dilipem. C'est une formation exigeante, alliant théorie et pratique, et offrant la possibilité de créer une véritable identité professionnelle, au sein d'une université où chaque étudiant est considéré.

Cette année aura été pour moi le fruit d'une longue démarche réflexive sur mon parcours personnel et professionnel. Elle m'ouvre de nouvelles perspectives de travail au service de l'éducation et de la formation.

DÉCLARATION ANTI-PLAGIAT

1. Ce travail est le fruit d'un travail personnel et constitue un document original.
2. Je sais que prétendre être l'auteur d'un travail écrit par une autre personne est une pratique sévèrement sanctionnée par la loi.
3. Personne d'autre que moi n'a le droit de faire valoir ce travail, en totalité ou en partie, comme le sien.
4. Les propos repris mot à mot à d'autres auteurs figurent entre guillemets (citations).
5. Les écrits sur lesquels je m'appuie dans ce mémoire sont systématiquement référencés selon un système de renvoi bibliographique clair et précis.

PRÉNOM : Frédéric

NOM : TEXIER

DATE : 28/07/2023

Sommaire

Introduction	6
Partie 1. Contexte de stage	8
Chapitre 1. L'entreprise	9
1.1 Historique et organisation	9
1.2 Activités de l'entreprise	14
1.3 Défis actuels	15
Chapitre 2. Mes missions	18
2.1 Produire des modules e-learning pour le studio	18
2.2 Concevoir et intégrer des modules pour un Mooc multiutilisateur de sensibilisation à la conception immersive	19
Partie 2. Cadre théorique: Les technologies immersives pour développer les soft skills	22
Chapitre 3. Les technologies immersives	23
3.1 Terminologie et usages des technologies immersives	23
3.2 Modèles explicatifs de l'apprentissage avec les technologies immersives	29
Chapitre 4. Les soft skills	38
4.1 Définitions	38
4.2 Enjeux	39
Chapitre 5. Les effets de la XR	40
5.1 Les avantages de la XR	40
5.2 Les limites de la XR	45
Chapitre 6. Cas illustrés de formations XR aux soft skills	47
6.1 Développer les techniques de vente	48
6.2 Développer la prise de parole	48
6.3 Gérer ses émotions	50
6.4 Développer l'empathie	50
6.5 Développer la collaboration	50
Partie 3. Contributions et perspectives	52
Chapitre 7. Méthodologie de recueil de données et analyse	53
7.1 Présentation synthétique	53
7.2 L'éclairage de professionnels de la formation	55
7.3 Le point de vue des apprenants	60
7.4 Les données issues du Mooc	68
Chapitre 8. Limites et prolongements	73
8.1 Limites	73
8.2 Prolongements	73
Conclusion et perspectives	75
Bibliographie	78
Glossaire	82
Sigles et abréviations utilisés	83
Table des illustrations	84
Table des matières	95

Introduction

Du mois de mars à la fin du mois de juillet 2023, j'ai eu l'opportunité de rejoindre le pôle conception de la société Speedernet, une entreprise spécialisée dans la création de contenus immersifs destinés aux PME et aux grandes entreprises ainsi qu'à des institutions publiques (universités, ministères). Au cours de cette période, un projet interne a été entrepris, mobilisant l'ensemble des équipes : la création d'un MOOC ("Massive Open Online Course") multi-utilisateurs, déployé au sein d'un environnement tridimensionnel, visant à sensibiliser à la conception pédagogique immersive. De ce fait, ma mission principale consistait à rédiger les contenus actualisés du MOOC et à les intégrer dans un logiciel auteur, Articulate Storyline, en veillant à respecter une certaine harmonie dans le dispositif global. Outre cette responsabilité, j'ai également eu l'occasion privilégiée de m'initier à l'utilisation de casques de réalité virtuelle (VR). À travers un partenariat entre l'entreprise lyonnaise Reverto et Speedernet, ces casques VR m'ont permis d'expérimenter des formations aux risques psychosociaux, proposées sous forme de vidéos à 360°.

Le contexte de mon stage a donc été particulièrement propice à la réflexion autour de la réalité virtuelle et plus généralement des technologies immersives (XR ou "réalité étendue") et m'a conduit à m'interroger sur les liens intrinsèques entre la XR et les processus d'apprentissage. Ce questionnement est entré en résonance avec l'objectif poursuivi par Speedernet de développer et de valoriser les usages pédagogiques des expériences immersives, via son logiciel auteur Speedernet Sphere. Partant du constat que la XR était utilisée par de nombreuses entreprises, principalement pour l'acquisition de compétences techniques, ma curiosité m'a conduit à explorer les usages dans un autre domaine, les compétences non techniques (soft skills).

Plusieurs questionnements ont ensuite découlé de ma thématique. Qu'entend-on exactement par soft skills ? Sont-elles des compétences comme les autres? Que recouvrent les termes de XR, de réalité augmentée et de réalité virtuelle? Pourquoi utiliser la XR en formation? Quelles sont ses qualités intrinsèques? Quel est le potentiel impact de la XR

sur les mécanismes d'acquisition des compétences? Quelles sont ses limites ? Comment passer de l'expérience vécue à l'action? De l'expérience individuelle à l'expérience collective? Finalement, j'ai tenté de regrouper tous ces questionnements autour de la problématique suivante: **dans quelle mesure les technologies immersives peuvent-elle être un outil efficace pour développer des compétences, en particulier des soft skills ?**

Dans mon mémoire, je souhaite vérifier les hypothèses suivantes :

- La XR est une technologie efficace pour développer les soft skills.
- La XR peut influencer les comportements et la capacité d'agir.

Mon approche méthodologique est avant tout une recherche qualitative. Elle s'appuie sur des entretiens semi-directifs, un questionnaire, et la participation à un atelier au sein d'Human Matters. L'éclairage d'experts de la formation et des sciences cognitives ainsi que les témoignages d'apprenants permettront de mieux comprendre les avantages et les limites de la XR pour la formation aux soft skills.

Ma démarche se veut aussi interventionniste, dans le sens où le cadre théorique posé ainsi que le recueil et l'analyse des données permettront de formuler certaines recommandations pour valoriser les usages pédagogiques de la XR, dans l'entreprise en interne, et avec les clients en externe.

De plus, ce mémoire est une tentative de relier différents univers qui se côtoient: l'entreprise, les technologies immersives, le champ de la psychologie (positive, cognitive, sociale) et le monde de la pédagogie et de la formation.

Après avoir décrit le contexte du stage (partie 1), je présenterai le cadre théorique de ma recherche (partie 2) et exposerai mes contributions ainsi que quelques perspectives (partie 3).

Partie 1. Contexte de stage

Chapitre 1. L'entreprise

Dans ce chapitre, je propose une présentation de l'entreprise Speedernet à travers son historique et son organisation, ses activités, et les défis qui se posent aujourd'hui à elle.

1.1 Historique et organisation

Speedernet est une société à responsabilité limitée (SARL), créée en 1999 dont le dirigeant est Patrick Jordikian. L'entreprise, domiciliée à Lyon (9ème), fait ses premiers pas dans le secteur de l'e-learning en 2001.

A partir de 2005, elle s'équipe d'un studio créatif et en 2007 elle lance son premier LMS (learning management system) baptisé Totem.

Le pôle recherche et développement voit le jour en 2015 pour répondre au développement croissant de la réalité virtuelle. Cette stratégie se concrétise par plusieurs étapes :

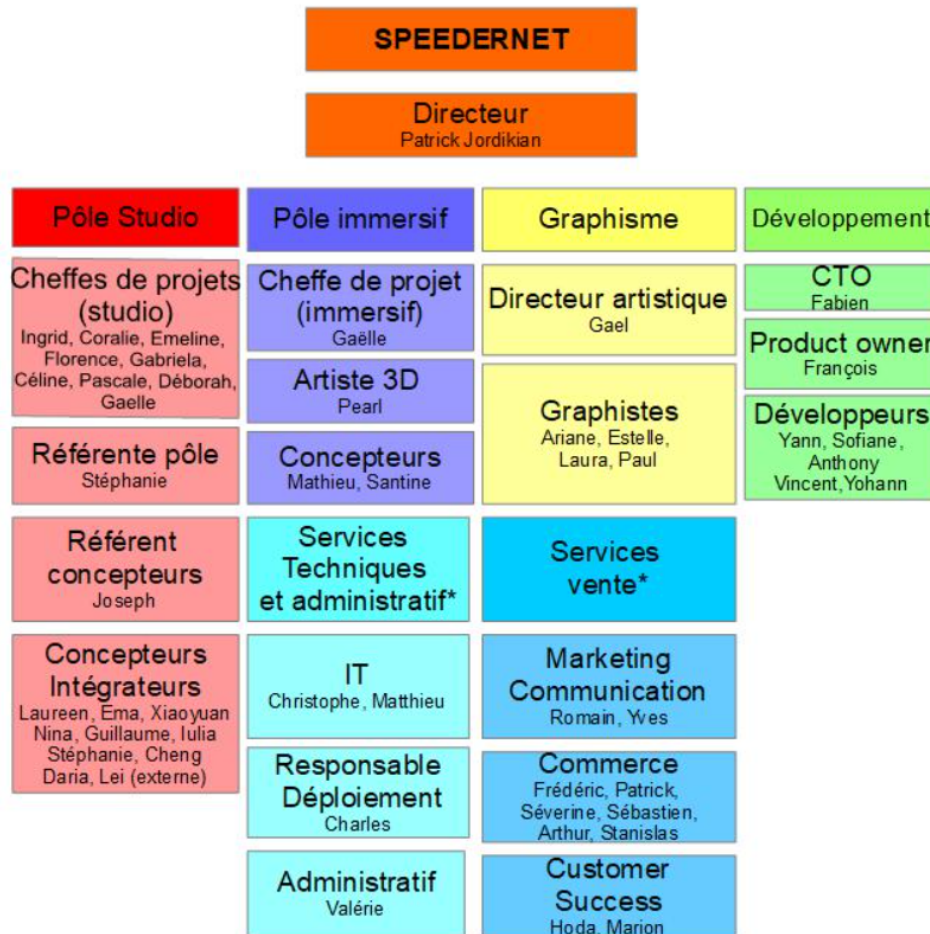
- en 2017 par la mise sur le marché de Speedernet Sphere, un logiciel auteur de création de contenus immersifs ;
- en 2018 par la plateforme de social learning Sparks ;
- en 2019 par la co-fondation d'EdTech Lyon pour fédérer les entreprises du secteur dans la région¹.

L'intérêt croissant de l'entreprise Speedernet envers les technologies immersives a été l'un des facteurs déterminant dans le choix de ma thématique de mémoire.

1.1.1 Les équipes

Speedernet emploie une quarantaine de salariés; J'ai réalisé un organigramme afin de rendre compte de la constitution des équipes par pôles (cf. figure 1).

¹ Le 3 octobre 2023 se déroule à Lyon la 3ème édition de "Edtech day". Le projet est d'explorer les pratiques innovantes d'enseignement et de formation par les usages des technologies. Cette journée réunit 350 participants (enseignement, entreprises, acteurs de la formation et acteurs territoriaux) autour de 20 conférences.



*J'ai regroupé sous le nom de services techniques et services vente différentes fonctions de l'entreprise pour des raisons de lisibilité

Figure 1. Organigramme

- Le pôle Studio

Il est chargé de créer des modules de formations interactifs en 2D. L'intégration des contenus s'effectue principalement à l'aide du logiciel Articulate Storyline. Le studio se compose de dix concepteurs. Neuf cheffes de projet répondent aux appels d'offres, rédigent les propositions commerciales (appelées propales) et répartissent les tâches entre concepteurs. C'est dans ce pôle que j'ai effectué mon stage.

- Le pôle immersif

Le pôle crée des formations en 3D ou en vidéo 360° à l'aide d'un matériel de captation 360° et d'un logiciel développé par l'entreprise, appelé Speedernet Sphere. L'équipe immersive comprend une cheffe de projet (domiciliée à Paris) qui coordonne les activités de deux concepteurs immersifs et d'une artiste 3D.

- Le pôle graphisme

Il comprend un directeur artistique et quatre graphistes spécialisés dans la modélisation, l'animation, les textures et le lighting 3D.

- Le pôle développement

Il est composé de sept développeurs (dont un CTO et un product owner) qui gèrent les infrastructures Cloud, s'occupent du développement back-end et front-end². Ils mettent en place le processus d'automatisation, font de la recherche sur le tracking utilisateur afin d'améliorer l'apprentissage, gèrent les formats SCORM et xAPI³.

- Les services techniques et administratif

J'ai regroupé sous cette appellation l'IT (technologies de l'information), constitué de deux ingénieurs qui optimisent les processus de l'entreprise et s'assurent que le réseau fonctionne correctement, le responsable du déploiement qui s'assure du bon fonctionnement des formations sur les différents supports, de leur intégration sur les infrastructures clients, et assure un rôle de conseil et d'accompagnement sur les achats et l'utilisation des matériels liés à la formation, et le service administratif occupé par une salariée (comptabilité, signature des contrats salariés, saisie des congés etc).

- Les services liés à la vente

Six responsables commerciaux sont particulièrement chargés du développement commercial des licences Sphère et deux salariées responsables du "Customer Success" et du support client. Un responsable du Marketing Digital et un responsable Communication mettent en œuvre la stratégie de communication de l'entreprise et l'identité de la marque.

1.1.2 Les méthodes et les outils de travail

A Speedernet, de nombreux projets sont menés simultanément. Il est donc essentiel de respecter une méthode de travail déterminée grâce à un processus général.

De plus, la collaboration et la communication entre les salariés sont nécessaires pour travailler en mode projet et développer une approche agile. Je présenterai donc les outils et les méthodes qui permettent d'atteindre ces objectifs.

² Le développement back-end concerne l'aspect technique et fonctionnel d'un site web, alors que le front-end s'intéresse à son aspect ergonomique.

³ SCORM, "Scalable Content Object Reference Model" et xAPI "Experience Application Programming" sont des standards d'interopérabilité des contenus avec les différentes plateformes LMS.

- **Le processus général :**

Pour tout projet, les équipes suivent une procédure standardisée. Les cheffes de projet ont une vue d'ensemble du travail à réaliser et répartissent les tâches. Le processus comprend plusieurs étapes: l'accessibilité, l'avant-vente, le cadrage, le workshop, la production et la clôture du projet.

- **L'accessibilité**

C'est un élément de base pour toutes les formations. Le respect d'une taille de police minimale, des sous-titres ou la transcription des vidéos, font partie intégrante des modules vendus aux clients. Pour un niveau plus approfondi nécessitant un travail supplémentaire tels que des textes alternatifs aux images ou un mode de navigation particulier, un forfait est proposé au client.

- **La phase d'avant-vente**

Elle comprend la réception de l'appel d'offre et la préparation de l'échange client. Suit la réponse à l'appel d'offre qui implique la constitution de l'équipe, un brainstorm, la rédaction d'une proposition commerciale (propale), le chiffrage du projet et l'envoi de la réponse. Si plusieurs prestataires sont en concurrence, une soutenance est nécessaire durant laquelle deux personnes de l'équipe et le chef de projet présentent les points saillants de l'offre, leur plus-value, au cours d'un échange d'une heure avec le client.

- **La phase de cadrage**

Cette phase concerne la création d'un dossier sur le réseau interne, la mise en place du planning, la saisie du temps vendu, l'organisation du Kick-off interne⁴ et du Kick-off client⁵.

- **Le workshop**

Il permet au concepteur et au chef de projet de bien définir avec le client le public cible de la formation, les objectifs pédagogiques et les modalités d'évaluation. Lorsqu'un tournage vidéo est nécessaire, une feuille de projet est rédigée pour en couvrir tous les aspects:

⁴Le kick-off interne, d'environ 30 minutes, permet à chaque intervenant d'avoir une vision partagée du projet. Le but est que chacun dispose des éléments utiles pour réaliser le travail.

⁵ Le kick-off client permet de s'aligner avec le client sur les attendus, de valider le budget, d'impliquer le client sur les contenus et les délais de retours notamment.

matériels et accessoires, réservation de salle, repérage des lieux, météo, organisation des déplacements, liens avec les comédiens, etc.

- **La production**

Elle concerne la rédaction de la structure, du storyboard, la production graphique, une V1 du module (non fonctionnel, sans la voix-off) et une V2 (fonctionnel avec voix-off du comédien).

- **La phase de clôture du projet**

Elle comprend divers éléments comme le PV de recette, le questionnaire de satisfaction client, les retours d'expérience interne (RETEX).

- **La outils collaboratifs et les réunions de travail :**

Plusieurs outils et l'organisation de réunions périodiques permettent d'assurer la collaboration et la communication au sein de l'entreprise.

TeamGantt⁶ est un outil collaboratif de planification et d'organisation du travail dans l'entreprise. Il est indispensable au pilotage de projet. C'est la première page consultée le matin au travail en allumant son ordinateur. Toutes les tâches sont attribuées aux collaborateurs par les cheffes de projet, via TeamGantt. Le but est que chacun sache précisément quoi faire, quand et avec qui. Il est possible également de laisser des commentaires, de poster des liens review ou de saisir le temps passé sur une tâche. En effet, il existe parfois un décalage entre le temps théorique attribué par le chef de projet pour réaliser une tâche et le temps réel passé. Cette connaissance du temps réel permet de mieux connaître les collaborateurs, de pouvoir anticiper des retards, de procéder à des réajustements ou de prévoir des renforts d'équipe. D'un point de vue commercial, cela permet de mieux communiquer avec les clients sur la portée de leurs demandes et les coûts associés (jour-homme, facturation). L'autre avantage de l'outil est de pouvoir consulter le planning de chaque participant à un projet pour connaître ses contraintes et disponibilités. En effet, la plupart des projets impliquent les concepteurs, les graphistes, voire les développeurs. Un retard, une absence ou un planning chargé peut avoir des répercussions sur le travail de tous. Enfin, n'importe quel concepteur ou graphiste doit pouvoir reprendre un projet en cours sur une ou plusieurs tâches si nécessaire.

⁶ TeamGantt est un outil web type SaaS ("Software as a Service") dédié à la planification de projet d'équipe. Il a été créé par John Cornelli et Nathan Gilmore en cofondé en 2009.

Des dossiers partagés accessibles sur le réseau de l'entreprise permettent à tous les collaborateurs de consulter les contenus de tous les projets .

Un site web collaboratif (Wiki) est également en ligne pour partager différentes ressources classées par rubriques : dans les infos pratiques se trouvent des liens vers des projets studio à visionner; La rubrique process décrit les phases d'accessibilité, d'avant-vente, de cadrage, les workshops et la production et la clôture; Les outils regroupent des tests, des bonnes pratiques, des templates, une liste d'outils auteurs avec des tutoriels ou encore des mises à jour.

Au-delà des outils collaboratifs, deux réunions bi-mensuelles permettent le partage des informations et des connaissances ainsi qu'une communication efficace.

Une revue de projet consiste pour une équipe de production (team immersive, studio ou graph) à présenter un projet, une intention, une proposition commerciale (propale) à travers un angle particulier pour "permettre à chacun de s'approprier l'idée et de la transposer dans ses propres projets" (wiki interne). Par exemple, un projet présentant une caractéristique particulière comme une forte scénarisation mérite d'être porté à la connaissance de tous.

Une revue de veille permet d'évoquer l'accessibilité ou l'éco-conception par exemple. La revue répond à un déroulement précis: deux minutes de présentation du projet, dix minutes pour présenter la solution concrète apportée par Speedernet, huit minutes de synthèse et dix minutes de questions-réponses.

Il est notable qu'à Speedernet, le partage des connaissances est encouragé et valorisé, contribuant à impliquer les salariés dans un collectif et à créer un environnement de travail capacitant (Gonnin-Bolo, 2008).

1.2 Activités de l'entreprise

Speedernet réalise environ 150 projets par an pour une clientèle de grands comptes et des PME. Elle propose principalement des formations e-learning en 2D, mais aussi de l'immersive learning. Un studio est intégré à l'entreprise et les collaborateurs sont spécialisés dans leur domaine. L'expertise, ainsi que l'autonomie des équipes, permettent de répondre à de nombreux appels d'offres dans les domaines de la santé, de l'industrie pharmaceutique (Servier), de l'industrie et de l'énergie (Air France, RTE, Total, SNCF,

Eurovia, du commerce et des services, des télécom (EDF, Orange), de l'informatique et des médias, de l'éducation, du bâtiment et génie civil.

1.2.1 La production de modules e-learning

Lorsqu'un appel d'offre est remporté, le travail de production de module commence. Il convient d'insister sur la nécessité pour une entreprise d'avoir accès à tout moment et facilement aux contenus produits. Cela permet aux collaborateurs de communiquer en interne et avec les clients ou de reprendre un projet en cours. C'est pourquoi tout travail est soigneusement identifié et déposé dans des dossiers sur le réseau.

Pour un module e-learning, le concepteur se réfère au cadrage du contenu, comprenant des notes de cadrage et les niveaux d'accessibilité. Les "livrables" se composent des retours clients, de la structure du module et des storyboards (V1 et V2). On trouve également les liens review ainsi que les Scorm⁷. Les workfiles Storyline sont les versions réalisées avec l'outil auteur. Un dossier médias réunit les fonts (polices), images (celles fournies par le client, les recherches graphiques, les références), voix-off (script, casting, incoming comédien, voix-off finales), bruitage et musique. Enfin, plusieurs modules ont vocation à être exportés à l'international et des traductions en plusieurs langues sont possibles. L'une des bonnes pratiques dans l'entreprise consiste à enregistrer son travail sur le réseau à la fin de chaque demi-journée de travail afin d'éviter toute perte.

1.2.2 La production de modules immersifs

Les modules réalisés en 3D ont vocation à être joués avec un casque virtuel, mais aussi sur PC, tablette, smartphone. Le processus de conception et de production suivi est similaire aux modules Studio. Il existe toutefois quelques différences au moment de la conception. Ainsi, il convient de choisir entre un environnement modélisé en 3D ou un environnement en vidéo 360°. Il faut également réfléchir à la place de l'utilisateur (observateur, vue subjective à la 1ère personne, incarnation par avatar) et son degré d'influence sur l'environnement (possibilité d'agir sur les objets, d'influer sur le scénario par des choix), ou encore à la disposition spatiale des objets et à la spatialisation du son.

⁷ SCORM est l'acronyme anglais de Sharable Content Object Reference Model. C'est une norme qui permet de partager et d'utiliser les contenus de formation sur différentes plateformes LMS (Learning Management System) pour la formation à distance.

1.2.3 La vente de licences et la formation technique aux outils immersifs

La vente des licences et le suivi est le rôle des équipes commerciales, du Customer Service (CS) et de la communication. C'est une activité importante car elle assure un revenu régulier à l'entreprise.

1.3 Défis actuels

Selon Patrick Jordikian, les activités e-learning "classiques" ont atteint leur volume maximum. Le développement de l'activité immersive est donc un enjeu pour l'avenir de l'entreprise. L'un des axes d'action est d'identifier et de développer les usages pédagogiques des formations réalisées avec l'outil Sphere. Cet objectif peut être réalisé en favorisant le travail entre les équipes immersives et le Studio ainsi qu'en développant l'ingénierie de formation.

1.3.1 Développer l'activité immersive

C'est donc la part des formations immersives dans l'offre globale qui devrait connaître une forte croissance. L'objectif serait de passer de 12% du chiffre d'affaires actuellement à 25% en 2023. Le MOOC (Massive open online course) de sensibilisation à la conception immersive conçu par Speedernet et auquel j'ai participé s'inscrit dans cette volonté de développer l'activité immersive de l'entreprise et la vente de licences Sphere. Il s'agit de mettre en avant la maîtrise technologique des équipes de l'entreprise et de valoriser la culture pédagogique de Speedernet. De plus, l'univers en 3D dans lequel se déroule le MOOC pourrait à l'avenir fédérer une communauté de concepteurs et de partenaires existants, autour de projets futurs, participant à la notoriété de l'entreprise.

1.3.2 Identifier et développer les usages pédagogiques des outils immersifs

A Speedernet, l'équipe immersive développe une approche principalement technique et commerciale des formations. Toutefois, l'approche pédagogique se développe progressivement et l'équipe Sphère entre dans une logique de culture partagée. Au niveau de la communication, les responsables mettent en lumière les pratiques pédagogiques des acquéreurs de licence à travers des webinaires. Ces retours d'expériences (RETEX) sont en ligne sur la chaîne Speedernet TV (Youtube). Les entretiens abordent différents usages pédagogiques du logiciel par des étudiants, chercheurs ou entrepreneurs.

1.3.3 Favoriser le travail entre les équipes immersives et Studio

L'un des défis d'une entreprise qui doit gérer de nombreux projets est d'éviter le cloisonnement des services. J'ai indiqué comment les outils et les réunions pouvaient permettre la circulation des informations et des échanges. Toutefois, les différentes équipes n'ont pas toujours une vision globale des projets. Le Mooc a contribué, selon le directeur, à initier un changement dans les façons de collaborer autour de projets communs. En effet, le MOOC a permis de faire dialoguer développeurs, équipes studio et équipes immersives, graphistes, cheffes de projets, commerciaux et équipe de communication autour d'un objectif commun.

1.3.4 Développer l'ingénierie de formation

Le dernier enjeu identifié concerne la place de l'ingénierie de formation dans le processus global de réponse aux appels d'offres. Les cheffes de projet avec qui j'ai pu m'entretenir expriment une volonté de changement de posture professionnelle. Actuellement, l'entreprise se place plutôt en prestataire, essayant de satisfaire les clients en répondant à leurs besoins. A l'avenir, il s'agirait d'être davantage force de proposition et d'accompagnement. Je mets en avant ce défi car le pôle agit à deux niveaux. En interne, il pourrait aider à faire émerger une connaissance partagée, technique et pédagogique, auprès des développeurs, concepteurs immersifs et concepteurs pédagogiques studio. En externe, la meilleure compréhension des enjeux pédagogiques de l'immersif permettrait aussi de mieux dialoguer avec les clients et de leur proposer les accompagnements adaptés.

Chapitre 2. Mes missions

C'est dans le cadre de ces défis actuels que plusieurs missions m'ont été confiées. Certaines, plutôt secondaires, concernaient des projets entrants. Je les présenterai rapidement. Cependant, ma mission principale à Speedernet a été ma participation au projet interne de MOOC de sensibilisation à la conception immersive. C'est ce travail qui a été déterminant dans le choix de mon mémoire.

2.1 Produire des modules e-learning pour le studio

Mes missions secondaires ont concerné un grand nombre de tâches confiées en fonction des projets clients entrants.

- **L'Analyse des contenus client :**

J'ai analysé des contenus fournis par les experts pour les laboratoires Servier dans le cadre d'une formation sur les prestataires de confiance, Air Hélicoptère sur le cycle de vie des hélicoptères civils, et BigMat sur les panneaux solaires.

- **Participation aux workshops client :**

Pour BNP Paribas, j'ai participé à un workshop où j'ai pu poser des questions au client afin de mieux cerner les attentes concernant la mise à jour de modules e-learning.

- **Approche qualité (relecture) :**

J'ai fait ce travail de relecture pour plusieurs formations, notamment SAUR et BNP.

- **Intégration dans les outils auteur :**

Pour des traductions BNP en Indonésien et Vietnamien, j'ai intégré des traductions sur Rise, des sous-titres sur STL etc.

- **Participation aux brainstorms créatifs :**

Pour l'entreprise Bigmat, j'ai participé à définir l'intention générale du projet, proposé un court script d'introduction (figure 2) et rédigé une partie de la propale en lien avec un graphiste et la cheffe de projet. J'ai aussi proposé de vendre une séquence vidéo sur les bonnes pratiques de vente qui a été retenue par le client.



Figure 2. Graphisme issu de la propale pour BigMat (Gaël Roulin)

Toutes les tâches confiées par les cheffes de projet m’ont permis de mieux appréhender la diversité du métier et de montrer en compétences au niveau technique et pédagogique.

2.2 Concevoir et intégrer des modules pour un Mooc multiutilisateur de sensibilisation à la conception immersive

2.2.1 Origine du projet

En 2019, l’Université Jean Moulin Lyon 3 porte un projet de MOOC intitulé “Réalité Virtuelle et pratiques pédagogiques innovantes”, pour faire découvrir l’environnement à 360° et la réalité virtuelle à un large public. Plus de 6000 personnes ont suivi le MOOC et le taux de complétion a atteint 13 %, ce qui est considéré élevé. L’indicateur de complétion doit toutefois être interprété et dépend des registres d’usages (Vrillon, 2020)⁸. Toutefois, la plateforme ne permettait pas de mettre en œuvre les connaissances acquises et d’utiliser les outils tels que la vidéo 360° lors d’exercices pratiques. C’est pourquoi en 2022, Speedernet a décidé de relancer le MOOC dans une version actualisée et améliorée tant du point de vue des contenus que de la qualité des scripts et de l’assise théorique. Il devait proposer un univers tridimensionnel et multi-utilisateurs. Ce projet, selon le directeur de l’entreprise présentait différents risques. “On peut citer la charge de travail, le risque technique, ergonomique (l’expérience utilisateur doit être pertinente), la crédibilité des contenus et leur articulation. De plus, le public cible et les partenaires sont essentiellement des professionnels issus du monde

⁸ Vrillon, E. (2019). Une nouvelle évaluation de la réussite dans les MOOC à partir de registres d’usages individuels. Questions Vives, 31. <https://doi.org/10.4000/questionsvives.3933>.

éducatif ou de la formation, avec un regard pédagogique critique”. Il était donc important de bien consolider les connaissances théoriques et le scénario pédagogique.

2.2.2 Ma contribution au projet

Le MOOC comprend quatre séquences composées de neuf modules Storyline et six modules immersifs réalisés avec Sphère.

Les objectifs des modules étaient de :

- Comprendre les technologies immersives et leurs usages,
- Concevoir un parcours immersif et interactif,
- Centrer sa scénarisation sur l’expérience utilisateur,
- Engager sa cible apprenante grâce à la gamification.

Ma mission consistait à participer à la conception et à l’intégration des différents modules Articulate Storyline, en collaboration avec les concepteurs et les graphistes. Elle comportait ainsi :

- la recherche documentaire
- la rédaction de structure de modules et de storyboards
- la scénarisation et la création de contenus
- l’intégration sur storyline (cf. figure 4) : vidéos, animations, traductions, sous-titres, activités
- la relecture qualité

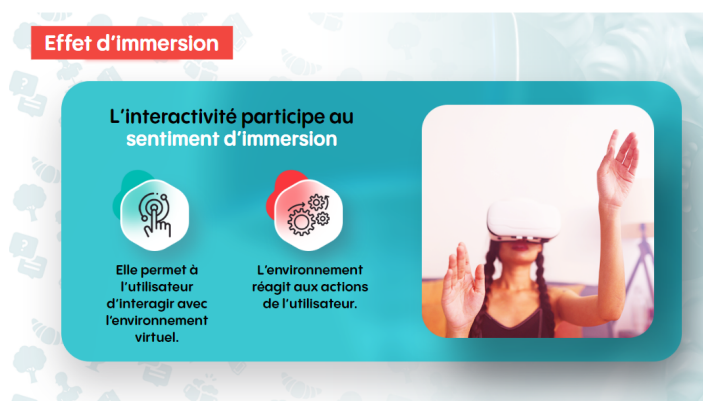


Figure 3. Écran d’un module du MOOC

Chaque semaine un module théorique et une expérience immersive étaient proposés. Les utilisateurs pouvaient télécharger librement une licence Sphère sur leur PC pour réaliser la partie pratique qui comprenait des consignes et des exercices. Le MOOC

“Sensibiliser à la conception pédagogique immersive” a officiellement été ouvert le 9 mai 2023 et s’est terminé le 16 juillet.

Dans la suite de ce mémoire, je chercherai à répondre à ma problématique, “**Dans quelle mesure les technologies immersives peuvent-elle être un outil efficace pour développer des compétences, en particulier des soft skills ?**”.

Pour cela, je m'attacherai dans une deuxième partie à :

- définir les éléments de terminologie des technologies immersives et cerner les usages en formation,
- présenter les modèles explicatifs de l’apprentissage avec la XR,
- comprendre ce que recouvrent les soft skills et quels sont les effets de la XR sur leur développement,
- présenter quelques cas illustrés de formations XR aux soft skills.

Dans une troisième partie, j’exposerai :

- mes contributions à la recherche grâce à une méthodologie de recueil et d’analyse des données,
- ainsi que les limites auxquelles j’ai été confronté,
- puis je dessinerai quelques perspectives pour l’entreprise dans le but de valoriser les usages pédagogiques des formations immersives.

Partie 2. Cadre théorique: Les technologies immersives pour développer les soft skills

Chapitre 3. Les technologies immersives

Dans ce chapitre, je définirai tout d'abord les termes liés aux technologies dites immersives tels que: la réalité virtuelle, la réalité augmentée, la virtualité augmentée, la réalité étendue, puis j'en présenterai les usages en formation. Puis, après avoir défini les contours de la notion de "soft skills", je montrerai en quoi les théories et concepts liés à l'apprentissage et à la XR en font un outil efficace dans le cadre de la formation.

3.1 Terminologie et usages des technologies immersives

3.1.1 La réalité virtuelle (VR)

De nombreux auteurs ont tenté de définir ce qu'est la réalité virtuelle mettant plus ou moins en avant une approche technologique de la réalité virtuelle, concernant le matériel utilisé, ou une approche centrée sur l'expérience vécue de l'apprenant, les deux . Pour la plupart, ces deux aspects sont indissociables.

- Bell et Fogler (1995) :

Ils définissent la réalité virtuelle comme "une interface informatique qui se caractérise par un niveau élevé d'immersion, de crédibilité et d'interaction, ayant pour objectif de donner à l'utilisateur l'illusion la plus réaliste possible d'être immergé à l'intérieur d'un environnement généré par ordinateur, plutôt que de le considérer comme un simple observateur extérieur".

- Steuer (1992)

Il propose une définition centrée sur l'expérience utilisateur, son ressenti, et non sur des attributs technologiques particuliers. Selon lui, la réalité virtuelle se caractérise par le concept de présence, défini comme "le sentiment d'être physiquement présent dans un environnement médiatisé".

- Milgram et Kishino (1994) :

Ces auteurs décrivent les environnements de réalité virtuelle comme des mondes synthétiques dans lesquels l'observateur est totalement immergé et avec lesquels il peut interagir.

- Burkhardt (2003) :

Il insiste sur l'interactivité pour caractériser la réalité virtuelle, définie comme "un outil permettant aux utilisateurs d'interagir avec des représentations numériques d'objets et de scènes en trois dimensions, qu'ils soient réels ou réalistes".

- Giraldi et al. (2003) :

Ils lient fortement technologie utilisée et immersion. Selon eux, la réalité virtuelle se limite aux environnements virtuels en trois dimensions qui offrent une immersion totale. Ils excluent par conséquent les supports autres que les visiocasques ou les CAVE⁹, ainsi que les vidéos 360°.

- Fuchs et Moreau (2006) :

Ils définissent la réalité virtuelle comme “un domaine scientifique et technique qui exploite l'informatique et des interfaces comportementales pour simuler le comportement d'entités 3D dans un monde virtuel”. Les auteurs soulignent l'importance de l'interactivité homme-machine, où des échanges d'informations ont lieu en temps réel entre l'utilisateur et l'ordinateur via l'interface et des stimuli visuels, sonores ou moteurs. Lorsque l'utilisateur agit dans le monde réel, ses actions sont transposées dans le monde virtuel, qui renvoie en retour des informations sur les conséquences de ses actions.

A la vue de ces définitions et de manière synthétique, il est possible d'affirmer que la réalité virtuelle se caractérise par un environnement généré par ordinateur ,comprenant un certain degré d'interactivité via l'interface, dans le but de créer un sentiment d'immersion ,et de présence pour l'utilisateur.

3.1.2 Les réalités mixtes

Le terme de réalités mixtes recouvre la réalité augmentée et la virtualité augmentée. La vidéo 360° occupe une place spécifique.

- La réalité augmentée (AR) :

La réalité augmentée superpose des éléments virtuels au monde réel en temps réel (Azuma, 1997; Feiner et al., 1993; Milgram et al., 1995). Au niveau technique, elle est souvent associée à des lunettes connectées ou même au smartphone.

- La virtualité augmentée (AV) :

La virtualité augmentée est “l'augmentation d'un environnement virtuel avec des objets ou des informations du monde réel.” (Vellingiri et al., 2022). Dans ce cas, on ajoute donc un contenu physique dans le monde virtuel.

Les distinctions sont parfois floues et les frontières poreuses entre les différentes réalités. Selon Paul Milgram (Milgram et al., 1994), les réalités mixtes se situeraient plutôt sur un continuum linéaire entre deux pôles (la réalité et la virtualité). Enfin, pour certains

⁹ Cave Automatic Virtual Environment

auteurs (Anderson et al., 2021), la réalité virtuelle inclut toutes les formes de réalités mixtes et virtuelles.

3.1.3 Le cas de la vidéo 360°

Dans la vidéo 360°, l'environnement est issu de captations du monde réel (paysages, personnes etc.). Il n'y a pas de hors-champ, l'utilisateur pouvant avoir une vue à 360° de l'endroit où la vidéo a été tournée, créant un sentiment d'immersion. Pourtant, selon Khedri (2017), le faible niveau d'interactivité entre l'utilisateur et l'environnement en font un cas spécifique de technologie immersive. Fuchs¹⁰ distingue entre vidéo 360° et VR vidéo en fonction de la démarche du réalisateur. Si l'utilisateur crée "une œuvre artistique immuable pour un spectateur", il s'agira d'une vidéo 360°. En revanche, si l'œuvre varie "suivant les actions et(ou) le comportement d'un usager partiellement acteur", on parlera de VR vidéo. Cette distinction entre utilisateur passif ou actif peut être critiquée. En effet, selon Compte (2013), une personne n'est jamais passive face à l'image qui suscite des interactions complexes (émotions, interprétations). La vidéo 360° est d'ailleurs utilisée comme médiation thérapeutique auprès de personnes âgées (Charlet et al., 2021), ou encore pour sensibiliser les personnes aux risques psychosociaux, alors que le degré d'interactivité est faible ou inexistant (impossibilité d'agir sur des objets ou d'influer sur le scénario en faisant des choix).

3.1.4 Les technologies immersives ou réalité étendue (XR)

Face à la diversité des définitions, j'ai choisi d'utiliser le terme générique de technologies immersives (XR) dans mon mémoire. En effet, toutes ces technologies (VR ou réalités mixtes et vidéo 360°) visent à procurer aux utilisateurs un sentiment d'immersion (Lee, Chung & Lee, 2012). Je m'intéresserai donc davantage à la compréhension du sentiment d'immersion et ses relations avec les concepts associés qu'à la technologie elle-même.

3.1.5 Usages des technologies immersives en formation

Les champs d'application des technologies immersives sont multiples: marketing, santé, ressources humaines, formations aux gestes métier. Plus récemment, la XR est utilisée pour développer des compétences sociales.

¹⁰ <https://www.realite-virtuelle.com/video-360-vr-fuchs/>

- **En marketing :**

Les expériences en XR sont de plus en plus employées (Lichtlé et Hashish, 2021). Les applications potentielles en marketing incluent la promotion, les études de marché, les ventes en ligne, le service client, la gestion de la marque et les relations publiques. “Dans le contexte du e-commerce, les principaux défis auxquels sont confrontés les commerçants sont l'abandon des paniers d'achat en ligne et les taux de retour élevés” (Dacko, 2017, Hilken et al., 2018). Les environnements virtuels permettent de mieux comprendre les comportements des consommateurs et leurs prises de décisions lors d'un achat et donc de limiter les retours. De nombreuses marques cosmétiques ou textiles développent également des applications XR pour permettre aux éventuels clients d'essayer les produits, à domicile ou en magasin, avant de les acheter. Le même type d'usage se retrouve parmi les constructeurs automobiles qui proposent également aux potentiels de visiter virtuellement les voitures de la marque.

- **Dans le champ médical :**

La XR sert au traitement des phobies, dans le cadre de thérapies d'exposition. L'exposition consiste à confronter virtuellement les patients à des stimuli craints (la peur du vide, de la chute, des araignées, du dentiste etc) afin d'en diminuer progressivement les effets et changer leurs perceptions et leurs comportements. En s'appuyant sur la recherche, Lognoul et al (2020) listent un grand nombre de cas où les traitements par thérapie d'exposition sont jugés efficaces. Ils citent ainsi: le traitement des états de stress post-traumatiques (K. Cusack, D.E. Jonas, C.A. Forneris, et al., 2016), les troubles anxieux généralisés (J. Hoyer, K. Beesdo, A.T. Gloster, et al., 2009) les troubles paniques (A. Pompoli, T.A. Furukawa, O. Efthimiou, et al. 2018), les Troubles Obsessionnels Compulsifs (K. Ponniah, I. Magiati, S.D. Hollon) les phobies sociales (M.B. Powers, S.R. Sigmarsson, P.M.G. Emmelkamp, 2008), les phobies spécifiques (K.B. Wolitzky-Taylor, J.D. Horowitz, M.B. Powers, et al., 2008). La réalité virtuelle est aussi utilisée en réhabilitation motrice, par exemple dans le traitement du vertige ou des troubles de l'équilibre (Jacob et al., 1997).

- **Les ressources humaines :**

La XR constitue une opportunité dans le domaine des ressources humaines pour les entreprises, les salariés ou les candidats à un emploi. Ainsi, la XR est utilisée pour le

sourcing de candidats, l'entretien d'embauche, l'onboarding, ou encore pour conduire des réunions à distance.

Le sourcing : Lamri (2022) relate plusieurs expériences de recherche de candidat utilisant la XR. En 2007, Aréva, l'Oréal, Unilog, Alstom et Capgemini ont fait passer plus de 700 entretiens lors d'un salon virtuel de trois jours dans le métavers Second Life. En 2022, le même type de sourcing a été utilisé par Carrefour pour recruter des data scientists et data analysts.

L'entretien d'embauche : dans le secteur public, Pôle emploi propose aussi un serious game intitulé "Mon entretien d'embauche"¹¹. Le candidat personnalise sa simulation en choisissant un personnage à incarner sous forme d'avatar. Puis il sélectionne le métier pour lequel il souhaite postuler. Il est ensuite mis en situation de discuter avec un ami virtuel pour s'entraîner à décrocher un entretien. Suit la phase de l'entretien avec la DRH durant laquelle le candidat répond à des questions en choisissant parmi plusieurs possibilités de réponses ou en utilisant la reconnaissance vocale. Un score et un feedback sur la prestation du candidat sont donnés à la fin de l'expérience. La start-up Widid¹², située à Toulouse propose aussi des formations à l'entretien d'embauche en mettant les apprenants face à des recruteurs virtuels sous forme d'avatars.

L'onboarding : L'accueil des nouveaux arrivants dans une entreprise est une application classique de la XR dans les entreprises. La XR permet de faire visiter les locaux, mais aussi de rencontrer les collaborateurs qui peuvent présenter leur métier.

Les réunions virtuelles : Les technologies immersives sont utilisées pour des réunions de travail. Microsoft (Mesh) et Cisco (Webex hologram) développent des solutions à base d'hologrammes et promettent de développer le sentiment de co-présence. A ma connaissance il n'existe pas d'étude sur l'impact de l'hologramme sur le sentiment de présence, par rapport à d'autres médias. Toutefois, en 2013, l'université de Caroline du sud et la Shoah Foundation Institute for Visual History and Education ont créé l'hologramme d'un survivant de la Shoah¹³. Le dispositif holographique associait l'intelligence artificielle à l'hologramme pour permettre au public de dialoguer avec lui et le survivant semblait témoigner "comme une vraie personne"¹⁴. Actuellement, une thèse à l'Université de

¹¹<https://www.pole-emploi.fr>

¹²<http://widid.fr>

¹³<https://vgl.ict.usc.edu/>

¹⁴<http://expériencesdelaguerreecritureimage.uqam.ca/>

Paris-Saclay vise la création d'un environnement en réalité mixte utilisant les hologramme pour favoriser le sentiment de présence¹⁵.

- **L'apprentissage de gestes métiers :**

C'est un usage particulièrement intéressant de la XR. Les premiers cas d'usages qui se développent à partir de 2015 sont liés aux formations techniques dans les industries. Dans ces contextes, la XR est souvent moins coûteuse qu'une formation traditionnelle et permet de s'affranchir des contraintes matérielles, tout en offrant un environnement sécurisé. Par exemple, le constructeur de paquebots "Les Chantiers de l'Atlantique" utilise la XR pour la maintenance des équipements ou la détection de risques de collision¹⁶. Le comité à l'énergie atomique permet aux techniciens de s'entraîner au démantèlement d'installations nucléaires¹⁷. La XR est encore utilisée pour la formation aux risques incendie permettant des mises en situation réalistes avec des scénarios d'intervention prédéterminés et de s'entraîner à la manipulation des extincteurs (Månsson, 2018). Enfin, la Compagnie européenne d'intelligence stratégique (CEIS) a rédigé une note stratégique en 2018¹⁸, dans laquelle elle expose plusieurs usages des technologies immersives dans le domaine militaire, comme la maintenance des équipements complexes, l'entraînement¹⁹ et la formation.

- **La XR est aussi utilisée pour développer les soft skills :**

De nombreuses entreprises utilisent la XR pour former leurs employés et managers aux soft skills. Par exemple, le géant américain Walmart, premier groupe mondial de la grande distribution, utilise des casques Oculus Go pour former les salariés du service client à l'empathie²⁰. Dans le domaine universitaire, l'Université catholique de Lille utilise la XR (via le logiciel Speedernet Sphere), auprès d'étudiants en droit dans le cadre d'un cours de contentieux simulés. La XR vise à placer les étudiants dans des situations stressantes qu'ils pourront rencontrer dans l'exercice de leur futur métier d'avocat, pour apprendre à garder leur calme face à un client agressif par exemple. Pour Anne-Claire Grandjean, Maître de conférence à l'UCL, la XR permet de confronter les étudiants face à des réactions "qu'on n'apprend pas dans les livres et qui sont suscitées en fonction des réponses que les

¹⁵ <https://www.theses.fr/>

¹⁶ <https://www.clarte-lab.fr/>

¹⁷ <https://www cea.fr/>

¹⁸ [Note stratégique](#)

¹⁹ Le Système AITT (Augmented Immersive Team Training) est un casque de réalité virtuelle et augmentée conçu pour l'entraînement des marines. Les militaires se trouvent confrontés à des scénarios immersifs de situations de guerre.

²⁰ <https://blog.laval-virtual.com/>

étudiants apportent²¹”. Pour Vergnieux et Delevoie (2004) la réalité virtuelle appliquée à l’archéologie induit un travail d’équipe : “Informaticiens, architectes, épigraphistes, historiens, archéologues, infographistes collaborent et élaborent les modèles numériques issus d’une réflexion commune”.

3.2 Modèles explicatifs de l’apprentissage avec les technologies immersives

Quels sont les liens entre l'apprentissage et la XR? Comment certaines théories de l'apprentissage trouvent-elles des prolongements pratiques en XR?

3.2.1 Les théories de l’apprentissage applicables aux expériences immersives

- L’apprentissage expérientiel :

Kolb (1984) explique qu'une personne fait son apprentissage par la découverte et l'expérience. Kerjean introduit et vulgarise ce courant en France. Dans une tribune, il affirme que l’apprentissage expérientiel peut répondre à l’enjeu des compétences humaines ou transversales²². Sur le site Eduscol (Ministère de l’Education nationale), la théorie de l’apprentissage expérientiel est clairement associée à la XR :

“Si l’on considère que c’est **en faisant l’activité professionnelle, inscrite dans une tâche confiée à l’apprenant que ce dernier apprend**, il est alors **important que celui-ci soit le plus possible en action (aidé, guidé puis de plus en plus autonome)**. La réalité virtuelle immersive permet de mémoriser les actions de l’apprenant. Au travers d’une vidéo de l’avatar de l’apprenant, le retour réflexif sur l’activité permet de mesurer et d’évaluer ses capacités à réagir (temps, attitude). Elle favorise un parcours individualisé pour chacun puisque l’apprenant pourra reprendre l’activité plusieurs fois”²³.

Avec la XR, il est donc possible de plonger l’apprenant dans une situation simulée de découverte où il va vivre émotionnellement l’expérience, explorer son environnement virtuel et prendre des décisions qu’il va pouvoir tester par essais-erreurs pour résoudre des problèmes. Par exemple, il peut participer à des simulations de conversations, de négociations ou de résolution de problèmes, où l’apprenant interagit avec des personnages virtuels dotés d'intelligence artificielle.

- **La théorie de l’apprentissage social** (Bandura et Cervone, 2023) :

Elle postule que les individus n’apprennent pas que par essais - erreurs. Ils apprennent aussi en observant et en imitant les comportements des autres. L’expérience sociale est donc au cœur de cette théorie. Or, la XR peut intégrer des personnages virtuels

²¹ <https://www.fld-lille.fr/>

²² <https://www.lesechos.fr/>

²³ <https://eduscol.education.fr/>

dotés d'intelligence artificielle qui agissent comme des modèles sociaux. Les apprenants peuvent ainsi observer et interagir avec ces personnages, ce qui facilite l'apprentissage social et le développement de compétences sociales.

- **La théorie de l'apprentissage situé :**

Cette théorie souligne l'importance du contexte dans l'apprentissage (Lave et Wenger, 2006). La connaissance n'est pas présentée de façon abstraite mais inscrite dans un environnement et dans une communauté de pratique. Avec les technologies immersives, il est possible de créer des environnements virtuels réalistes, reproduisant des contextes spécifiques dans lesquels les apprenants peuvent pratiquer leurs compétences dans des situations concrètes.

- **La théorie de l'apprentissage cognitif :**

Elle met l'accent sur les processus mentaux internes impliqués dans l'apprentissage. La psychologie différentielle a montré qu'il existe des styles cognitifs différents entre individus. Selon Chartier (2003), la manière dont un individu traite l'information est en partie sous le contrôle de ses processus affectivo-motivationnels et de sa personnalité. Le concepteur immersif peut prendre en compte certains facteurs cognitifs comme la mémoire ou l'attention. Ainsi, l'environnement virtuel pourra proposer des aménagements selon les apprenants, mettant en valeur des informations spécifiques, des détails importants, et jouant sur des ambiances sonores ou visuelles. Il pourra aussi concevoir des défis cognitifs avec des degrés de difficulté adaptés (complexité, temps pour réaliser l'activité etc.).

3.2.2 Les facteurs agissant sur le processus d'apprentissage

- **La charge cognitive :**

Elle pose que l'apprentissage est influencé par la quantité et la complexité de l'information à traiter. La XR peut être utilisée pour réduire la charge cognitive en fournissant des environnements virtuels qui simplifient les tâches d'apprentissage ou qui offrent des indices visuels et auditifs supplémentaires. Cela permet aux apprenants de se concentrer sur des aspects spécifiques de l'apprentissage sans être submergés par une surcharge cognitive.

- **Le rôle des émotions :**

Dans les années 1970, le psychologue américain Paul Ekman a formulé une théorie des émotions de base universelles. Selon lui, six émotions "de base" sont indépendantes de

la culture et donc biologiquement héritées. Il s'agit de la peur, la colère, la joie, la surprise, la tristesse et le dégoût. Selon Ekman (1992) les émotions de base ont en commun un déclenchement rapide, de courte durée, une survenue spontanée, ce qui les distingue de notions proches (humeurs, sentiments). Elles surgiraient lorsque l'individu est face à un événement qui le pousse à agir (Rowe, 2005). L'importance des émotions dans le processus d'apprentissage fait consensus dans la littérature scientifique, depuis les travaux de Piaget sur le développement de l'enfant (1954) à la notion d'intelligence émotionnelle développée par Goleman (1995). Les émotions ressenties par l'individu peuvent aussi affecter le comportement d'un individu. (NKambou et al., 2007). En milieu scolaire, le rôle des émotions (négatives ou positives) sur les performances est également avéré et concerne aussi bien les émotions des élèves, que des enseignants, des contenus pédagogiques et de la nature de l'activité (Cuisinier, 2016). Ce facteur affectif intéresse particulièrement la XR qui maîtrise l'environnement dans lequel l'apprenant est immergé. Frenhofer et al. (2015) ont confirmé la capacité de la XR à induire des émotions déterminées par la conception des environnements virtuels. Sanchez-Vives et Slater (2005) affirment : « L'état de présence se traduit par des réactions physiologiques (accélération du rythme cardiaque, transpiration, etc.), comportementales (modification de la posture, expressions du visage, etc.), émotionnelles (peur, joie, tristesse, anxiété, etc.), intellectuelles (conversation avec un avatar) ou sentimentales (empathie). L'esthétique (le fond) et le son peuvent également susciter des émotions ». Lombardo (2007) qualifie la XR de « médiation et instrument psychologique qui peut agir sur le comportement ». Les émotions de base pourraient influencer le comportement, les pensées et autres processus fondamentaux tels que l'attention (Harrison et Critchley, 2007 ; Lench et coll., 2011; Levenson, 2011). Elles seraient une source de motivation pour agir, un élément essentiel dans la prise de décision (Immordino Yang, 2016). De plus, il a été démontré que les participants à une expérience en XR réagissent aux situations de manière réaliste (comportements et émotions) (Hortensius, Hekele, & Cross, 2018). Dans une expérience au cours de laquelle des participants devaient infliger des décharges électriques sur un avatar, Slater et al. (2006) ont montré la capacité de la XR à susciter des réponses émotionnelles ou éthiques semblables à celles vécues dans la vie réelle, grâce à des stimuli virtuels. La XR, en exploitant les nombreux canaux de stimuli sensoriels, est donc en mesure de tirer partie des émotions pour l'apprentissage. Il en résulte que la XR est un espace privilégié de simulation comportementale et d'apprentissage des soft skills.

3.2.3 Les concepts spécifiques associés aux expériences immersives

La XR est indissociable d'un certain nombre de concepts qui sont intriqués les uns aux autres. J'ai choisi de présenter les concepts que j'ai le plus souvent rencontrés au cours de mes lectures et qui peuvent constituer une valeur ajoutée de la XR sur d'autres dispositifs, à savoir : l'interactivité, les sentiments d'immersion, de présence et d'incarnation. Ces concepts sont étroitement liés les uns aux autres et s'influencent mutuellement.

- **L'interactivité :**

C'est la capacité de l'utilisateur à pouvoir utiliser des outils et à modifier son environnement par extension (Ryan, 1999 ; Auvray & Fuchs, 2007). "L'interactivité est définie comme la capacité des utilisateurs à modifier et à recevoir un retour sur leurs actions dans la réalité où se déroule l'expérience"(Carrozzino & Bergamasco, 2010; Muhanna, 2015). C'est donc une relation dynamique d'échanges d'informations, en temps réel, entre l'homme et la machine. Privas-Bréauté et Ciekanski (2021) rappellent que l'interactivité est même la première caractéristique de la XR selon Méran-Martinez et Spanghero-Gaillard (2021), et que l'immersion et le sentiment de présence en sont deux autres subséquentes (Ciekanski et al., 2020).

- **Le sentiment d'immersion :**

Sans entrer dans une analyse détaillée, il me semble important de distinguer les termes d'émotion et de sentiment, utilisés de nombreuses fois dans ce mémoire. Les émotions (colère, joie, tristesse, etc.) sont des réactions à une situation. Elles échappent au contrôle de la conscience. Au contraire, les sentiments sont liés aux sens et s'accompagnent de "la conscience plus ou moins claire d'une sensation physique, d'une impression, c'est-à-dire de l'empreinte que les événements qui adviennent peuvent imprimer sur notre corps"(Traïni, 2010). Grau (2004) définit l'immersion comme "un processus, un changement, un passage d'un état mental à un autre. L'immersion est surtout caractérisée par la diminution de la distance critique sur ce qui est montré afin d'augmenter la participation". Gorisse (2019) rappelle les deux versants de l'immersion selon McMahan (2003) : l'immersion perceptuelle et l'immersion psychologique. Adams (2004), propose une typologie des types d'immersion, de leur périmètre respectifs et des capacités qu'elles mobilisent (cf. figure 4). Une méta-analyse de Cummings et Bailenson (2016) a permis d'identifier les aspects d'un environnement virtuel ayant une influence sur l'immersion. Selon Gorisse et al. (2018), "la capture de mouvement (synchronisation visuo-motrice), la

vision stéréoscopique, le champ de vision ou encore le taux de rafraîchissement ont un impact fort sur le sentiment d’immersion et de présence. La qualité visuelle et sonore de l’environnement aurait une incidence plus modérée”.

Type d'immersion	Périmètre	Capacités mobilisées
Immersion tactique	Dimension sensorielle et motrice	Sens, unité de temps et d'espace
Immersion stratégique	Attention captée par des défis logiques et intéressants	Capacités cognitives et facultés mentales
Immersion narrative	Scénario, personnages, narration	Espace, psychologie

Figure 4. Les trois types d’immersion, Ernst Adams (2004)

Le modèle Immersion, Presence, Performance (IPP) proposé par Bystrom et al. (1999) illustre les liens entre immersion technologique et présence (cf. figure 5).

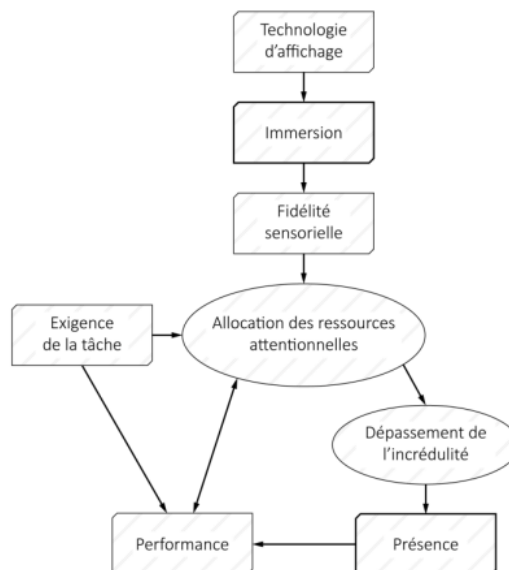


Figure 5. Le modèle Immersion, Presence, Performance (IPP) proposé par Bystrom et al. (1999)

- **Le sentiment de présence :**

La présence est définie généralement comme le sentiment “d’être là” (Heeter, 1992). Il existerait en fait plusieurs types de présences. Bouvier, (2009), reprend les trois types de présence de Lee (2004) distinguant la présence spatiale, la présence de soi et la

présence sociale. Les concepts immersifs sont reliés et s'influencent. Ainsi, selon une étude (Gorisse et al., 2017), la présence de soi, qui peut être assimilée au sentiment d'incarnation, influe sur le sentiment de présence. Witmer et Singer (1998) soulignent que de hauts niveaux d'immersion mènent à de hauts niveaux de présence et qu'un certain nombre de paramètres techniques influent sur le sentiment de présence. Ainsi, l'existence d'objets pertinents pour la scène, l'utilisation d'un scénario réaliste ou intéressant, des images claires (peu de flous et de pixellisation), un haut niveau d'interaction favorisent le sentiment de présence. Lécuyer, A. et al. (2023) montrent l'importance des interfaces haptiques dans les expériences immersives: par exemple, des vibrations impulsées au niveau de la main augmentent le sentiment de présence. De plus, lorsqu'un avatar parle et que ses paroles sont converties en vibrations ressenties par l'utilisateur via un capteur, il inspire davantage confiance et paraît plus convaincant.

- **Le sentiment d'incarnation (“embodiment” ou cognition incarnée) :**

Dans une expérience XR, chaque individu a un corps réel et un corps virtuel (visible ou non dans l'expérience). L'utilisateur va créer une représentation mentale du corps virtuel avec son corps réel. Cette représentation de soi dans un environnement virtuel est nécessaire pour être immergé (Slater et al., 1996). Le corps virtuel contribue à augmenter le sentiment d'être présent dans l'environnement virtuel (Slater et al., 2010). L'individu se sent dans le corps virtuel quand ce dernier réagit à l'identique du corps réel (Kilteni et al., 2012). Ce sentiment peut aller jusqu'à un sentiment de possession (Roth et al., 2020) lorsque l'utilisateur considère le corps virtuel comme son propre corps. Plusieurs expériences ont montré qu'un individu pouvait même éprouver des sensations réelles lorsque son corps virtuel était soumis à des stimuli (Tsakiris, 2009). Cette illusion corporelle dite du “bras de caoutchouc” consiste à “sentir” le bras là où on le voit. Ainsi, lorsque l'on cache le vrai bras d'une personne, qu'on le remplace par un bras en caoutchouc, et qu'on touche simultanément le faux bras et le vrai avec un pinceau, le sujet perçoit au bout de quelque temps une sensation sur le faux bras, et non sur son corps réel. Il éprouve même de la peur si l'on approche une aiguille du bras en caoutchouc. Leveau (2022), citant les travaux de Debarba et al. (2017) et Fuchs (2021) expose que les interfaces haptiques, olfactives ou gustatives, les récepteurs proprioceptifs sont de nature à augmenter le sentiment d'incarnation, l'immersion et les émotions ressenties. A l'inverse, certaines formes d'erreurs de tracking (latence, sauts, bruit, figement, etc.) peuvent vivement affecter le sentiment d'incarnation (Toothman et Neff, 2019). La sensation

d'incarnation entretient un lien étroit avec les apprentissages. Selon Gadille et Impedov (2020), l'incarnation permet aux apprenants de créer du sens entre le monde physique et le monde virtuel et agit comme un moyen de médiation. Pour Privas-Bréauté et Ciekanski (2021), "L'embodiment (ou cognition incarnée) explique l'accès à la connaissance comme le résultat de relations d'influences réciproques entre le corps, les émotions et l'environnement".

Dans une expérience immersive, l'incarnation se réalise avec ou sans avatar.

L'incarnation sans avatar

Dans le premier cas, l'utilisateur vit des expériences en étant "à la place" d'une autre personne. Ainsi, un utilisateur peut se retrouver victime de harcèlement sexuel, voir à travers les yeux d'un enfant dyslexique, percevoir les bruits comme une personne autiste, ou encore être mis en situation de stress, en incarnant un gardien de prison confronté à la violence du milieu carcéral par exemple²⁴.

L'incarnation avec avatar

Dans ce cas, l'utilisateur vit l'expérience à travers un personnage fictif, l'avatar. A l'origine, l'avatar désigne chacune des incarnations du dieu Vishnu, dans la religion hindoue. Bailenson et Blascovich (2004) définissent l'avatar comme une "représentation digitale perceptible dont les comportements sont le reflet d'un être humain particulier". Plusieurs études ont montré que les utilisateurs d'un avatar ressentent un sentiment d'incarnation, voire de possession de leur corps virtuel. Par exemple, des hommes minces ont l'illusion de posséder un corps virtuel avec un gros ventre (Normand et al., 2011). Tajadura-Jiménez et al. (2017), constatent que les adultes jeunes et plus âgés se sentaient propriétaires d'un corps d'enfant virtuel ou d'un corps d'adulte réduit. Contrairement à l'intuition première, les avatars non-humains (ou peu réalistes), créent un sentiment d'incarnation plus fort que des avatars humains réalistes (Lugrin, 2015). Ceci s'expliquerait par ce que Mori (2012) a dénommé l'"Uncanny Valley" ou "vallée de l'étrange". Cette théorie postule que plus une entité non humaine ressemble à un humain, plus ses imperfections provoquent un rejet.

Pour résumer, le sentiment d'incarnation par un avatar dépend de plusieurs facteurs comme l'apparence de l'avatar (Schwind et al., 2017), mais aussi la cohérence

²⁴ Ces exemples sont issus de mes expériences de VR, grâce à la mise à disposition de contenus par l'entreprise Reverso, spécialisée dans la prévention des risques psychosociaux en VR, pendant mon stage.

structurelle (Lecuyer et al., 2016), les interactions avec l'environnement (Lecuyer et al., 2016) ou encore les retours sensoriels (Ehrsson, 2012).

3.2.4 L'environnement immersif d'apprentissage

Après avoir exposé les différentes théories d'apprentissage applicables à la XR et les concepts liés aux expériences immersives, en essayant de montrer leurs prolongements en XR, il est maintenant temps de montrer de quelle façon un concepteur immersif peut intégrer ces concepts lorsqu'il doit créer une formation immersive, et transformer ainsi un environnement virtuel en environnement virtuel immersif d'apprentissage²⁵.

- **Le design d'expérience (UX design) :**

Il appartient au concepteur pédagogique immersif de créer un environnement immersif d'apprentissage. En effet, la technologie ne propose pas en elle-même des situations de formation didactisées. Or, l'intérêt d'un environnement d'apprentissage est d'être conçu et maîtrisé en fonction d'objectifs pédagogiques. Pour atteindre son objectif, le concepteur doit prendre en compte de nombreux éléments. Cet exercice constitue le design d'expérience. Le design d'expérience remplit différentes fonctions que je synthétise dans le tableau suivant.

Type de design	Fonction
Le design d'information	consiste à définir la hiérarchie et la mise en forme des éléments d'information.
Le design d'interaction	définit le fonctionnement et le comportement des éléments interactifs d'un dispositif.
Le design d'interface	s'attache à la structure, la composition et l'organisation visuelle de l'interface.
Le design graphique	s'intéresse à l'apparence graphique du dispositif.

²⁵ Lors de la création du MOOC, j'ai rédigé le script du module consacré à l'expérience utilisateur et au design d'expérience (Module 1 de la semaine 3). Je reprends dans les paragraphes qui suivent une partie de ce travail.

Le design sonore	vise à utiliser les sons, bruitages, pour obtenir un effet (créer une ambiance, donner un indice sonore, capter l'attention)
Le design émotionnel	a pour but de susciter des émotions chez l'utilisateur grâce à des procédés de personnalisation, des visuels ou encore des moments forts scénarisés

A cela s'ajoute la scénarisation qui doit intégrer le caractère immersif de l'expérience

Chapitre 4. Les soft skills

Il conviendra d'abord de définir ce que recouvre le terme de soft skills et quels en sont les enjeux, avant d'étudier les effets de la XR sur les apprentissages et sur le développement des soft skills.

4.1 Définitions

- **Les softs skills et autres appellations :**

Les soft skills sont d'abord des compétences. Dans le domaine de la formation professionnelle en France, le terme de qualification était utilisé jusque dans les années 80. Il a été remplacé par le terme de "compétence", notion plus détachée de la fonction. Pour Theurelle-Stein et Barth (2017) la compétence est "une aptitude de l'individu à mobiliser de façon dynamique des ressources hétérogènes (connaissances, savoir-faire techniques, aptitudes physiques, comportements) en vue de produire le résultat attendu dans un contexte professionnel donné". La compétence se réalise donc dans la pratique, en contexte. Stroobants (1998) ainsi que Paul et Suleman (2005) distinguent trois types de compétences : les compétences scolaires (ou savoirs cognitifs), les compétences techniques, méthodologiques (ou savoir-faire), et les compétences comportementales (ou savoir-être). Cette dernière catégorie de compétences non cognitives, non techniques ou disciplinaires recouvre le terme anglais de "soft skills" (Heckman et Kautz, 2012 ; Borghans, Meijers, Weel, 2008), en opposition aux "hard skills". La dénomination de soft skills est particulièrement utilisée dans le contexte de l'entreprise et du management. D'autres appellations sont utilisées selon les domaines avec un sens proche: compétences sociales (Filisetti, 2009), compétences transversales, compétences génériques ou encore compétences émotionnelles. C'est pour cette raison que j'utilise dans le mémoire ce terme anglais. Les compétences transversales et génériques sont plutôt associées à la réalisation d'une tâche, tandis que les compétences sociales ou émotionnelles renvoient à des situations interpersonnelles. Meuret (2016) distingue les compétences sociales se rapportant à soi (responsabilité, persévérance, confiance dans les autres), celles se rapportant aux autres (empathie, coopération, respect de l'autre), et celles se rapportant au monde.

- **Diversité des soft skills :**

Il est difficile de donner une liste exhaustive des soft skills car elles varient selon le champ disciplinaire et les objectifs poursuivis. De plus, certaines compétences sont individuelles, d'autres collectives, et l'organisation elle-même influe sur la construction de ces compétences. En mai 2022, France Stratégie consacre un article aux soft skills qui favorisent l'innovation et la transformation en entreprise. Selon ce rapport, huit soft skills dépendent directement de l'environnement professionnel (la coordination d'équipe, la collaboration, la cohésion d'équipe, la cohésion inter-équipes, l'autonomie dans l'organisation, l'organisation du travail, le soutien de l'organisation, le soutien de l'équipe au changement) et deux compétences permettent d'engager les collectifs (collaboration et communication). Le rapport inclut dans la catégorie des soft skills "cinq capacités cognitives permettant de penser le changement" (les pensées divergente et convergente, la flexibilité mentale, les pensées logique et relationnelle), et "huit capacités conatives pour passer à l'action" (l'extraversion, les motivations intrinsèque et extrinsèque, l'ouverture à la nouveauté, la pensée intuitive, la prise de risque, la conciliation, la persévérance).

4.2 Enjeux

L'acquisition des soft skills comporte deux enjeux: un enjeu de santé pour l'individu, et un enjeu stratégique pour l'entreprise. Ces deux aspects sont d'ailleurs liés. En effet, "d'après une étude réalisée en 2019 par le groupe Malakoff Humanis, 90% des salariés pensent que la santé et la qualité de vie au travail contribuent à la performance de l'entreprise" (Ourrache, Rabhi, D., 2022). Selon l'OMS (2003), les compétences sociales ont un intérêt pour la santé et le bien-être des individus²⁶. Pour les salariés, l'enjeu des soft skills est essentiel. Face à l'évolution rapide des métiers, certains d'entre eux sont confrontés à l'obsolescence de leurs compétences techniques (Bouret et al. 2018). A l'inverse, les soft skills sont moins touchées par ce phénomène²⁷. Pour les diplômés et les salariés, développer des soft skills est aussi un critère d'insertion professionnelle et sociale (OCDE, 2016 ; Duru-Bellat, 2015 ; Abbet, 2016). En France, plusieurs études du CEREQ²⁸

²⁶ Plusieurs modèles expliquent les liens entre compétences sociales et santé (Modèle Pathway, 2007, INSPQ, 2009 par exemple).

²⁷<https://www.cadremploi.fr/editorial/conseils/conseils-carriere/quest-ce-que-l-obsolescence-des-competences-et-comment-y-faire-face>

²⁸ Le Centre d'études et de recherches sur les qualifications est un établissement public français à caractère administratif

viennent confirmer leur importance sur le marché du travail et les trajectoires professionnelles. Les compétences sociales et transversales telles que le travail en équipe, le dynamisme, l'organisation, le sens des responsabilités, l'initiative, l'innovation sont valorisées par les recruteurs pour accéder à l'emploi (Albandea, 2020). L'autonomie, l'éthique professionnelle, l'innovation, la curiosité, la minutie sont associées à la probabilité d'obtenir un CDI ou un contrat à temps plein (Morlaix et Nohu,, 2019). L'autonomie et la communication favorisent l'accès à un emploi de cadre et ont un effet sur la rémunération des diplômés (Albandea et Giret, 2016). Il est probable que le développement du télétravail et l'utilisation de nouvelles technologies comme l'intelligence artificielle viendront confirmer l'importance des soft skills par rapport aux savoirs disciplinaires.

Nous allons maintenant regarder plus en détail les avantages et les limites de la XR sur le processus d'apprentissage (performance, motivation, compréhension) et le développement des soft skills (collaboration, confiance en soi, prise de décision).

Chapitre 5. Les effets de la XR

5.1 Les avantages de la XR

Il existe peu d'études scientifiques d'ampleur sur les effets de la XR dans le développement des soft skills. Je me référerai donc aux quelques résultats de la recherche que j'ai pu trouver ainsi qu'à l'étude menée par Pwc²⁹ en 2020, auprès de cent salariés américains pour mesurer les effets de la XR sur l'apprentissage de compétences de communication. Dans cette étude, la technologie XR exploitait l'intelligence artificielle et des avatars pour simuler des conversations réalistes. Certains participants suivaient un programme en classe, d'autres en ligne, et enfin un groupe utilisait la XR.

5.1.1 Les effets positifs sur les apprentissages

Plusieurs résultats d'études démontrent les effets positifs de la XR sur les apprentissages.

- **XR et rapidité d'apprentissage :**

Selon l'étude Pwc, les participants au programme en XR ont terminé la formation plus rapidement (cf. figure 6).

²⁹ <https://www.pwc.com/>



Source: PwC VR Soft Skills Training Efficacy Study, 2020

Figure 6. Rapidité d'apprentissage

- **XR engagement et motivation :**

Pour Witmer et Singer (1998), l'engagement renvoie à un état psychologique. Selon Brault-Labbé et Dubé (2009), dans le modèle proposé par Dubet et al. (1997), l'engagement est défini comme l'interaction dynamique de trois éléments, les forces affective, comportementale et cognitive. Getchell et al (2006) ont montré que la XR permettait d'améliorer la motivation et l'engagement des apprenants lors de fouilles archéologiques virtuelles. La motivation et la dimension hédonique de la XR est souvent mise en avant dans les études comme des facteurs positifs essentiels pour l'apprentissage.

- **XR, attention et mémoire :**

	Classroom	E-Learn	VR
How many times were you multitasking or distracted during this experience?	0.78	1.93	0.48
How many minutes do you estimate it took to get back on task?	1.00	2.63	0.48

Source: PwC VR Soft Skills Training Efficacy Study, 2020

Figure 7. L'attention

L'expérience menée par Pwc indique que les utilisateurs de la XR étaient moins distraits et plus attentifs que les autres (cf. figure 7). En accaparant l'attention de l'apprenant, immergé dans un univers visuel et sonore et coupé de la réalité, la XR permet

d'augmenter l'implication attentionnelle des participants lors des expériences (Mirault, 2022). De plus, en provoquant des

réactions émotionnelles, la XR a un impact positif sur la mémoire adulte (Kensinger et Schacter 2016). Par exemple, l'immersion et l'interaction dans un environnement virtuel pourraient avoir des effets positifs sur la mémorisation lexicale à court terme (Schmoll et al., 2013) .

- **XR et compréhension :**

Roy (2014) relève "l'existence d'une corrélation entre le sentiment de présence dans l'environnement virtuel et la compétence de compréhension de l'oral en langue cible." La XR permet aussi de mieux comprendre des concepts abstraits ou des phénomènes invisibles. Ainsi une étude a montré une efficacité supérieure de la XR sur d'autres dispositifs pour des enseignements en biologie comme la compréhension de la structure de l'œil (Shim et al., 2003) ou l'étude du déplacement des fourmis (Kartiko, Kavakli et Cheng, 2010).

5.1.2 Les effets positifs sur le développement des soft skills

- **XR et collaboration :**

Getchell et al. (2006) ont mis en avant l'efficacité de la XR dans le développement de la communication, du travail en équipe, de l'organisation et de la prise de décision lors de d'une simulation d'excavations archéologiques.

- **XR et confiance en soi :**

Selon cette étude, "les salariés formés avec la réalité virtuelle étaient jusqu'à 275 % plus confiants pour agir après la formation - une amélioration de 40 % par rapport à la formation en classe et de 35 % par rapport à la formation en ligne" (cf. figure 8).

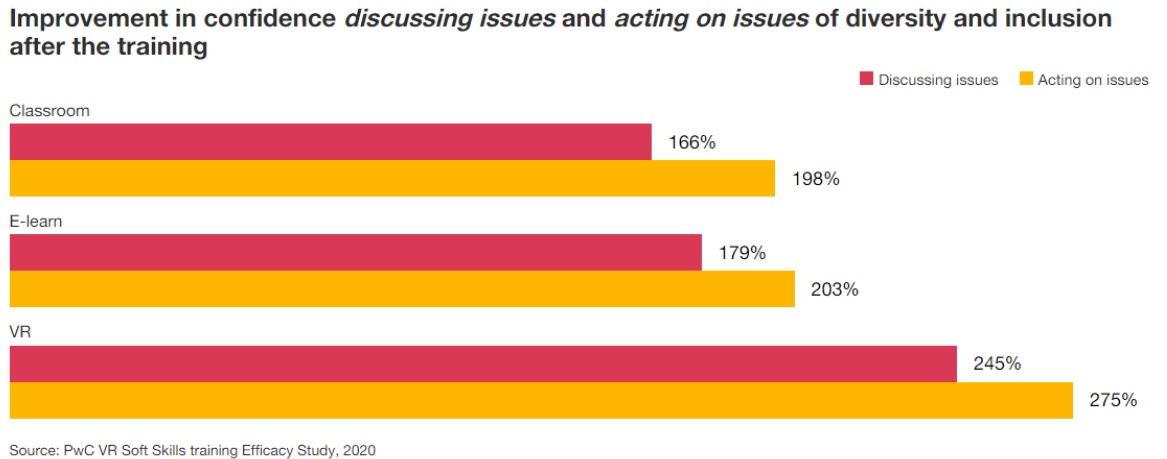


Figure 8. La confiance en soi

Bamakou et al., (2018) ont montré que le fait d’incarner un personnage très fortement associé à son haut niveau d’intelligence comme Einstein, favoriserait l’estime de soi des participants ayant une faible estime d’eux-même au départ, ce qui entraînerait un gain de performance cognitive dans la réalisation de certaines tâches scientifiques. Par ailleurs, Lecuyer et al. (2023) ont montré que les technologies haptiques influent également sur la confiance en soi ou la persuasion : ainsi, “une vibration synchronisée avec la parole augmente significativement la confiance en soi ou la persuasion d’un interlocuteur”. Le dispositif appelé “Speech-to-touch” permettrait d’encourager les personnes n’osant pas prendre la parole en réunion à s’exprimer et à gagner en force de persuasion.

- **XR, émotions et comportements :**

L’étude de Pwc met en avant une plus forte connection émotionnelle des apprenants utilisant la XR avec le contenu de la formation (cf. figure 10).

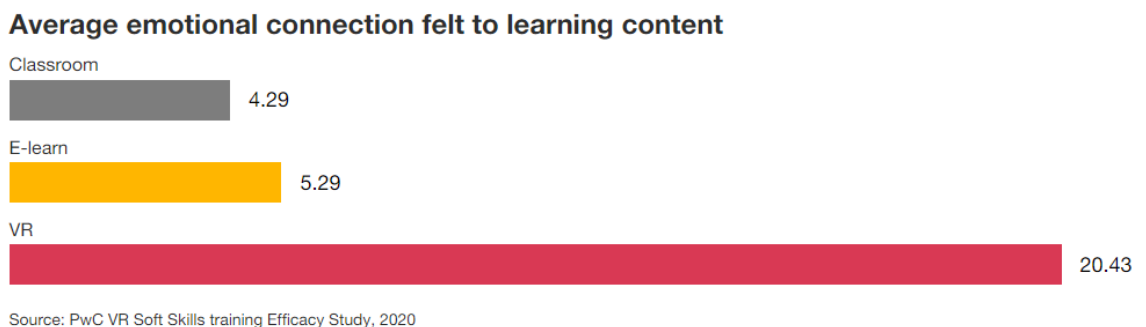


Figure 9. La connection émotionnelle

- **XR et prise de décision :**

Ravat (2007) cite Damasio, pour rappeler que l'émotion joue un rôle déterminant dans le déclenchement de l'action, mais aussi dans son inhibition. Dans cet exemple, un jeune homme atteint d'une tumeur au cerveau était incapable de prendre des décisions importantes car il ne ressentait pas d'émotion capable de le pousser à agir. Dans le domaine du tourisme et du marketing, la XR peut influencer positivement le comportement du consommateur et la prise de décision. Hashish (2019) indique que "les résultats d'une étude qualitative exploratoire et une expérimentation (menée auprès de 341 personnes) ont confirmé l'importance des visites virtuelles en 3D et de l'interactivité du site internet pour créer cette expérience de téléprésence. Celle-ci déclenche des états affectifs positifs, influence positivement la valeur perçue de la destination et l'attitude envers la destination". L'avatar peut également influencer nos comportements et nos décisions. Petit (2010) souligne l'importance des aspects affectifs dans la détermination des comportements dans des situations de négociation, à travers les expériences dites "jeu de l'ultimatum"³⁰. Guégan (2017) cite une expérience de jeu d'ultimatum réalisée entre joueurs utilisant des avatars (Yee, Bailenson, 2007). Les résultats ont montré l'influence de la taille de l'avatar sur les comportements. Ainsi les participants qui incarnent des avatars de grande taille proposent davantage des répartitions d'argent inéquitables, et les avatars de petite taille ont plus tendance à accepter une répartition inéquitable défavorable.

- **XR et empathie :**

En proposant des expériences vécues, "à la place de" (Jones, 2017 utilise l'expression "to walk in someone else shoes") ou via un avatar, la XR permet de reconnaître, comprendre et ressentir les émotions d'autrui. Selon Levy (1995) "nous pouvons presque revivre l'expérience sensorielle complète de quelqu'un d'autre". La XR serait donc un moyen de développer l'empathie. Slater et al. (2019) ont conduit une expérience à la première personne pour montrer l'effet de l'incarnation sur l'attitude des policiers aux Etats-Unis : le but de l'expérience était de lutter contre les violences policières envers des victimes d'origine Afro-américaines. Dans le scénario en XR, un citoyen d'origine afro-américaine est interrogé par un policier manifestement raciste.

³⁰ Le jeu de l'ultimatum (en anglais : ultimatum game) est utilisé en économie expérimentale et se joue de la manière suivante : une première personne (joueur A) se voit attribuer une certaine somme d'argent, et doit décider quelle part elle garde pour elle et quelle part elle attribue à une seconde personne (joueur B). La seconde personne doit alors décider si elle accepte ou refuse l'offre. Si elle la refuse, aucun des deux individus ne reçoit d'argent. (wikipédia)

Certains participants observent la scène à la troisième personne, tandis qu'un autre groupe incarne la victime et vit l'expérience à la première personne. Les résultats montrent que les policiers ayant incarné la victime viennent plus en aide aux victimes d'origine afro-américaine que les policiers simplement observateurs.

L'incarnation via un avatar peut aussi influencer les comportements des utilisateurs. Le degré de "propriété corporelle" (Kilteni, Slater, 2012) de l'utilisateur vis-à-vis de son avatar détermine en partie l'effet Proteus (du nom du dieu de la mythologie grecque qui possédait la faculté de métamorphose). Cet effet désigne l'influence que l'apparence de l'avatar a sur l'individu qui l'incarne. Non seulement l'utilisateur agit sur son avatar, mais l'avatar peut influencer le comportement et les attitudes de l'individu. Une étude sur les expériences de mort imminente (Slater et al., 2017) a montré que le fait d'incarner un corps virtuel en fin de vie permettait d'atténuer la peur de la mort. Le dispositif d'incarnation consistait d'abord à expérimenter son corps virtuel, celui-ci étant parfaitement synchronisé aux mouvements du corps réel. Des stimulateurs permettaient également de ressentir des stimuli comme l'impact d'un objet. Dans un deuxième temps, les participants changeaient de perspective et quittaient leur corps virtuel en s'élevant au-dessus de lui, tout en continuant à ressentir les stimuli sensoriels.

- **XR et interactions sociales :**

Guégan et al. (2017) relatent une autre expérience de Yee et Bailenson (2007) étudiant les interactions sociales dans un contexte d'environnement virtuel avec avatars : les participants devaient entrer en contact via un avatar avec des participants de sexe opposés. Tous les participants "réels" étaient cachés derrière un rideau. Les résultats montrent que les personnes incarnant un avatar jugé attractif "diminuent la distance interpersonnelle entre les avatars et révèlent significativement plus d'informations sur eux-mêmes que les participants incarnant un avatar non attractif". Enfin, la question de savoir si l'incarnation via avatar est plus ou moins de nature à influencer les comportements par rapport à une expérience à la première personne fait l'objet de débats (Heydrich, L et al., 2013).

5.2 Les limites de la XR

Utiliser la XR en formation présente un certain nombre de contraintes. Certains critères intra-personnels peuvent perturber l'expérience ou même provoquer un rejet de la technologie. L'apprenant entretient un rapport subjectif à la technologie proposée.

Par ailleurs, l'impact de la XR sur l'utilisateur et les apprentissages est directement lié à la qualité de la technologie proposée.

- **Cybersickness (CS) :**

Les expériences immersives peuvent provoquer de multiples symptômes d'inconfort chez leurs utilisateurs, appelés cybersickness (Porcino et al., 2021). Ces malaises peuvent être éprouvés pendant et après l'expérience (Bowman et al. 2001). Pour atténuer ou éliminer ces symptômes qui peuvent conduire à un rejet de la technologie et l'expérience par l'utilisateur, plusieurs techniques sont possibles :

Certaines solutions sont d'ordre technique. Ainsi, Wiederhold (2022) recommande que les objets avec lesquels l'utilisateur interagit le plus souvent soient plus proches du corps, et qu'ils se situent au niveau des yeux, plutôt que de haut en bas.

D'autres pistes pour limiter les sensations de malaise ou de nausée ont trait aux techniques narratives. Ainsi, un récit enrichi permettrait de déplacer l'attention de l'utilisateur, par exemple en lui indiquant une menace (comme l'existence de serpents dans l'expérience), d'augmenter son sentiment de présence et de diminuer les effets de cybersickness (Weech et al., 2020). Au-delà des sensations d'inconfort ou de nausées, Martirosov et al. (2022), mettent en garde contre les risques physiques et psychologiques d'une exposition prolongée en réalité virtuelle. Par ailleurs, d'autres critères sont à prendre en compte pour évaluer le degré d'acceptabilité d'une technologie.

- **Le rapport subjectif à la technologie :**

“Selon les utilisateurs, un même dispositif technique engendrera une expérience subjective différente de l'environnement virtuel, avec une nécessaire variation du sentiment de présence dans la réalité virtuelle, comme le souligne Slater (2003). Le facteur perceptif joue donc un rôle majeur dans l'expérience de réalité virtuelle. Bouvier (2009) le place au premier plan dans sa définition de la réalité virtuelle.” Chaumon et Dubois (2010), distinguent deux notions proches inscrites dans un continuum : l'acceptabilité et l'acceptation. L'acceptabilité renvoie aux “représentations des personnes face à une technologie future ou possible” (Bobillier Chaumon & Dubois, 2010, p. 356), alors que l'acceptation “se focalise plus sur le vécu des personnes lors et suite à l'introduction des TIC” (ibid, p. 356). Davis (1986) a développé un modèle d'acceptabilité d'une technologie qui est encore utilisé aujourd'hui. Selon ce modèle, plusieurs facteurs sont prédictifs de l'acceptabilité d'une technologie. Ainsi, l'utilité perçue pour réaliser une tâche, la

perception de la facilité d'utilisation vont déterminer l'attitude, l'intention et in fine la décision d'utiliser la technologie. D'autres auteurs mettent aussi en avant l'originalité, le plaisir ou encore l'esthétisme (Diefenbach, Kolb, & Hassenzahl, 2014; Hassenzahl et al., 2000) de la technologie, ainsi que son acceptabilité sociale. Chaumon (2016) parle "d'acceptation située", mettant l'accent sur l'usage réel de la technologie en contexte. Pour Sagnier (2019), la façon dont l'utilisateur va percevoir une technologie entraînera "un jugement sur le degré d'attrait du produit, des conséquences émotionnelles et des conséquences comportementales". Selon sa perception de la technologie et/ou de son expérience, l'utilisateur décidera par exemple d'utiliser ou non la technologie en question.

- **La technologie utilisée :**

La technologie utilisée influence le sentiment d'immersion et donc l'expérience de l'utilisateur. "L'immersion renvoie aux stimuli produits par le dispositif de réalité virtuelle et à leur degré de fidélité par rapport à la réalité. L'immersion est donc objective car mesurable en se référant à la technologie employée pour générer l'environnement virtuel : champ de vision plus ou moins large, image en 2D ou 3D stéréoscopique, graphismes plus ou moins réalistes, environnement sonore plus ou moins riche. On peut, par exemple, considérer que le degré d'immersion est plus faible avec l'utilisation d'un petit écran 2D que dans un Cave.", (Slater et al., 1995). De manière plus spécifique, une étude comparative entre des dispositifs d'interaction classiques de style gamepad et de nouveaux dispositifs gestuels souligne la hausse de la charge cognitive et la perte de performance lors d'interactions gestuelles et concluent sur "la nécessité d'améliorer techniquement ces dispositifs avant de pouvoir aboutir à une technologie robuste" (Galais et al., 2019).

Chapitre 6. Cas illustrés de formations XR aux soft skills

Il existe de nombreuses formations en XR pour développer des soft skills. Les entreprises poursuivent plusieurs objectifs d'apprentissages : apprendre à négocier efficacement, s'entraîner à la prise de parole en public, apprendre à gérer les conflits, gérer les situations de crise, préparer ses entretiens, développer son leadership, gérer le stress et l'émotionnel, sensibiliser au handicap, gérer le harcèlement, apprendre à collaborer, etc.). Le milieu universitaire expérimente également les dispositifs XR auprès des étudiants pour développer la collaboration ou la gestion du stress. Cette liste n'est pas exhaustive et il n'est pas possible de détailler toutes les offres dans ce chapitre. J'ai donc fait des choix que j'explique dans chaque exemple.

6.1 Développer les techniques de vente

Instage³¹:

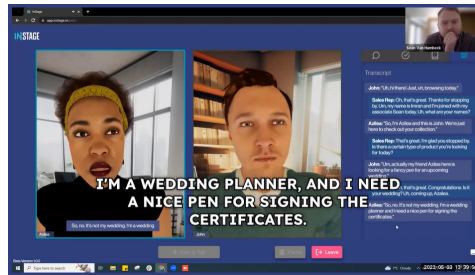


Figure 10. Capture d'écran d'une formation à la vente (Instage)

C'est suite à un entretien avec Armand Viadé, responsable immersif à Arcelormittal que j'ai découvert Instage. Dans cet exemple, un apprenant s'entraîne à la vente en interagissant avec deux clients représentés par des avatars et dont les réponses sont générées par chatgpt. Un formateur accompagne l'apprenant pour lui apporter un feedback, lui demander de poser de nouvelles questions, de faire préciser certains besoins par exemple (cf. figure 10). L'apprenant peut aussi demander de l'aide au formateur. À l'issue de la conversation, l'apprenant sait s'il a convaincu les clients et s'ils ont acheté le produit. Suit un échange avec le formateur sur le ressenti et le déroulé

6.2 Développer la prise de parole

- **Widid³²** (cf. figure 11) :

Grâce aux contacts de Speedernet, j'ai pu mener un entretien avec la fondatrice de Widid, Aurore Thion et découvrir leurs formations aux soft skills, en particulier à la prise de parole en public. En formation, l'apprenant peut importer son propre discours et s'entraîner à le présenter dans un amphithéâtre virtuel face à un public d'avatars. L'entraînement peut se faire en autonomie ou bien accompagné d'un formateur. L'avantage de ce type de formation est qu'il est possible de s'appuyer sur des éléments tangibles tels que les tics de langage, le nombre de mots par minute, le nombre de silences par minute, la diversité lexicale, les déplacements et le regard. L'apprenant peut se revoir (bodyswap) et répéter. L'un des points forts de la formation est la possibilité d'intégrer des éléments imprévus (bruits, personnes qui quittent la salle, etc.) afin de mieux simuler les situations

³¹ <https://www.instage.io/>

³² <https://widid.fr/>

réelles. Ces éléments peuvent être déclenchés automatiquement ou par le formateur qui contrôle l'environnement.

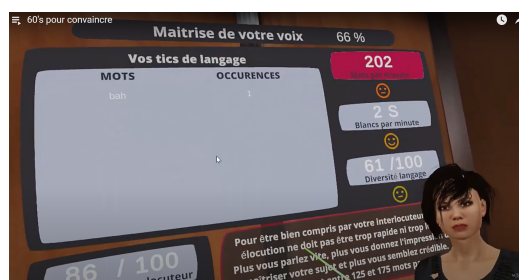


Figure 11. Capture d'écran d'une formation à la prise de parole (Widid)

- **Ovation**³³ (cf. figure 12) :

Cette entreprise propose une formation à la prise de parole qui me semble particulièrement riche et qui mérite d'être détaillée. D'abord, elle permet des sessions multijoueurs. Ainsi, ce sont des personnes réelles qui incarnent le public, les collègues ou le responsable RH par exemple, sous forme d'avatar (présence de la tête pour les expressions du visage et des mains, le reste du corps étant invisible). Ceux-ci peuvent parler (voix ou texte), réagir en applaudissant ou en souriant par exemple. De plus, comme pour Widid, il est possible d'intégrer des distracteurs comme la sonnerie d'un téléphone portable. L'autre point original est la possibilité de répondre à des prompts qui s'affichent à l'écran et impliquent une réaction de la part de l'apprenant. Les prompts sont préenregistrés mais un formateur peut décider d'importer un prompt personnalisé.



Figure 12. Capture d'écran d'une formation à la prise de parole (Ovation)

La prestation est enregistrée et l'utilisateur peut donc se réécouter et se revoir sous différents angles. Des feedbacks sur la voix, le mouvement des mains, les éléments parasites lui sont apportés via des traces de l'activité sur la performance.

³³ <https://www.ovationvr.com/>

6.3 Gérer ses émotions

- **Virtual Vet :**

Lors d'une discussion avec Frédéric Serres, responsable du développement commercial de Speedernet Sphere, j'ai appris l'existence d'une formation immersive au sein de l'école nationale vétérinaire. Celle-ci a pour objectif de former les étudiants à l'anesthésie équine. Le premier module réalisé avec Speedernet Sphere, présente "les étapes préanesthésiques, la sédation, l'induction et l'obtention du décubitus". Le module 2 expose "les étapes réalisées au bloc opératoire ainsi que le réveil de l'animal" (Liot, 2023). Outre l'aspect lié aux gestes métiers, cette formation cible des compétences sociales et émotionnelles. En effet, le domaine était jugé particulièrement stressant, voire anxiogène pour les étudiants qui appréhendaient la complexité de la procédure et l'environnement de l'intervention. La VR offre ici la possibilité aux étudiants de se familiariser avec une situation rare en les immergeant dans un environnement contrôlé où l'erreur et la répétition sont permises.

6.4 Développer l'empathie

- **Reverto³⁴**

C'est une entreprise lyonnaise qui s'est spécialisée dans la sensibilisation aux risques psychosociaux. Elle propose à ses clients de louer le matériel de VR et les contenus pour un usage interne ou bien d'animer des sessions de formation. Contrairement aux exemples cités précédemment, Reverto a fait le choix d'utiliser la vidéo 360° et de proposer des films joués par des comédiens. L'utilisateur se trouve dans la peau d'une personne (il ne se voit pas) victime de harcèlement au travail, de burn-out, de handicap ou encore de violences en milieu carcéral. L'intérêt est de proposer un contenu très réaliste et de vivre une expérience émotionnelle forte à la première personne.

6.5 Développer la collaboration

En visitant un salon virtuel disponible dans la base de données de Speedernet, j'ai trouvé l'existence de deux expériences immersives proposant de développer les soft skills.

³⁴ <https://reverso.fr/>

- **Ubisoft: Star Trek bridge crew :**

Star Trek Bridge Crew est un jeu de rôle multijoueurs dans lequel chaque joueur occupe un poste stratégique dans un vaisseau spatial. Les actes et les choix de chacun déterminent la réussite ou l'échec de la mission. Le scénario proposé nécessite de faire preuve de cohésion et de responsabilité.

- **Meta Quest: Keep Talking and nobody explodes :**

Meta Quest reprend en VR un concept de jeu multi-utilisateurs intitulé "Keep Talking and nobody explodes". Ce jeu est particulièrement conçu pour favoriser la collaboration et la communication au sein d'un groupe car il repose sur un gameplay asymétrique. En effet, l'utilisateur principal doit désamorcer une bombe. Pour cela il est aidé d'autres joueurs "Experts" qui disposent du manuel nécessaire à son désamorçage. Le problème est que les Experts ne peuvent pas voir la bombe ! Il faut donc que tout le monde soit capable de communiquer les informations utiles, tout en vivant une situation stressante. Ce type de jeu est parfois utilisé dans les entreprises pour fédérer les équipes dans le cadre de journées "Team Building".

Partie 3. Contributions et perspectives

J'ai montré dans la deuxième partie quels étaient les ressorts théoriques qui permettaient d'affirmer que les technologies immersives sont efficaces, dans certaines conditions, pour développer les soft skills d'un individu. Dans cette troisième partie, je présenterai ma méthodologie de recueil de données et leur analyse ainsi que les limites de ma recherche. Je proposerai ensuite quelques pistes de réflexion pour valoriser les usages pédagogiques des technologies immersives.

Chapitre 7. Méthodologie de recueil de données et analyse

Dans le cadre de mon stage, je n'ai pas pu évaluer expérimentalement les soft skills. Pour répondre à ma problématique de départ, j'ai choisi de mener **une recherche qualitative**

7.1 Présentation synthétique

Ma recherche comporte des entretiens semi-directifs, la réalisation d'un questionnaire (en m'inspirant d'outils de mesures), la participation à un atelier de formation, le recueil de données issues du MOOC de sensibilisation à la conception pédagogique immersive, le visionnage de webinaires. Je synthétise ma démarche dans le tableau ci-dessous:

Ce que je cherche.	Comment, avec quel outil et auprès de qui.
<p>La XR peut favoriser l'apprentissage et le développement de soft skills</p> <p>La XR peut influencer les comportements</p> <p>La XR a des avantages intrinsèques</p> <p>Les effets de la XR sont mesurables</p>	<p>Deux entretiens semi-directifs</p> <p>Aurore Thion, ingénieure en formation, Data Analyst fondatrice de Widid</p> <p>Sabrina Marchi, Adjointe au responsable du pôle numérique et ingénieure pour l'enseignement numérique à l'Inspé d'Aix-Marseille</p> <p>Les webinaires Speedernet TV</p> <p>Retour d'expériences: IGS, IFP School, Orange</p> <p>Reverto: Lénaïc Cadet, docteur en psychologie cognitive</p> <p>Une participation à un atelier</p> <p>"La fresque du facteur humain", à Human Matters avec Claire-Marie Greiner, formatrice</p> <p>Les données issues du MOOC</p>
L'impact émotionnel	Deux entretiens semi-directifs

de la XR sur les apprenants	<p style="text-align: center;">suite à une expérience immersive</p> <p style="text-align: center;">Une conceptrice Un développeur à Speedernet</p> <p style="text-align: center;">Les données issues du MOOC</p>
Identifier les éléments spécifiques à la conception d'une formation immersive	<p style="text-align: center;">Deux entretiens libres</p> <p style="text-align: center;">Mathieu Arnaudeau, concepteur immersif à Speedernet Armand Viadé, concepteur immersif à Arcelormittal</p>

7.1.2 Les outils d'évaluation

Lors de mon entretien avec Armand Viadé, nous avons évoqué la question de l'évaluation de la XR en formation. Selon lui, l'évaluation suppose une didactisation des situations de travail que je résumerai ici en quelques lignes.

- **La didactisation des situations de travail :**

Les soft skills ne sont pas directement quantifiables. Pour les mesurer, il faut donc trouver des indicateurs observables associés à la compétence que l'apprenant souhaite développer en formation. Un travail de didactisation doit alors être entrepris pour transposer les situations de travail et les tâches dans l'environnement virtuel d'apprentissage. Une fois la formation conçue et expérimentée, les apprenants peuvent alors être confrontés à des situations réelles de travail mobilisant les compétences visées. Il est alors possible de mesurer le transfert de compétences en évaluant la progression des apprenants, avant et après la formation.

Du point de vue de l'apprenant, de nombreux outils permettent de mesurer les effets d'une expérience sur les perceptions de de l'expérience par l'utilisateur.

- **Les échelles d'évaluation :**

L'échelle de contrôle IPC (Internal Powerful Other and Chance Scale ; Levenson,1974) interroge l'individu sur le fait qu'il considère ou non ce qui lui arrive comme étant inhérent à lui-même ou aux autres (il s'agit de tests d'internalité, de chance et autres tout-puissants).

L'échelle d'estime de soi (RSE, Rosenberg Self Esteem ; Vallières et Vallerand, 1990) s'intéresse à l'ensemble d'attitudes et d'opinions que l'individu met en jeu dans son rapport avec le monde extérieur. L'estime de soi est définie comme le jugement ou l'évaluation que l'on fait de soi-même, de sa valeur personnelle.

Le sentiment d'efficacité personnelle concerne "les jugements que les personnes font à propos de leur capacité à organiser et réaliser des ensembles d'actions requises pour atteindre des types de performances attendus" (Bandura, 1977).

Le contrôle comportemental perçu (Azjen, 1991) est un processus transactionnel faisant référence à la croyance qu'un individu a de pouvoir ou non maîtriser la situation ; cette croyance est également dépendante du caractère objectivement contrôlable de la situation.

Le coping (WCC, Ways of Coping Checklist ; Cousson-Gélie et al., 2010) s'intéresse aux efforts que la personne déploie pour faire face à une situation stressante. Comment réagit-elle ? Quelle « stratégie » met-elle en œuvre ? Face à un défi, une personne cherchera à maîtriser le problème par la planification, la recherche d'informations par exemple (coping problème), à gérer ses émotions, les exprimer, se relaxer (coping émotion), ou encore à rechercher un soutien social.

L'échelle de résilience Connor-Davidson permet d'évaluer le niveau de résilience chez différentes populations et d'identifier les facteurs qui peuvent favoriser ou entraver la capacité d'une personne à s'adapter aux situations difficiles ou stressantes. Les participants sont invités à évaluer leur niveau d'accord avec chaque énoncé sur une échelle de Likert en fonction de leur fréquence de ressenti (par exemple, de "jamais" à "presque toujours").

Je me suis inspiré de ces outils pour mener mes entretiens et élaborer le questionnaire.

7.2 L'éclairage de professionnels de la formation

J'ai réalisé plusieurs entretiens avec des professionnels de la formation immersive. Seul le premier entretien fait l'objet d'une retranscription complète (cf. Annexe), les autres étant des synthèses.

7.2.1 Entretien avec Aurore Thion, Directrice générale de Widid

Aurore Thion dirige une entreprise de création de contenus en VR afin de développer les soft skills. Elle est spécialisée en ingénierie de formation et en analyse de données. Pour préparer cet entretien, j'ai d'abord rédigé des questions que j'ai classées en fonction de thématiques à aborder (cf. Annexe 1). La transcription de l'entretien (cf. Annexe 2) a mis en évidence les avantages de la XR pour la formation des soft skills, en offrant des opportunités d'apprentissage immersives et pratiques. Selon Aurore Thion, les établissements scolaires et les entreprises montrent un réel intérêt pour ces approches

pédagogiques innovantes. Les formations aux soft skills concernent la montée en compétences, l'amélioration des discours de vente, et la simulation de situations de prise de parole en public. L'un des points forts des formations proposées par Widid est de permettre aux apprenants et aux formateurs de s'appuyer sur des données tangibles gérées par un algorithme. Le logiciel capte la voix, la transcrit et c'est le texte qui est analysé (speech to text). Des données telles que la répétition de mots, le débit de parole, l'élocution, le caractère positif ou négatif du discours, les déplacements, les endroits où l'apprenant porte son regard (eye-tracking) et la possibilité de se revoir et se réentendre (replay) grâce à l'avatar permettent des rétroactions pertinentes.

7.2.2 Entretien avec Sabrina Marchi (Inspé Aix-Marseille)

A l'Université d'Aix-Marseille, Sabrina Marchi accompagne les enseignants chercheurs souhaitant développer des outils innovants. L'un des projets porté par l'Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation (Inspé) était de permettre aux futurs professeurs des écoles ne disposant pas d'une formation scientifique de mieux s'approprier certains concepts du programme grâce aux technologies immersives. Des expériences ont ensuite été conduites auprès de quarante-deux élèves de primaire (entre 9 et 10 ans) pour étudier les phénomènes de succession jour/nuit et de rotation de la Terre. Pour l'équipe de chercheurs, il s'agissait de comparer les apprentissages classiques avec les apprentissages XR. Ainsi, un groupe d'élèves recevait un enseignement "classique" (vidéos, manuels...) et un autre groupe disposait de tablettes intégrant le module de formation. Les élèves, sous la conduite du maître, pouvaient manipuler le modèle, et faire varier les paramètres (inclinaison de la Terre, vitesse de rotation...). Les résultats (non encore publiés) montrent que:

- Les élèves ont une meilleure perception et une meilleure compréhension des concepts abordés avec la XR.
- Les élèves sont davantage motivés avec la XR
- Les élèves utilisant la XR et qui avaient les résultats les plus bas ont mieux réussi et leur progression est significativement plus importante que leurs homologues sans XR.
- En revanche, les élèves qui bénéficient de l'enseignement sans XR ont développé un plus grand nombre d'interactions dans le groupe.

Ces résultats mériteraient d'être étayés par d'autres recherches sur une population plus nombreuse et diversifiée afin de pouvoir valider les variables entraînant des gains de "performance" significatifs. Cependant, cette recherche-action valide l'hypothèse que l'utilisation de la XR (dans ce cas en mobile learning), est un soutien cognitif qui permet une approche expérimentale en classe et favorise l'intérêt et la motivation des élèves, particulièrement ceux ayant le plus de difficultés. Sabrina Marchi met aussi en avant l'importance de maîtriser l'ensemble de la formation, de la conception à la mise en œuvre et l'évaluation. En effet, aujourd'hui, les contenus des formations et les données sont créés et gérés par des entreprises extérieures. Faire monter en compétences les enseignants et les apprenants sur l'utilisation de la VR permettrait de créer des scénarios et des situations didactiques adaptées aux besoins.

7.2.3 Entretien avec Armand Viadé, concepteur immersif

Dans le cadre de cet entretien, Armand Viadé m'a présenté les différentes utilisations de la XR au sein de l'entreprise Arcelor Mittal. La XR est utilisée pour améliorer les compétences techniques des salariés et s'entraîner aux gestes métiers. Grâce à la réalité augmentée et des caméras, des experts peuvent guider à distance les techniciens présents sur le terrain lors de leurs interventions techniques. Concernant les méthodes de conception des formations immersives, il convient selon lui de distinguer deux types d'environnements virtuels :

- Les simulateurs qui tentent de reproduire fidèlement la réalité.
- Les simulations qui sont des environnements didactisés.

La conception d'un environnement virtuel d'apprentissage relève de la deuxième catégorie. Pour cibler les compétences à développer et définir des objectifs pédagogiques pertinents, il faut identifier les caractéristiques essentielles d'un poste de travail. Concrètement, il s'agit d'observer et d'analyser la mise en pratique des compétences (à travers la technique de "shadowing") et recueillir les représentations fonctionnelles des futurs apprenants (lors des entretiens semi-directifs).

7.2.4 Les webinaires Speedernet : retours d'expériences (RETEX)

Dans le cadre de ses activités, Speedernet vend des Licences Sphere à des universités ou à des écoles. Celles-ci mènent leurs propres projets immersifs. Des webinaires tournés dans les locaux de Speedernet sont consacrés aux retours d'expériences. La difficulté d'accéder aux retours d'expériences rend ces témoignages particulièrement précieux. Certains

webinaire apportent un éclairage la mise en œuvre de la XR en formation et sur le développement de soft skills :

- **Le Groupe IGS :**

Acteur de la formation à Lyon, IGS a confié la conception de serious games immersifs à ses étudiants à la suite d'une demande du groupe Monoprix. L'objectif était de proposer un processus de recrutement et d'accompagner les évolutions en interne de l'entreprise. Pour Ahmed Bahloul, Responsable du Tiers-lieux - Groupe IGS, ce projet a été un facteur important de motivation pour les étudiants. "On a vu cette motivation qui a évolué, qui a pris forme, qui a émergé progressivement"³⁵.

- **L'École des métiers Techniques chez Orange :**

Pascal Perrin, responsable de l'innovation et de la professionnalisation, explique qu'après avoir conçu des formations en réalité augmentée sur tablette, l'entreprise Orange souhaitait "engager un collectif" de 450 formateurs autour d'une sensibilisation des salariés à la 5G. L'idée était de proposer des outils "dynamiques, nouveaux, simples" d'utilisation (caméra 360°, logiciel Speedernet Sphere, casque Oculus) pour engager les équipes à "faire", à "réaliser un projet de bout en bout". Selon lui, les formateurs étaient très engagés et ont eu le désir de partager leurs expériences. Les apprenants sont "passés des compétences aux capacités", c'est-à-dire au pouvoir de faire. Cela a permis une évolution des dispositifs de formation combinant XR et apprentissage en situation de travail, XR et ateliers à distance, etc.

- **IFP School :**

Pour Clément Cahagne, responsable pédagogique de cette école d'ingénieurs, l'intérêt de la XR est d'immerger les étudiants dans leur futur milieu de travail et d'effectuer certains gestes métiers en contexte industriel. De plus, Clément Cahagne insiste sur l'importance de penser la place des technologies immersives dans le parcours de formation global. Ces témoignages montrent que la VR a un effet entraînant pour engager les collectifs autour de projets. Ils confirment l'influence positive de la XR sur la motivation des apprenants qui sont mis en capacité de faire, et la nécessité d'intégrer cette technologie dans un dispositif de formation global.

- **Reverto :**

Lénaïc Cadet est spécialiste des contenus et de la formation à Reverto³⁶, mais aussi

³⁵ https://www.youtube.com/watch?v=INMvKSarw_M

³⁶ Reverto a pour ambition de sensibiliser les apprenants aux risques psychosociaux (sexisme, harcèlement, santé mentale) et de changer les comportements en utilisant des formations immersives à la première personne via des vidéos à 360°.

docteure en psychologie cognitive. Dans ce webinaire³⁷, elle explique les avantages de la XR dans les apprentissages. Elle réaffirme l'existence de l'effet Proteus et confirme les liens entre émotions et mémoire. Cadet (2021) a conduit quatre études afin d'explorer les liens entre mémoire, émotions, sentiment de présence et d'immersion, chez l'adulte et l'enfant. Concernant la variable matériel (casque/écran; qualité de l'image), l'étude montre qu'"une immersion faible réduit l'effet des émotions sur la mémoire" et que "le sentiment de présence était plus important pour les lieux contenant les stimuli émotionnels ou une présentation avec visiocasque". Concernant l'âge des participants, elle constate que "les préadolescents ressentaient des émotions plus intenses et un sentiment de présence plus grand que les adultes et que contrairement aux adultes, la basse qualité d'image ne diminuait pas les réactions émotionnelles chez les préadolescent". L'incarnation d'un avatar semble niveler la différence des performances mnésiques entre les préadolescents et les adultes. Enfin, l'interactivité n'a montré aucun effet de l'action sur la mémoire ou le sentiment de présence mais uniquement sur l'intensité de l'émotion ressentie (la condition active ayant conduit à des émotions plus intenses). Cadet conclut : "Ces résultats montrent la complexité à appréhender les liens entre mémoire, émotions et les facteurs spécifiques à la VR comme l'immersion, l'incarnation d'un avatar ou l'interaction, ceci en s'intéressant également aux modulations de ces relations par l'âge".

7.2.5 Ma participation à une "fresque du facteur humain"

Afin d'appréhender plus profondément les éléments qui facilitent ou entravent l'action humaine, j'ai pris part à un atelier intitulé "Fresque du facteur humain" au sein des locaux de l'entreprise "Human Matters", à Lyon. Claire-Marie Greiner, formatrice, a animé cette session. L'atelier collaboratif s'inspire des fresques du climat et a pour objet d'identifier les résistances au changement tout en comprenant les mécanismes cognitifs sous-tendant notre capacité d'agir (cf. figure 13). Au cours de cette séance, la formatrice a mis en évidence les difficultés auxquelles font face les individus lorsqu'ils cherchent à changer leurs comportements, même lorsqu'ils sont convaincus de la nécessité de ce changement, qu'un plan d'action clair et partagé est en place, et que de nombreuses ressources sont mobilisées. Ces obstacles sont attribués à notre dispositif cognitif, nos "facteurs humains" (émotions, biais cognitifs, représentations...), lequel influe sur notre capacité à ressentir, décider, anticiper, interagir et apprendre.

³⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=xNndxE55hek>

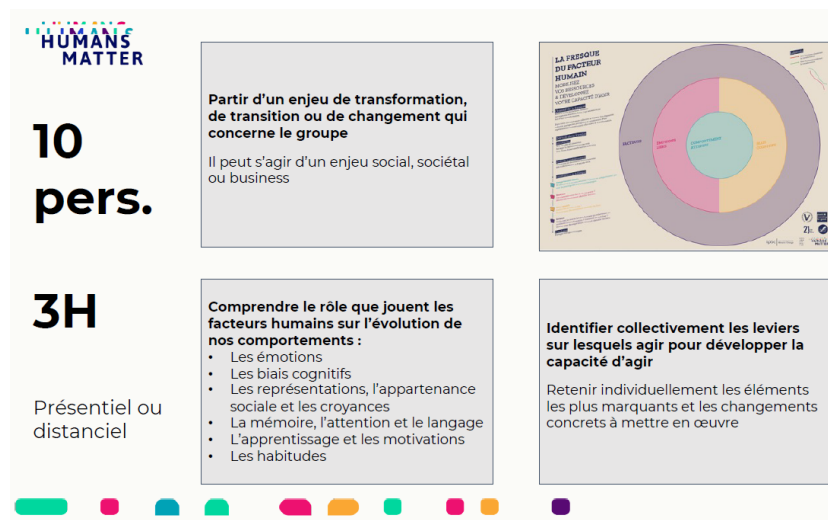


Figure 13. Le déroulement d'une fresque du facteur humain

Pour qu'un changement comportemental devienne effectif, il faut la combinaison de trois facteurs simultanés:

- le savoir agir (habiletés d'action),
- le désir d'agir (la motivation),
- le pouvoir d'agir (capacité d'autonomisation et d'action de chacun sur son environnement).

Cet atelier a mis en lumière l'importance des croyances, des ressources internes et de l'adaptation dans la capacité d'agir des individus, soulignant que l'efficacité du changement dépend de la confluence de ces éléments clés.

7.3 *Le point de vue des apprenants*

Une conceptrice et un développeur à Speedernet ont accepté d'expérimenter un contenu Reverso et de participer à un entretien semi-directif. "N" a suivi une expérience sur le thème du harcèlement sexuel et "A" celui des violences en milieu carcéral. J'ai également cherché à recueillir d'autres retours d'expérience pour avoir un nombre plus important de réponses et un public plus varié (âge, expérience de la VR). Pour cela j'ai conçu un questionnaire (Google form) que j'ai proposé à tous les collaborateurs ayant participé à une expérience Reverso. J'ai obtenu neuf réponses.

7.3.1 Entretiens et interprétation auprès d'utilisateurs de contenus Revertio

Pour mener les entretiens, j'ai préparé des questions en m'inspirant de certains outils de mesure existants (échelle d'estime de soi, sentiment d'efficacité personnelle, contrôle comportemental perçu, coping, échelle de résilience). L'entretien est retranscrit en annexe (cf. Annexe 3). J'analyse les réponses en fonction des concepts étudiés aux chapitres 3 et 5 tels que : l'acceptabilité, le sentiment d'immersion, le sentiment d'incarnation et de présence, le niveau de concentration. Les lettres (N, A) renvoient au nom de l'utilisateur et le numéro à la place de la réponse dans l'entretien.

- **Le degré d'acceptabilité :**

N exprime un degré d'acceptabilité élevé pour participer à l'expérience en réalité virtuelle. On retrouve dans les réponses de N des éléments d'acceptabilité internes (vécu, perception d'utilité) et externes (facilité, ergonomie de l'interface).

N-3: Elle participe volontiers à l'expérience en VR en mettant le casque et en suivant les instructions pour effectuer les réglages nécessaires.

N-3 juge que l'expérience en casque virtuel, "par rapport à un PC, ça change tout!", soulignant l'importance de la technologie utilisée. De plus, au niveau ergonomique, les manettes sont très agréables par rapport à la souris d'un PC.

N-3 mentionne que l'expérience est bien faite, le temps passe vite, et qu'il s'agit d'une première expérience positive de réalité virtuelle.

N-9 souligne l'utilité des formations en VR et suggère qu'elles devraient être largement diffusées. En effet, "il y a peu d'initiatives pour aborder ces sujets" alors que "tout le monde est susceptible de les rencontrer un jour".

Cependant elle fait aussi part de son malaise dans l'expérience.

N-5 exprime qu'elle a ressenti un malaise, non pas tant en rapport avec la situation représentée dans l'expérience, mais plutôt en raison de la proximité physique avec les personnages virtuels et les regards perçus, soulignant que "les distances interpersonnelles ne sont pas respectées".

N-7 dit se déconnecter volontairement de l'expérience par moments pour "ne pas paniquer".

Il faut noter que l'expérience ne propose pas d'agir. L'utilisateur subit ce qui lui arrive. Les notions d'agentivité et d'interactivité sont donc absentes de l'expérience et l'utilisateur n'exerce aucun contrôle pour faire face à la situation stressante.

Cette technique de "déconnexion" peut donc être vue comme une stratégie de coping.

N-8 pense que si l'utilisateur a déjà vécu un traumatisme lié aux thèmes abordés dans les vidéos, l'impact émotionnel de l'expérience sera fort. Elle cite l'exemple d'une amie qui a eu des interventions en présentiel sur ces sujets, sous forme de cercles de discussion à la faculté, et qui a trouvé l'expérience très bénéfique.

Plus tard dans l'entretien, N raconte avoir eu une expérience de réflexion sexiste en entreprise, sur le ton de la blague "comme souvent". Personne n'a réagi. Or, selon elle, "les autres ont une responsabilité".

A-1 mentionne que l'expérience en réalité virtuelle était impressionnante, intense et qu'il a réussi à s'immerger dans le rôle de surveillant de prison.

A1: contrairement à N, A juge que "Même sur PC c'est impressionnant", ce qui met en relief les différences personnelles entre utilisateurs.

A-1 dit avoir ressenti un malaise face aux insultes des prisonniers et que l'expérience était un peu violente.

A-2 souligne que l'expérience l'a fait réfléchir et qu'il aurait souhaité un débriefing pour partager les réactions de différents utilisateurs.

- **Le sentiment d'immersion :**

N-7 indique qu'elle est rapidement rentrée dans l'histoire et que, par moments, elle est totalement immergée, puis peut se détacher pour ne pas paniquer.

N-10 évoque que les regards étant sur elle, l'immersion est plus intense que si elle avait un avatar en univers 3D.

A-1 décrit que même si le milieu dans lequel il se trouvait était éloigné du sien, l'expérience était réaliste et immersive, au point de ressentir un malaise face aux insultes des prisonniers.

- **Les sentiments d'incarnation et de présence :**

N-3 déclare avoir l'impression d'être réellement présente dans l'environnement virtuel.

N-5 souligne l'aspect très réaliste de l'expérience et le haut niveau de détails.

N-10 décrit que par rapport à une formation traditionnelle, "tout est plus fort" car les regards sont sur elle lorsqu'elle est dans l'expérience à la première personne.

N-6 admet qu'elle garde un regard objectif et une distanciation lors de l'expérience, tout en étant consciente qu'elle ne vit pas réellement l'expérience personnellement.

N-11 trouve que l'expérience serait moins réaliste avec un avatar en univers 3D, soulignant ainsi le sentiment de présence qu'elle a en utilisant un casque VR.

A-1 relate avoir incarné un surveillant de prison alors que l'univers est éloigné du sien. Il s'est posé la question de comment il réagirait dans une telle situation, ce qui démontre son implication dans le rôle virtuel.

A-2 souligne le sentiment de partage qu'il a éprouvé entre sa propre empathie envers la personne incarcérée et son devoir professionnel en tant que surveillant.

- **L'impact de la VR sur les émotions et le ressenti :**

L'expérience en VR semble susciter un engagement émotionnel et cognitif important pour les deux participants.

N-3 décrit son ressenti comme "pas joyeux", mais souligne que la formation est bien réalisée, immersive et qu'elle s'y implique naturellement, "malgré soi".

N-5 rapporte un malaise pendant l'expérience, notamment en raison de la proximité physique avec les personnages virtuels et du réalisme des détails et des interactions. De plus, elle estime que l'expérience peut entrer en résonance avec l'expérience personnelle

N-7 déclare avoir ressenti une proximité avec les gens qui est presque angoissante.

A-1 exprime un malaise face aux insultes des prisonniers et que l'expérience était un peu violente, démontrant ainsi l'effet émotionnel intense de la VR

A-2 dit, montrant ainsi une implication émotionnelle et cognitive soutenue..

A-2 mentionne avoir éprouvé de l'empathie pendant l'expérience, mais aussi avoir été partagé entre ses sentiments d'empathie envers les prisonniers et son rôle de surveillant, indiquant ainsi son engagement émotionnel et cognitif dans le scénario.

A-2 aurait souhaité un débriefing pour mieux comprendre ses propres réactions et celles des autres, mettant en évidence l'impact émotionnel et la réflexion suscités par l'expérience.

- **Le niveau de concentration :**

N-4 évalue son niveau de concentration comme étant très élevé lors de l'expérience en réalité virtuelle.

N-7 déclare avoir été très concentrée

A-1 déclare qu'au début de l'expérience, il y avait l'effet de la réalité virtuelle, mais après quelques scènes, il était complètement immergé dans l'expérience, suggérant ainsi un niveau élevé de concentration et d'engagement.

- **L'apprentissage :**

N-13 pense que l'expérience peut permettre à des personnes “qui font des choses sans savoir que ce sont des comportements problématiques d'en prendre conscience” en développant une forme d'empathie pour la victime.

7.3.2 Questionnaire

Les questions visaient à comprendre les effets de la XR sur l'expérience des utilisateurs. L'analyse porte sur les onze réponses recueillies.

- **L'expérience globale :**

Elle est jugée très positive. Sur une échelle de Likert de 1 (peu satisfaisante) à 5 (très satisfaisante), huit participants ont évalué à 4 leur expérience globale, et trois participants ont attribué un niveau 5 (cf. figure 14).

Comment évalueriez-vous votre expérience globale de la formation en réalité virtuelle ?

11 réponses

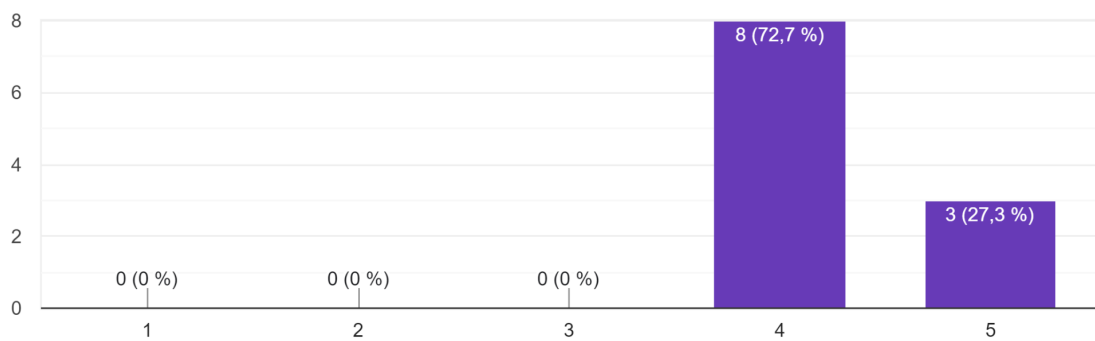


Figure 14. Graphique d'évaluation globale de la formation (Google form)

- **L'acceptabilité :**

Quatre utilisateurs ont trouvé l'expérience agréable. Deux personnes évoquent un inconfort lié au matériel (facteur externe). Quatre personnes évoquent un malaise lié à la thématique traitée (facteur interne) et quatre participants disent avoir ressenti un effet d'oppression (qualité de la vidéo, scénario). Tous les participants jugent utile ce type de formation et estiment qu'elles devraient être diffusées, sous certaines conditions (cf. figure 15).

Vous êtes-vous senti mal à l'aise pendant l'expérience?

11 réponses

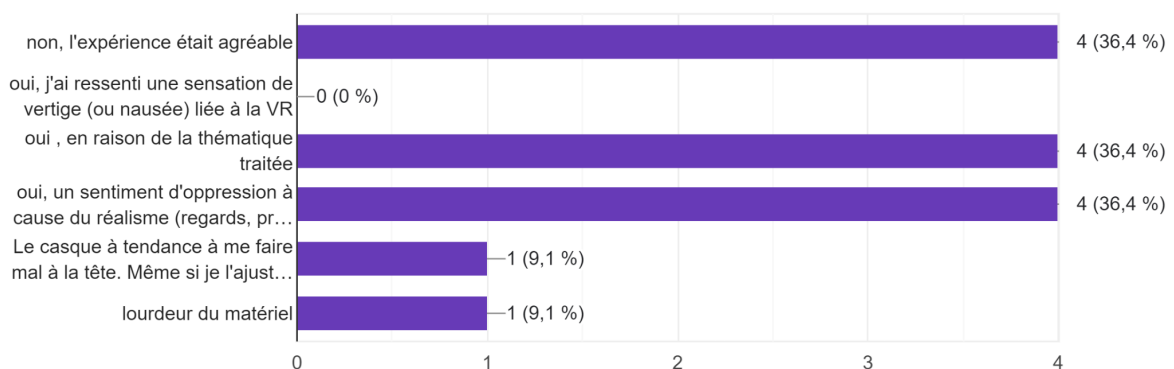


Figure 15. Graphique d'évaluation de l'acceptabilité de l'expérience (Google form)

- **Le niveau de concentration :**

Une personne attribue un niveau 3 sur une échelle de 5, neuf un niveau 4 et une un niveau 5, ce qui montre un degré de concentration élevé (cf. figure 16).

Avec le casque, l'environnement virtuel se substitue totalement à l'environnement réel et il n'y a donc aucun distracteur extérieur.

Comment évalueriez-vous votre niveau de concentration dans l'expérience?

11 réponses

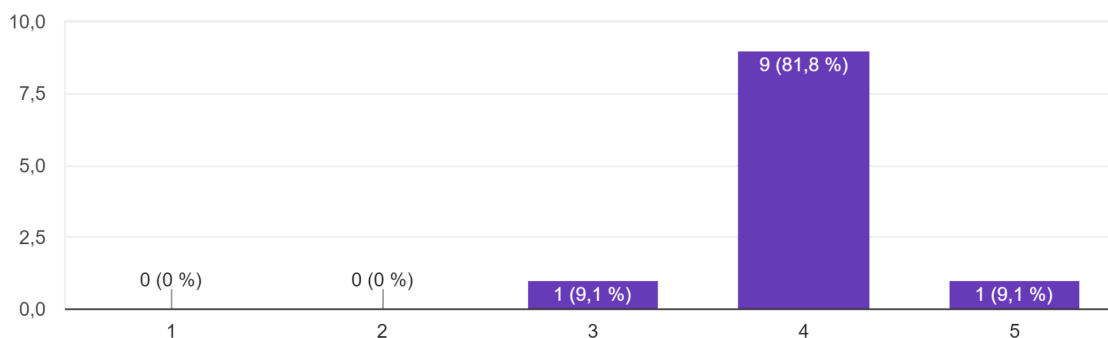


Figure 16. Graphique d'évaluation du niveau de concentration (Google form)

- **Les sentiments d'immersion et de présence :**

Les réponses montrent que les utilisateurs ont ressenti un sentiment d'immersion et de présence. Ils évoquent les facteurs qui favorisent une perte de conscience de soi et d'oubli de l'environnement réel tels que l'environnement 360° et le son spatialisé, la qualité du jeu d'acteurs, le réalisme de l'environnement, des situations et des dialogues, la vue à la première personne, le fait que les personnes s'adressent directement à soi.

- **L'incarnation et l'empathie :**

Les expériences Reverso visent à susciter des réactions émotionnelles fortes par l'incarnation à la première personne, comme le soulignent les témoignages suivants :

- "Je retiens surtout une sensation, une prise de conscience par rapport à la gêne occasionnée par certains collègues de la personne harcelée (celle qu'on incarne)".
- "Je retiens surtout une prise de conscience du quotidien des gardiens de prison".
- "Je retiens surtout le sentiment d'immersion qui reste plusieurs jours après"

Six participants expriment ne pas avoir eu le sentiment d'être "l'autre" dans l'expérience mais avoir ressenti de l'empathie pour elle. Un participant dit avoir été sensibilisé aux enjeux. Quatre personnes ont eu un fort sentiment de présence et d'incarnation en ressentant les regards des autres (cf. figure 17). Neuf participants estiment aussi avoir mieux compris ce que peut ressentir une victime à un niveau 4 ou 5 sur l'échelle de Likert (cf. figure 18).

Vous étiez "dans la peau" de quelqu'un d'autre. Avez-vous eu le sentiment d'être cette personne?

11 réponses

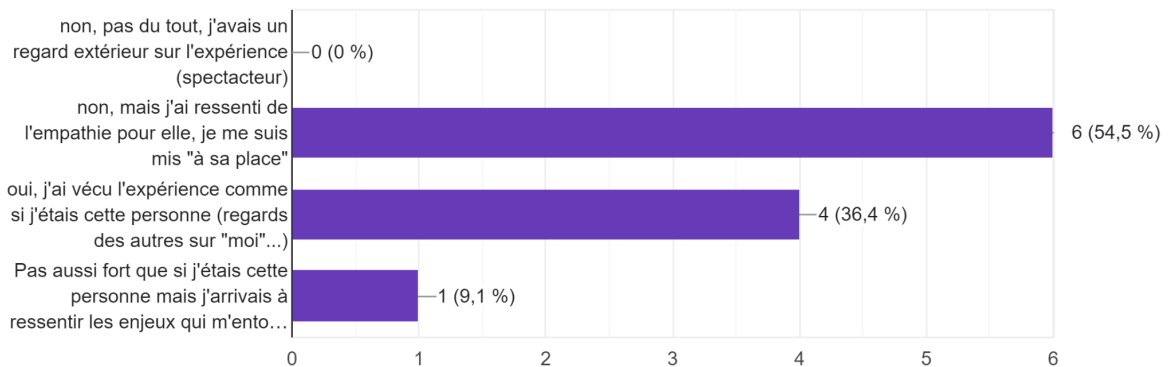


Figure 17. Graphique d'évaluation du sentiment d'incarnation (Google form)

Cette expérience vous a-t-elle permis de mieux comprendre ce que peut ressentir une victime?

11 réponses

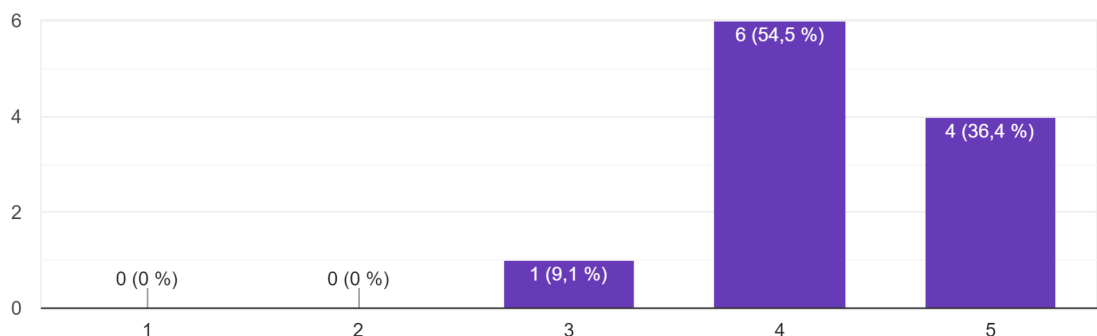


Figure 18. Graphique d'évaluation du niveau d'empathie (Google form)

- **Le passage à l'action ((Échelle d'estime de soi) :**

Je cherchais à savoir si l'empathie ressentie pouvait conduire à agir en situation de harcèlement. Les réponses tendent à montrer que les participants se sentent mieux armés pour agir si la situation se présentait, comme l'indiquent ces commentaires :

- "Oui , je pense que cette expérience se rappellera à mon souvenir".
- "Oui, je serais capable de reconnaître le comportement sexiste envers moi".
- "L'expérience participe à une prise de conscience globale et peut inciter à intervenir surtout en tant que témoin".

- “Assez peu probable que je me retrouve gardien de prison mais si ça arrivait, je serais un peu plus à quoi m'attendre dans mon quotidien”.

Une réponse est plus nuancée quant à la possibilité de transférer cette expérience en situation réelle :

- “Peut-être, mais je ne pense pas qu'une expérience comme celle-ci me permette de "mieux" agir. Il y a tout de même une différence entre l'expérience en VR et la réalité, surtout sur la thématique du harcèlement sexuel”.

7.4 Les données issues du Mooc

J’ai eu la possibilité de travailler avec Anthony Magniat, développeur à Speedernet, sur les traces utilisateurs tout au long du MOOC de sensibilisation à la conception pédagogique immersive. Il m’a communiqué certaines données quantitatives qui portent un éclairage sur les bonnes pratiques d’une expérience immersive. Toutes les données et graphiques qui suivent sont issues de son travail.

7.4.1 Ce qui a fonctionné dans le MOOC

- **Eléments généraux :**

Profils et satisfaction des utilisateurs du MOOC

Les retours des utilisateurs ont été globalement très positifs et selon le Directeur de Speedernet, cette expérience a renforcé la notoriété et le savoir-faire de l’entreprise au sein de la communauté du e-learning. En effet, il s’agissait de proposer un MOOC qui démontre à la fois une maîtrise des contenus pédagogique et des techniques.

Taux de complétion du MOOC

Voici quelques données quantitatives (cf. figure 19) :

- Nombre total d'inscrits : 2933 personnes
- Nombre de personnes ayant ouvert tous les contenus : 347 personnes
- Nombre de personnes ayant tenté l’évaluation finale : 283 personnes

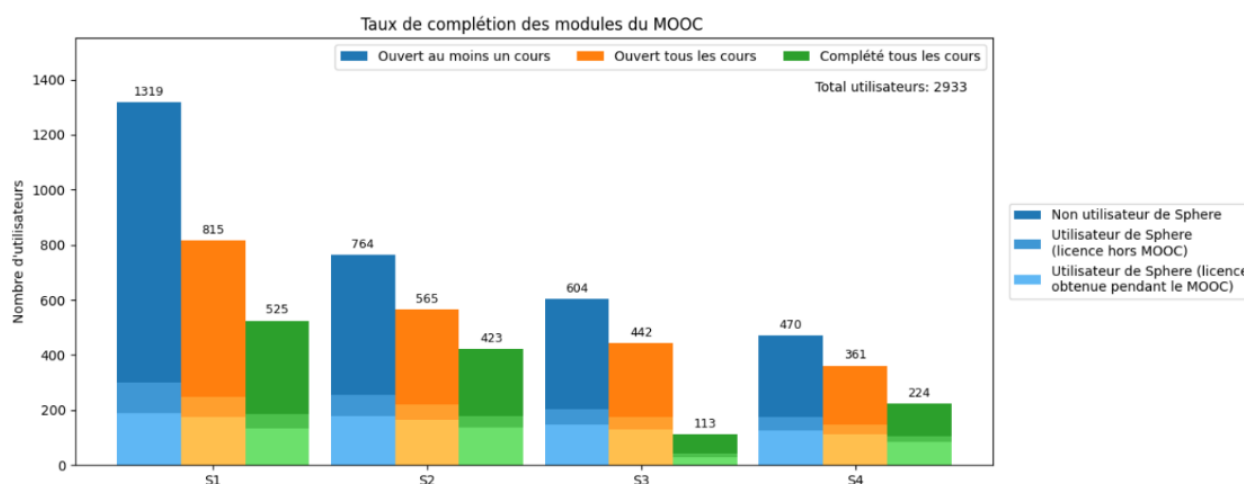


Figure 19. Taux de complétion du MOOC (A. Magniat)

En général, moins de 10% de ceux qui s’inscrivent à un MOOC le terminent (Cisel, 2015). Ici, 347 personnes ont ouvert tous les contenus (11,8%) et 283 (9,6%) ont tenté l’évaluation finale. La gratuité et les contraintes temporelles sont des facteurs qui peuvent expliquer les abandons. Il convient toutefois de préciser que si le public n’est pas captif (gratuité et liberté de faire ou non les modules), il est tout de même averti. En effet, la publicité du MOOC s’est faite essentiellement sur les réseaux professionnels, et le profil des utilisateurs confirme la présence presque exclusive de personnes issues de l’enseignement et de la formation.

D’autres éléments spécifiques ont contribué à développer les sentiments d’immersion et de présence et à améliorer l’expérience utilisateur.

- **Éléments spécifiques :**

La gamification (quiz, récompenses) :

A l’issue de la formation, les participants étaient invités à exposer leur production immersive dans une “galerie”. Un vote ouvert à tous les participants a permis de désigner trois gagnants (cf. figure 20) qui ont remporté des récompenses. Ces éléments favorisent la motivation, l’engagement et la participation des utilisateurs, contribuant à augmenter le sentiment d’immersion (Duarte et Bru, 2021). Vingt-trois personnes ont conçu, créé et

diffusé des expériences immersives, démontrant un engagement qualitatif particulièrement important.



Figure 20. Le podium (MOOC)

- 230 personnes (hors Speedernet) ont visité la galerie et le podium
- 23 expériences ont été postées par les utilisateurs
- 153 personnes ont pris part au vote

Des éléments d'incarnation et de personnalisation :



Figure 21. L'avatar (MOOC)

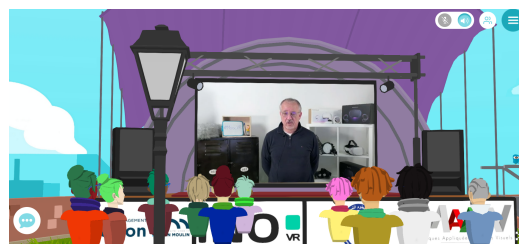


Figure 22. Le live (MOOC)

Chaque utilisateur commence l'expérience en choisissant un avatar personnalisable avec lequel il va se déplacer et interagir (cf. figure 21). Il est intéressant de noter qu'au moment d'une intervention en direct (Live), les avatars s'approchent de la scène pour mieux voir, reproduisant le comportement réel, alors qu'il est tout à fait possible de zoomer. Cela montre un certain degré d'incarnation et de présence et valide l'hypothèse selon laquelle les individus ont un comportement réaliste dans l'univers virtuel (cf. figure 22).

L'accompagnement technique :

Des collaborateurs de Speedernet ont assuré un accompagnement technique auprès des utilisateurs, directement dans le MOOC ou via une assistance téléphonique. Ainsi les utilisateurs ont pu gagner progressivement en autonomie, monter en compétences sur l'outil Sphere et développer leur sentiment d'efficacité personnelle.

Des outils d'interactions sociales entre utilisateurs (chats écrits et vocaux, avatars) :

Je n'ai pas pu récupérer de données vocales. Il est donc délicat d'interpréter le succès du MOOC à l'aune des interactions sociales. Cependant, les échanges écrits via le chat mettent en évidence des échanges d'entraide pour solutionner des problèmes techniques. D'autres échanges relèvent plutôt de l'expression d'émotions comme de la satisfaction ou des encouragements. Quelle que soit la nature des échanges, ils participent au sentiment de présence sociale.

Catégorie	Propos issus du chat
Les émotions	Delphine : Pas de question, juste merci pour ce MOOC, il est super :) Louis : C'est génial ce truc Joséphine : Super ce module 2, hâte de découvrir le 3 !
Le sentiment d'immersion	Sarah: Je trouve l'immersion vachement intéressant
L'engagement, la motivation	Adeline : J'ai hâte de pouvoir me servir de Speedernet
L'action, la collaboration	Anne-Sophie : Bonjour, nous réalisons un projet en groupe. Comment réunir les scènes faites par chacun dans un seul projet?
Les apprentissages	Adeline : Ok, on apprend pas mal de choses Sarah: je suis d'accord :)
Le partage d'expériences	- Adeline : J'ai déjà créé une expérience immersive pour mes élèves avec une autre appli - Sarah : c'est bien ! Quels ont été leurs retours d'expériences ? - Adeline : Ils étaient enchantés et ce qui est chouette, c'est qu'ils peuvent s'y rendre sans la prof et consulter les ressources à leur rythme - Sarah : okok Sarah : je trouve que l'immersive learning est vraiment adapté pour tous types de publics

Il est notable que les interactions dépassent le cadre du MOOC proprement dit. En effet, les échanges ou l'expression de commentaires se prolonge dans d'autres espaces de sociabilité comme les réseaux sociaux (cf. figure 23)

Voici quelques retours glanés sur les réseaux sociaux par Romain et Julie à propos du MOOC. Je pense que tout le monde constatera que tout le travail fourni porte ses fruits ;)

Pour les infos quantitatives, sachez que nous enregistrons actuellement 2401 inscrits et plus de 200 téléchargements de Speedernet Sphere !

Bravo à tous... et vivement qu'on aille trinquer à ce sacré chantier collectif !

Claire	Conceptrice e-learning	"Waw bravo ! C'est génial, très très bien fait ! J'adore !"
Karine	Conceptrice digital learning	"Module 1 fait 🙌 très sympa l'idée du village 😊"
Sonia	Ingé pédagogique	"Inscrite et déjà commencé. Hâte de voir la suite."
Flavien	Etudiant cadre de santé	" ! Ca y est, j'ai enfin pu commencer ce super MOOC proposé par Speedernet et disponible depuis quelques jours. ! " "Vous avez fait un boulot monstre avec ce MOOC!"
Stéphanie	Chargée de projet formations multimodales	"Inscrite j ai commencé le thème 1... hâte de découvrir la suite"
Michel	Responsable de formation numérique	"voilà un #mooc parfait pour nous accompagner avec le projet en cours"
Oliva	Coordinatrice pédagogique	"Je viens de finir le 2ème module de ce MOOC sur la VR. Hâte d'avoir accès à la suite ! Super travail de conception. Bravo Speedernet Sphere"
Gasnier	Ingénieure pédagogique - Side quest	Je suis actuellement votre mooc que je trouve d'ailleurs vraiment bien pensé. Bravo à vous !
A	Chargée de mission et créatrice de contenus	"Intéressant et les décors bien faits (il y a même les plafonds et reflets d'éclairage des lumières et du soleil !) 🙌"

Bonne fin de journée,

Yves

Figure 23. Retours d'expériences d'utilisateurs du MOOC (service communication et marketing)

7.4.2 Ce qui n'a pas fonctionné dans le MOOC

Une utilisatrice a noté un manque de cohérence entre l'univers immersif et les modules traditionnels sur Storyline. En effet, si l'harmonisation graphique a été recherchée tout au long de la conception et de la réalisation, il a sans doute manqué de temps pour scénariser l'expérience et proposer un lien plus explicite entre les différents espaces: le Hub ("village"), les salles storyline, les expériences Sphère, la galerie, la salle de ténèbres.

Cependant, le problème principal est venu d'un bug technique sur une expérience Sphère de la semaine 3 où les utilisateurs se sont retrouvés bloqués dans leur progression. On voit ainsi que 113 personnes seulement ont complété tous les cours de la semaine 3, alors qu'ils étaient encore 423 en semaine 2. Ce problème technique s'explique sans doute par le fait de travailler à flux tendu, ce qui ne permet pas de réaliser tous les tests.

Chapitre 8. Limites et prolongements

8.1 Limites

- **Le problème de l'accès aux données :**

Les données recueillies ne concernent qu'un petit nombre d'utilisateurs acculturés aux technologies numériques. J'aurais souhaité élargir le public aux utilisateurs finaux dans les entreprises mais ces données sont très difficiles d'accès et les entreprises communiquent peu sur les résultats, comme le souligne Aurore Thion dans cet extrait d'entretien :

- **La question de la méthodologie et de l'évaluation des apprentissages :**

La méthodologie suivie se fonde sur des données qualitatives issues d'entretiens et d'un questionnaire essentiellement auprès d'un public restreint et acculturé aux technologies. Par ailleurs, les données recueillies ont permis de mieux comprendre les effets possibles de la XR sur le développement de soft skills mais pas d'évaluer réellement un apprentissage qui serait ancré dans une pratique professionnelle identifiée. Enfin, le temps du stage est trop court pour mesurer les effets de la XR à long terme. Par exemple, un changement de comportement induit par une réaction émotionnelle ou le développement d'une empathie est-il durable? Quelle influence ce changement a-t-il sur l'entreprise?

8.2 Prolongements

- **Pour la recherche :**

Un nouveau protocole pourrait prolonger la recherche et comporter plusieurs phases :

- La définition d'une soft skill précises associées à des indicateurs tangibles ;
- Une phase d'observation des postes de travail suivie d'une didactisation des situations réelles ;
- Une phase de transposition en environnement virtuel ;
- La définition de variables (degré d'interactivité, présence d'avatar ou non, etc.) ;
- L'expérimentation de plusieurs modalités d'apprentissage (VR, e-learning, formation "traditionnelle") avec un groupe contrôle ;

- Un recueil de données qualitative et quantitatives ;
- L'analyse des variances et l'interprétation des résultats ;
- Une évaluation complète à court, moyen et long terme de la formation proprement dite (étude de l'environnement virtuel), des effets sur les apprenants et sur l'organisation. Suivant le modèle de Kirkpatrick, cela correspond aux l'atteinte des niveaux 3 et 4, qui sont respectivement la mesure de la mise en œuvre des comportements en situation de travail et la mesure de l'impact de la formation sur la performance de l'entreprise.

Les travaux menés avec les équipes de Speedernet, à travers ma participation au MOOC et les réflexions sur les usages de la XR rencontrent les préoccupations de l'entreprise qui souhaite proposer une formation commercialisable capitalisant sur l'expérience menée ces derniers mois.

- **Pour l'entreprise Speedernet :**

- Poursuivre le travail d'identification et de description des cas d'usage de la XR en se référant à des référentiels métiers/compétences ;
- Mettre en avant les concepts liés à la XR dans les propales. Un travail conjoint entre pôle d'accompagnement, commerce et graphistes pour créer un template aurait ici toute sa place ;
- Construire avec les concepteurs immersifs un guide pour favoriser la mise en application des concepts clés de la XR lors de la scénarisation immersive³⁸: incarner un personnage, favoriser l'agentivité et l'interactivité, immerger l'apprenant dans un environnement visuel et sonore. Ces aspects sont largement documentés dans ce mémoire et synthétisés dans les modules du MOOC de sensibilisation à la conception immersive ;
- Concevoir une formation immersive sur les soft skills, exploitant toutes les bonnes pratiques et qui servirait de vitrine dans les salons commerciaux et de références dans les propales ;
- Intégrer dans les formations au soft skills des activités réellement collaboratives sur le modèle des "Keep talking and nobody explodes" ;

³⁸ Voir l'annexe n° pour un exemple de script immersif

- Mettre en avant l'apprentissage expérientiel ou encore l'impact émotionnel de la XR pour justifier le recours à la XR auprès des clients. En effet, toutes les formations n'ont pas vocation à être en XR et à remplacer les modules "studio" ;
- Prendre en compte les critères d'acceptabilité des personnes comme leur perception de l'utilité de la formation, ce qui suppose un travail de shadowing et d'entretiens préalables à la formation ;
- Favoriser la multimodalité et les rétroactions: il ressort des entretiens menés que la XR utilisée sans préparation et sans accompagnement peut se révéler déstabilisante. La présence humaine d'un formateur est nécessaire à différents moments de la formation: en amont pour sensibiliser les apprenants à la formation, pendant l'expérience pour assurer un appui technique et affectif ou apporter des rétroactions en fonction d'objectifs pédagogiques, et après pour favoriser l'expression et le retour réflexif. Cet aspect de la formation est à souligner lors des discussions avec les clients et le pôle accompagnement pourrait fournir un modèle de mise en œuvre pédagogique ;
- Développer l'ingénierie de formation : à Speedernet, l'approche de la XR est encore trop techno centrée. Le pôle d'accompagnement en cours de structuration à Speedernet pourrait monter en compétences et développer l'expertise pédagogique, pour les clients mais aussi en interne.

Conclusion et perspectives

En m'appuyant sur la littérature scientifique et en recueillant des données, j'ai validé mes hypothèses de départ et répondu à ma problématique : la XR est une technologie efficace pour développer les soft skills et elle peut influencer les comportements et la capacité d'agir. L'atteinte de ces objectifs dépend :

- des caractéristiques internes de l'apprenant,
- de la technologie utilisée,
- de la capacité des concepteurs à proposer des situations didactiques corrélées aux compétences métiers,
- de la qualité des moyens mis en oeuvre pour susciter les sentiments d'immersion, de présence, d'incarnation, d'agentivité,
- des conditions de déploiement de la formation.

J'ai aussi pu réfléchir aux enjeux de la recherche et de la formation dans le domaine de la XR. Certains usages pédagogiques de la XR nécessitent l'accompagnement de formateurs capables de maîtriser les aspects pédagogiques et techniques de la XR. Cette double compétence suppose de développer la formation de formateurs.

La synergie des acteurs de la filière et de la recherche est fondamentale. Au niveau national, un Conseil National de la XR³⁹ a été créé en avril 2022 et réunit de nombreuses associations professionnelles (AFXR, France Immersive Learning, Euromersive, Laval Virtual, French immersive studios, PXN, RA Pro, VR connection ou encore Elixr) ainsi que 500 acteurs du secteur (Inserm, Cnam, Inria, VrRoom, Lynx, SmartVr). Plusieurs projets universitaires visent aussi à faire progresser la recherche interdisciplinaire. Par exemple, CONTINUUM regroupe "37 équipes de recherche autour de la visualisation, l'immersion, l'interaction et la collaboration, ainsi que sur la perception, la cognition et le comportement humains en réalité virtuelle/augmentée"⁴⁰.

Enfin, la communication des résultats des recherches auprès des formateurs ou enseignants ainsi que des initiatives de recherche-actions permettraient aussi de mettre en œuvre à plus grande échelle des expériences immersives utiles aux apprenants.

Je souhaiterais terminer ce mémoire en évoquant l'intelligence artificielle, devenue incontournable en 2023 avec la mise à disposition gratuite du public d'outils comme chat GPT ou Midjourney. J'ai donné plusieurs exemples de formations aux compétences sociales utilisant l'IA conversationnelle. Ces entreprises ont su tirer parti de l'IA pour offrir des formations à haute valeur ajoutée. Il est probable que la progression de l'IA suive une courbe de maturité, telle que décrite dans le modèle proposé par Microsoft dans le guide intitulé "L'IA au sein des organisations : du premier cas d'usage au passage à l'échelle" (cf. Figure n°22). Cela signifie que toutes les entreprises devront trouver les usages possibles de l'IA pour leurs activités.

³⁹<https://cnxr.fr/>

⁴⁰<https://www.lri.fr/>

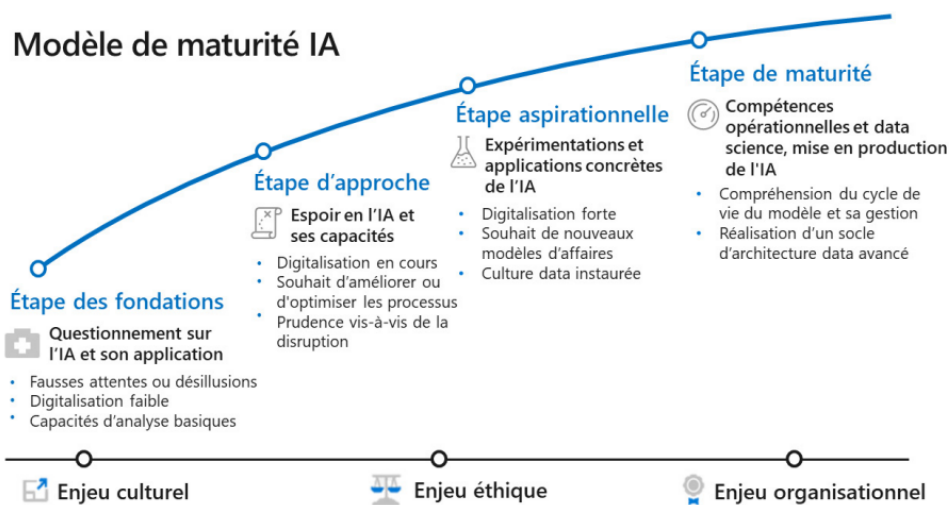


Figure 24. Modèle de maturité de l'IA (Microsoft)

Speedernet a engagé cette réflexion. Ainsi, lors d'une revue de projet, le graphiste Gaël Roulin a exposé certaines réalisations de Speedernet ayant eu recours à l'IA: il peut s'agir de personnages en 3D ou de décors. L'un des avantages est de pouvoir, dès la propale, "proposer rapidement des représentations graphiques dans lesquelles le client peut se projeter. L'écran en début de formation fait toute la différence avec la concurrence". Un outil comme chat GPT offre la possibilité aux concepteurs d'écrire plus rapidement des scripts ou de trouver des éléments de base pour favoriser la créativité lors de séances de brainstorming par exemple.

Qu'il s'agisse de la XR ou d'IA, la compréhension des outils est un enjeu de société et engage les citoyens. L'évolution rapide des outils et leur introduction dans les champs de la vie quotidienne soulèvent des questions éthiques et juridiques. C'est aussi un formidable enjeu pour l'éducation et la formation. A chacun, formateurs, concepteurs, enseignants ou citoyens de se saisir de ces domaines pour en exploiter les richesses et les limites, en conscience.

Bibliographie

- Albandea, I., & Giret, J-F. (2016). *L'effet des soft-skills sur la rémunération des diplômés*. Net.doc, n°149, Céreq.
- Albandea, I. (2020). *La perception des parcours d'études non linéaires par les recruteur-euses*. L'Orientation scolaire et professionnelle, 49(1).
- Anderson, A., et al. (2021). *Framework for developing alternative reality environments to engineer large, complex systems*. Virtual Reality, 25, 147-163.
- Compte, C. (2013). *L'impact de l'image sur la perception et transformation des représentations mentales*. Communication, Vol. 32/1. <https://doi.org/10.4000/communication.4842>
- Bainbridge, W. S. (2004). Berkshire Encyclopedia of Human-computer Interaction. Great Barrington, Massachusetts, USA: Berkshire Publishing Group LLC.
- Banakou, D., Kishore, S., Slater, M. (2018). *Virtually Being Einstein Results in an Improvement in Cognitive Task Performance and a Decrease in Age Bias*. Frontiers in Psychology, 9, 917. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00917>
- Bell J. T. et Fogler H. S. (1995). The investigation and application of virtual reality as an educational tool. Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference, 1718-1728.
- Bowman, D. A., Kruijff, E., LaViola, J. J., & Poupyrev, I. (2001). *An introduction to 3-D user interface design*. Presence : Teleoperators & Virtual Environments, 10(1), 96-108. <https://doi.org/10.1162/105474601750182342>
- Bourdin, P., Barberia, I., Oliva, R., & Slater, M. (2017). A Virtual Out-of-Body Experience Reduces Fear of Death.
- Bouret, J., Hoarau, J., Mauléon, F. (2018). Soft skills : *Développez vos compétences comportementales, un enjeu pour votre carrière*. Dans Dunod eBooks. <https://ofppt.scholarvox.com/catalog/book/88863907>
- Bouvier, P. (2009). La présence en réalité virtuelle, une approche centrée utilisateur. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00581550>
- Brault-Labbé, A. & Dubé, L. (2009). "Mieux comprendre l'engagement psychologique : revue théorique et proposition d'un modèle intégratif". Les Cahiers Internationaux de Psychologie Sociale, 81, 115-131. <https://doi.org/10.3917/cips.081.0115>
- Burkhardt, J. M. (2003). *Réalité virtuelle et ergonomie: quelques apports réciproques*. Le Travail humain, 66(1), 65-91.
- Cadet, L., Reynaud, E., & Chainay, H. (2021). *Memory for a virtual reality experience in children and adults according to image quality, emotion, and sense of presence*. Virtual Reality, 26(1), 55-75. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00537-y>
- Charlet, O., & Rabeyron, T. (2021). *De la réalité virtuelle comme médiation thérapeutique auprès des personnes âgées en institution*. Psychothérapies, 41, 75-86.
- Cervone, D., & Bandura, A. (2023). Social Cognitive Theory : An Agentic Perspective on Human Nature. Wiley & Sons, Incorporated, John.
- Chaumon, M. B. (2016). L'acceptation située des technologies dans et par l'activité : premiers étayages pour une clinique de l'usage. Psychologie Du Travail Et Des Organisations, 22(1), 4-21. <https://doi.org/10.1016/j.pto.2016.01.001>

- Chaumon, M. B., & Dubois, M. (2010). *L'adoption des technologies en situation professionnelle : quelles articulations possibles entre acceptabilité et acceptation ?* Le travail humain, Vol. 72(4), 355-382. <https://doi.org/10.3917/th.724.0355>
- Cuisinier, F. (2016). *Émotions et apprentissages scolaires : quelles pistes pour la formation des enseignants ?* Recherche et formation, 81, 9-21. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.2603>
- Cummings, J. J., & Bailenson, J. N. (2016). *How immersive is enough? A meta-analysis of the effect of immersive technology on user presence.* Media Psychology, 19(2), 272-309.
- Damasio, A. R. (2010). *L'erreur de Descartes : la raison des émotions.* O. Jacob.
- Duarte, A. & Bru, S. (2021). Outil 17. L'immersion. Dans : , A. Duarte & S. Bru (Dir), *La boîte à outils de la gamification* (pp. 60-61). Paris: Dunod.
- Ehrsson, H. (2012). *The Concept of Body Ownership And Its Relation to Multisensory Integration.*
- Felnhofer, A., et al. (2015). *Is virtual reality emotionally arousing ? Investigating five emotion inducing virtual park scenarios.* International journal of human-computer studies, 82, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2015.05.004>
- Filisetti, L. (2009). *La politesse à l'école : Une compétence sociale pour réussir ?* Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- François, P. (2009). *Sentiment d'efficacité personnelle et attente de résultat : perspectives pour le conseil en orientation.* L'Orientation scolaire et professionnelle, 38/4, 475-498. <https://doi.org/10.4000/osp.2333>
- Fuchs, P., Moreau, G., Donikian, S. (2009). *Le traité de la réalité virtuelle.* Presses des MINES.
- Gadille, M & Impedovo, M-A (2020). *The Embodiment Dimension while Learning and Teaching in a Virtual World.* Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics, 18 (3)
- Galais, T., Alonso, R., Delmas, A. (2019). *Interactions naturelles en réalité virtuelle : impact sur la charge cognitive.*
- Genay, A, Lécuyer A, Hachet, M. (2020). *Incarner un Avatar en Réalité Augmentée : Revue de la Littérature,* Université Toulouse.
- Giraldi, G. A., Silva, R., & Oliveira, J. C. (2003). *Introduction to virtual reality.* LNCC Research Report, 6.
- Gonnin-Bolo, A., (2008). *Organisation du travail et développement de compétences/Construire la professionnalisation.* Recherche et formation, 58, 145-149. <https://doi.org/10.4000/rechercheformation.690>
- Gorisse, G. (2019). *Impact du point de vue et de la fidélité des avatars sur les sentiments de présence et d'incarnation en environnement virtuel immersif.* Génie des procédés. École nationale supérieure d'arts et métiers - ENSAM.
- Gorisse, G., Christmann, O., et Richir, S. (2018). *De la présence à l'incarnation.* Interfaces numériques, 7(1). <https://doi.org/10.25965/interfaces-numeriques.3295>
- Grau, O. (2004). *Virtual art : from illusion to immersion.* Mit.
- Guegan, J., Buisine, S. et Collange, J. (2017). *Effet Proteus et amorçage : ces avatars qui nous influencent.* Bulletin de psychologie, 547, 3-16. <https://doi.org/10.3917/bupsy.547.0003>
- Hashish, Y. (2019). *Les effets de l'expérience de téléprésence sur internet sur les émotions, les attitudes et les intentions comportementales des touristes : le cas du tourisme domestique en Égypte.*
- Heydrich, L et al. (2013). *Visual Capture And The Experience of Having Two Bodies – Evidence From Two Different Virtual Reality Techniques.* Frontiers in Psychology.

Immordino-Yang, M. H. (2016). *Emotions, learning, and the brain: Exploring the educational implications of affective neuroscience*. W. W. Norton & Company.

Kilteni, K & Slater, M. (2012). *The Sense of Embodiment in Virtual Reality*.

Lamri, J. (2022). *Métavers et RH : Comment le Web 3.0 repense le futur du travail et des organisations*. Éditions EMS.

Lecuyer, A., et al. (2016). *The Role of Interaction in Virtual Embodiment: Effects of the Virtual Hand Representation*.

Lecuyer, A., et al. (2016). "Wow ! I Have Six Fingers !" Would You Accept Structural Changes of Your Hand in VR ? *Frontiers in Robotics and AI*.

Lécuyer, A. et al. (2023). "Persuasive Vibrations: Effects of Speech-Based Vibrations on Persuasion, Leadership, and Co-Presence During Verbal Communication in VR". *IEEE Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, Shanghai, China, pp. 552-560, <https://doi.org/10.1109/VR55154.2023.00070>.

Leveau, P-H. (2022). *Position du corps, gamification et incarnation sur le comportement du consommateur lors d'expériences en réalité virtuelle*. Gestion et management. Université d'Angers.

Lognoul, M., Nasello, J., & Triffaux, J. (2020). *La thérapie par exposition en réalité virtuelle pour les états de stress post-traumatiques, les troubles obsessionnels compulsifs et les troubles anxieux : indications, plus-value et limites*. *L'Encéphale*, 46(4), 293-300. <https://doi.org/10.1016/j.encep.2020.01.005>

Lugrin, J-L., et al. (2015). *Avatar Anthropomorphism and Illusion of Body Ownership in VR*.

Manach, M., Archieri, C. et Guérin, J. (2019). Définir et repérer la dimension sociale de la compétence. *Éducation Permanente*, 218, 31-41. <https://doi.org/10.3917/edpe.218.0031>

Månsson, J. (2018). *Using a virtual fire extinguisher as a tool for safety training*. Faculty of Engineering Lth, Lund University.

Martirosov, S., Bures, M., & Zítka, T. (2021). *Cyber sickness in low-immersive, semi-immersive, and fully immersive virtual reality*. *Virtual Reality*, 26(1), 15-32. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00507-4>

McMahan, A. (2003). *Immersion, engagement and presence*. In *The Video Game Theory Reader* (pp. 67–86).

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). *A taxonomy of mixed reality visual displays*. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.

Mirault, J. (2022). *L'apport de la réalité virtuelle pour les recherches sur la lecture*. *L'Année psychologique*, 122(4), 687-702.

Morlaix, S., & Nohu, N. (2019). *Compétences transversales et employabilité : de l'université au marché du travail*. *Education permanente*, 218.

Ourrache, C., & Rabhi, D. (2022). *Soft skills et bien-être au travail : Essai d'un cadrage théorique*. *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 3(2-1), Theoretical Research.

Paul, J.-J., & Suleman, F. (2005). *La production de connaissances dans la société de la connaissance : quel rôle pour le système éducatif*. *Education et sociétés*, 15, 19-43.

Petit, E. (2010). La négociation : les enseignements du jeu de l'ultimatum. *Négociations*, 13, 77-96. <https://doi.org/10.3917/neg.013.0077>

- Porcino, T., Trevisan, D., & Clua, E. (2021). *A Cybersickness Review : Causes, Strategies, and Classification methods*. Journal on Interactive Systems, 12(1), 269-282. <https://doi.org/10.5753/jis.2021.2058>
- Privas-Bréauté V, & Ciekanski M, (2021). *Interagir dans la réalité virtuelle : au-delà de l'effet " wow ", étude des technologies immersives sur l'embodiment en situation d'utilisation d'une L2*. Drôles d'objets: un nouvel art de faire.
- Ravat, J. (2007). *Actions, émotions, motivation : fondements psychologiques du raisonnement pratique*. Le Philosophe, 29, 81-95. <https://doi.org/10.3917/phoir.029.0081>
- Sagnier, C. (2019). *Étude de l'acceptabilité de la réalité virtuelle dans l'industrie aéronautique*. Thèse de doctorat, Psychologie, Université de Picardie Jules Verne.
- Slater, M., et al.. (1996). *Immersion, presence, and performance in virtual environments: An experiment with tri-dimensional chess*. In ACM Virtual Reality Software and Technology (VRST) (Vol. 163, pp. 72). ACM Press.
- Slater, M, et al. (2010). *First Person Experience of Body Transfer in Virtual Reality*.
- Slater, M. et al (2019). *A Virtual Reality Embodiment Technique to Enhance Helping Behavior of Police Toward a Victim of Police Racial Aggression*.
- Schwind, V., et al. (2017). *"These are not my hands !": Effect of Gender on the Perception of Avatar Hands in Virtual Reality*.
- Schmoll L., Veit M., Roy M. et Capobianco A. (2013), *"Serious game et apprentissage en réalité virtuelle : résultats d'une étude préliminaire sur la mémorisation en langue étrangère"*, Synergie Pays germanophones, 7.
- Steuer J. (1992). *Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence*, Journal of communication, 42(4), 73-93
- Theurelle-Stein, D. & Barth, I. (2017). *Les soft skills sont au cœur du portefeuille de compétences des managers de demain*. Management & Avenir, 95, 129-151.
- Toothman, N et Neff, M (2019). *The Impact of Avatar Tracking Errors on User Experience in VR*.
- Traïni, C. (2010). *Des sentiments aux émotions (et vice-versa): Comment devient-on militant de la cause animale ?*. Revue française de science politique.
- Vergnieux R. et Delevoie C., éd. (2004), *Actes du Colloque Virtual Retrospect 2003*, Archéovision 1, Éditions Ausonius, Bordeaux
- Vrillon, E. (2019). *Une nouvelle évaluation de la réussite dans les MOOC à partir de registres d'usages individuels*. Questions Vives, 31.
- Weech, S., Kenny, S., Lenizky, M., & Barnett-Cowan, M. (2020). *Narrative and gaming experience interact to affect presence and cybersickness in virtual reality*. International journal of human-computer studies, 138, 102398. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102398>
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). *Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 7(3), 225-240.

Glossaire

Réalité virtuelle : Environnement généré par ordinateur, comprenant un certain degré d'interactivité via l'interface, dans le but de créer un sentiment d'immersion, et de présence pour l'utilisateur.

Réalité augmentée : Technologie superposant des éléments virtuels au monde réel en temps réel.

Réalités mixtes : Terme qui recouvre la réalité augmentée et la virtualité augmentée.

Réalité étendue : Désigne toutes les technologies immersives.

CAVE : Espace virtuel immersif dans lequel les murs (et parfois le sol et le plafond) servent de surfaces de projection à des vidéos en 3D.

MOOC : Cours d'apprentissage en ligne, généralement gratuit et ouvert à tous les inscrits.

ChatGPT : agent conversationnel utilisant l' intelligence artificielle, développé par OpenAI (Wikipedia)

MidJourney : Programme d'intelligence artificielle qui permet de créer des images à partir de descriptions textuelles utilisant l' intelligence artificielle, développé par OpenAI (Wikipedia)

Propale : Diminutif de proposition commerciale. Il s'agit d'une proposition pédagogique, graphique et commerciale faite par Speedernet à une entreprise en réponse à un appel d'offre, qui prend la forme d'un power point.

Sigles et abréviations utilisés

AR :	Augmented Reality ou Réalité Augmentée.
VR :	Virtual Reality ou Réalité Virtuelle.
MR :	Mixed Reality ou Réalité Mixte.
XR :	Extended Reality. Désigne toutes les technologies immersives.
CAVE:	Cave Automatic Virtual Environment
MOOC :	Massive Open Online Course
ChatGPT :	Generative Pre-trained Transformer
Propale :	Proposition commerciale

Table des illustrations

Figure 1 Organigramme.....	10
Figure 2 Graphisme issu de la propale pour BigMat (G. Roulin).....	19
Figure 3 Écran d'un module du MOOC.....	20
Figure 4 Les trois types d'immersion, Ernst Adams (2004).....	33
Figure 5 Le modèle Immersion, Presence, Performance, Bystrom et al. (1999).....	33
Figure 6 Rapidité d'apprentissage.....	41
Figure 7 L'attention.....	41
Figure 8 La confiance en soi.....	43
Figure 9 La connection émotionnelle.....	43
Figure 10 Capture d'écran d'une formation à la vente (Instage).....	48
Figure 11 Capture d'écran d'une formation à la prise de parole (Widid).....	49
Figure 12 Capture d'écran d'une formation à la prise de parole (Ovation).....	49
Figure 13 Le déroulement d'une fresque du facteur humain.....	60
Figure 14 Graphique d'évaluation globale de la formation (Google form).....	65
Figure 15 Graphique d'évaluation de l'acceptabilité de l'expérience (Google form).....	65
Figure 16 Graphique d'évaluation du niveau de concentration (Google form).....	66
Figure 17 Graphique d'évaluation du sentiment d'incarnation (Google form).....	67
Figure 18 Graphique d'évaluation du niveau d'empathie (Google form).....	67
Figure 19 Taux de complétion du MOOC (A. Magniat).....	69
Figure 20 Le podium (MOOC).....	70
Figure 21 L'avatar (MOOC).....	70
Figure 22 Le live (MOOC).....	70
Figure 23 Retours d'expériences d'utilisateurs du MOOC.....	72
Figure 24 Modèle de maturité de l'IA (Microsoft).....	77

Table des annexes

Annexe 1 Guide d'entretien avec Aurore Thion, Directrice générale de Widid.....	85
Annexe 2 Transcription de l'entretien semi-directif avec Aurore Thion.....	86
Annexe 3 Transcription de l'entretien semi-directif avec N.....	92
Annexe 4 Questionnaire "Votre expérience de réalité virtuelle".....	95

Annexe 1

Titre: Guide d'entretien: Aurore THION

1/ Pouvez-vous vous présenter en quelques mots?

2/ Comment vous est venue l'idée de lancer votre entreprise Widid ?

- Intérêt personnel
- Identification d'un besoin : des personnes, des entreprises
- Combien d'entreprises/ quel type d'entreprise ?

3/ Comment concevez-vous vos formations ?

- Scénarisation : qui écrit, qui valide, spécificité par rapport à l'écriture d'un scénario traditionnel ou non soft skills?
- Interactivité, degré d'autonomie de l'utilisateur ; choix influencent le scénario ?
- Est-ce que vous vous basez sur des études théoriques (sciences cognitives, motivation, rôle de l'émotion...)
-

4/ Mise en œuvre

- Existence d'un accompagnement?
- Présence d'un formateur, feedback humains?
- Groupe, individuel?

5/ Evaluation

- Comment définissez-vous les critères de réussite à une formation (référentiel métier par exemple)?
- Comment évaluez-vous leur progression/réussite?
- Quels sont vos retours d'expérience : individuels, entreprises, datas?

6/ Améliorations

- Quels retours vous permettent d'améliorer vos formations ?
- Quelles sont les axes d'améliorations que vous voyez à l'avenir, sur lesquelles vous travaillez?

7/ Accès données

- Serait-il possible d'avoir quelques données quantitatives et qualitatives ?
- Par exemple les données montrant une progression de l'apprenant ;
- Des comparatifs avant et après la formation;
- Des retours d'expériences.

Annexe 2

Titre: Transcription d'entretien semi-directif avec Aurore Thion, Directrice générale de Widad

Enquêteur: Frédéric Texier, étudiant Master 2 Dilipem

Enquêtée: **Aurore Thion, Directrice générale de Widad**

Date: mardi 25 avril 2023

Durée: 1h

Rappel de la problématique: dans quelle mesure la réalité virtuelle peut-elle aider à développer ses compétences sociales?

FT1: évaluation, retours d'expérience, évaluation de l'efficacité d'une formation.

Peux-tu te présenter en quelques mots, toi et ton entreprise?

AT1: J'ai un Master 2 en sciences de l'éducation, ingénierie et conseil en formation Lyon 2, pour travailler dans le domaine de l'éducation, avec le digital. Arrivée à Orange où je pilotais le pôle de conception. On s'est initié à la VR, prise de parole en public. on a eu un prix à Laval Virtual, en 2017. On s'est vite rendu compte qu'il y avait un problème pour diffuser les contenus; il manquait une plateforme. On a travaillé 4 ans pour lancer la plateforme. Avec mon ancienne manager qui est maintenant mon associée, on a créé Widad. En développant la plateforme, on n'arrivait pas à attirer les gens pour qu'ils mettent leurs contenus. On a donc décidé de créer nos propres contenus; on s'est spécialisé sur la prise de parole car on avait déjà fait. Anne Sophie forme au pitch, la prise de parole dans les écoles. Anne Sophie a fait un parcours de data scientist et moi de data analyst en parallèle de la création de l'entreprise. On a mis un algo pour repérer les tics de langage, la vitesse d'élocution, la subjectivité/objectivité du discours, s'il est positif ou négatif, la diversité lexicale. On essaie d'apporter des éléments tangibles, que ce soit pour un formateur qui va accompagner un apprenant ou pour soi-même pour avoir des indications. Surtout on se réentend et on voit son avatar. La plateforme permet d'afficher ces données, de voir sa progression.

FT2: Comment faites vous le choix des soft skills, en dehors de la prise de parole en public?

AT2: Pour l'instant ce sont des déclinaisons autour de la voix.

FT3: Avez-vous identifié des critères comme la notion de performance dans une prise de parole en public?

AT3: Ce n'est pas aussi simple. Des étudiants de la Toulouse business school creusent le sujet de savoir quelles datas analyser pour savoir si un discours est bon. Je fais aussi beaucoup de recherches, on a un programme de recherche et développement sur la pédagogie en VR ; on est une jeune entreprise innovante. On traite aussi les éléments de posture, déplacements sur scène, gestion du micro.

On peut être aussi un très bon orateur et rester statique. Donc on le donne à titre d'information mais ce n'est pas un modèle. Cela reste des indications. Le fait qu'un discours soit subjectif ou objectif dépend aussi du type de discours qu'on veut faire; ce n'est pas bon ou pas bon en soi. Si j'ai envie de faire un discours négatif, je fais un discours négatif; du coup ma jauge va me renseigner; les tics de langage en revanche peuvent être parasites. Donc cela est important de l'évaluer. Les blancs dans le discours, au-delà d'un certain seuil (2s), on considère que cela pollue et on comptabilise la diversité lexicale.

FT4 : Combien de personnes sont concernées par votre programme?

AT4 : On est surtout sur les établissements scolaires (Université et écoles de commerce). On démarre vraiment notre commercialisation depuis janvier; notre premier client arrive lundi!

FT5 : Les formations se font selon quelles modalités?

AT5 : Avec casque virtuel ; on a une expérience qu'on peut faire avec PC et faire son propre scénario d'apprentissage.

FT6 : Vous créez les contenus pédagogiques. Au niveau de la conception du scénario, qu'est-ce qui le différencie d'un scénario e-learning traditionnel?

AT6 : Pour la prise de parole en public, on e-learning on va plutôt avoir de la théorie ; difficile de s'entraîner; la VR est vraiment sur la partie pratique: se projeter sur la scène, devant un public, avec un temps à gérer; il y a un timer ; je vais devoir gérer les slides, les projeter, et gérer des événements aléatoires. D'être en VR, de se tourner, d'être face à son public, on a la sensation de trac. Le cerveau a vraiment l'impression de vivre l'expérience.

FT7 : Quels sont ces événements aléatoires dont tu parles?

AT7 : Des personnes peuvent sortir du public, chuchoter entre eux, des gens qui s'ennuient, le téléphone portable qui sonne.

FT8 : L'apprenant fait son discours dans le jeu ; après que se passe-t-il ? Il y a des réactions?

AT8 : Non, les événements sont probabilistes; l'analyse du discours en temps réel n'est pas possible, il y aurait forcément un décalage et ça nuirait à l'expérience. On fait du speech full text; on capte la voix, on la transcrit et c'est le texte qu'on analyse.

FT9 : L'analyse se fait à la fin de l'expérience. C'est le programme qui analyse?

AT9 : Oui c'est le programme qu'on a sur nos serveurs qui analyse.

FT10 : En dehors du scénario, quelle place faites vous à l'interactivité, aux interactions?

AT10 : Dans l'amphithéâtre, pas vraiment d'interaction; c'est notre corps qui se déplace sur scène; l'interactivité concerne plutôt les hard skills; on va prendre des outils, réparer le vélo, changer un patin de frein. Pour les soft skills on ne prend pas d'objet; ce serait gadget.

FT11: En général les apprenants s'entraînent seuls, en groupe, sont accompagnés?

AT11: Nous on peut accompagner, ça nous arrive de former d'abord à la prise de parole puis ils vont continuer à s'entraîner en VR. On a une autre version à deux: le formateur est derrière le PC, l'apprenant est dans le casque; c'est le formateur qui déclenche les événements, qui ne sont plus probabilistes.

FT12 : Le formateur voit ce que voit l'apprenant dans le casque?

AT12 : Exactement, et il peut changer les angles de vue, se mettre dans le public ou à la place de l'apprenant.

FT13: Le formateur peut donc apporter un feedback en direct ?

AT13 : Oui, et il a une aide pour son analyse. Il dispose de données tangibles "tu as répété ce mot dix fois; la vitesse d'élocution était un peu lente; je m'ennuyais, il faudrait augmenter ton rythme; c'était trop rapide, il faut réduire un peu le débit". L'apprenant peut voir ses datas, les endroits où il a regardé, et peut se revoir et s'entendre sur scène.

FT14 : Avez-vous des retours d'expérience des apprenants ou de l'organisation? Par exemple sur leur mise en pratique après la formation?

AT14 : Je n'ai pas de retours individuels car c'est l'organisation qui gère; sur Toulouse ils utilisent l'entretien de recrutement et la prise de parole; la prise de parole est encadrée sur place ; pour l'entretien de recrutement ce sont des pools de questions RH auxquelles les apprenants répondent et ils se ré écoutent pour voir s'ils sont "convaincus". A Dijon, il y a une coach en interne qui les accompagne et leur fait travailler leurs points faibles.

Mais je n'ai pas de retour. J'ai Dijon la semaine prochaine.

FT15 : Ca pourrait être intéressant de prendre connaissance de ces retours alors. J'ai en tête une étude menée par un doctorant qui avait créé un espace numérique collaboratif, où des étudiants pouvaient associer à chaque soft skills des actions; les étudiants peuvent aussi proposer des actions puis s'engagent à en réaliser, sous forme de défi. Par exemple faire deux ou trois exposés devant un amphi ou la classe ; l'évaluation de la formation portait sur des actions concrètes, en auto-évaluation ou par les pairs.

FT15 : Est-ce que vous utilisez un référentiel de compétences ?

AT15 : Sur la plateforme, j'ai un catalogue avec les contenus ; je peux consulter les objectifs pédagogiques, les ressources. Le formateur peut déclencher des éléments, modifier les vues. On a une formation "60 secondes pour convaincre" où on est dans un ascenseur avec Barack Obama sous forme d'avatar et on doit faire un pitch. L'apprenant se réécoute ensuite et dispose de données (temps passé, blancs, diversité lexicale, tics, positivité/négativité du discours, objectif/subjectif, vitesse d'élocution), maîtrise de sa voix, de son corps. Ces éléments alimentent un diagramme général sur les soft skills, communication. Sur les hard skills, on a un programme sur la réparation de vélo, avec des niveaux jusqu'à expert.

FT16 : Quelle utilisation en font les entreprises ?

AT16 : Les demandes avec pôle emploi ou les écoles, c'est pour la montée en compétences.

FT17 : L'environnement n'est pas réaliste. Utilisez-vous de la vidéo ?

AT17 : Non, on est sur de la 3D uniquement car la vidéo ne permettrait pas d'intégrer des événements aléatoires. Plus le discours est long plus il y aura d'événements.

FT18 : Quelles sont selon vous les tendances du marché ?

AT18 : Il y a une difficulté de diffusion. Mais sur les hard skills, on a un projet sur la taille de la vigne. Les établissements n'ont pas accès aux vignobles et surtout il n'y a que quinze jours de taille de vigne par an. Ils ont un réel besoin pour entraîner leurs étudiants sur la taille et l'impact de leur taille sur la pousse de la vigne. On peut vraiment mieux simuler et appréhender les conséquences de ce qu'on fait. Pour les soft skills, si demain je dois pitcher devant le stade de France, je peux m'entraîner devant un public.

FT19 : Est-ce que les entreprises se saisissent de ces outils pour modifier les comportements de leurs salariés ou l'organisation de l'entreprise ?

AT19 : Je ne dirais pas modifier les comportements. Mais faire progresser, améliorer un discours de vente oui. C'est comme ça que ça a été utilisé chez Orange. S'entraîner à pitcher sur de nouveaux produits. Orange continue à faire des sessions.

Pour les écoles, la VR est un argument de recrutement pour se démarquer et attirer les étudiants. Les enseignants font remonter un réel besoin de formation des étudiants à la prise de parole. Les étudiants, eux, expriment leur besoin de gérer leur stress et aussi par exemple de s'entraîner à parler en langue anglaise.

FT20 : Comment prenez-vous en compte les besoins ?

AT20 : Moi je regarde ce que j'ai dans le catalogue, ce qui correspond le mieux à leur besoin. Je leur fais tester les contenus et ils me disent les formations auxquelles ils souhaitent avoir accès avec l'abonnement.

FT21 : Concernant l'ingénierie de formation, les modules que vous proposez ont plutôt vocation à être des grains de formations qui s'intègrent dans des parcours plus larges ?

AT21 : Oui effectivement. C'est la combinaison pédagogique de plusieurs modalités qui font qu'on apprend mieux, qu'on mémorise mieux. La VR c'est vraiment l'aspect pratique.

J'ai fait une étude auprès de jeunes d'un centre d'insertion à Lyon pour savoir si la VR était efficace versus e-learning. On a mis à disposition une formation à la réparation de vélo et une formation à l'entretien de recrutement. Donc même type de contenus, objectifs, mais modalités différentes. Le groupe qui a le mieux progressé, c'est la combinaison VR plus e-learning comme je m'y attendais ; le groupe de contrôle n'a pas progressé au niveau de l'abandon, beaucoup de pertes pour ceux qui avaient de l'e-learning uniquement (taux d'abandon phénoménal) ; en VR moins d'abandon. VR plus e-learning, taux d'abandon un peu plus élevé.

C'est la VR qui a eu l'impact le plus positif.

Pendant l'entretien de recrutement, j'ai assisté. Les étudiants disaient "c'est stressant comme en vrai".

FT22 : Est-ce que le stress de la technologie est un facteur à prendre en compte ? Avec Reverso, moi j'avais l'appréhension du casque et de subir le scénario.

AT22 : Pour Reverso, ils sont sur de la sensibilisation et pas sur un apprentissage réellement. Je pense que ça marche très bien pour prendre conscience de quelque chose et c'est comme cela qu'ils l'utilisent. Mais la part d'imprévu dans la 3D génère le stress, avec un scénario à embranchements et beaucoup de questions différentes. Chaque expérience est unique en dehors de la question de début et de fin. C'est cette diversité qui permet aussi de rechercher l'adaptation à l'apprenant. Par exemple, si l'apprenant a un discours négatif à un moment, il peut basculer sur un autre scénario que s'il avait eu un discours positif.

FT23 : Vous prenez en compte le profil de l'utilisateur dans le scénario proposé ?

AT23 : Pour la prise de parole non, pour l'entretien de recrutement RH oui. L'utilisateur a le choix entre étudiant, ouvrier, manager, expert. Le scénario n'est pas le même. Par exemple pour les managers les questions seront plus orientées vers la gestion d'équipe. Pour rédiger les questions je fais appel à des experts, psychologues du travail ou ingénieurs par exemple.

Pour moi la VR s'apparente beaucoup à la pédagogie traditionnelle où on fait l'action. C'est la modalité, la construction du module qui fait la différence. Le geste métier par exemple ne sera pas identique mais on est sûr une mémorisation du processus. Par exemple,

tu veux changer des patins de frein, tu regardes un tuto. Quand tu vas passer à la pratique tu vas devoir mettre le tuto sur pause à chaque étape.

Dans la formation que je propose sur la réparation de vélo, on a une voix off qui dit “pour changer le patin de frein, sortez telle clé dans la malette, etc” et l’apprenant fait en même temps. C’est un mode guidé. J’ai remarqué que les apprenants ont 90% de réussite. Ils oublient juste de graisser les pédales pour le changement de pédale.

FT24 : Pour les gestes ça a l’air très efficace. Mais est-ce que l’entraînement aux soft skills en VR est transféré dans la vie réelle ?

AT24 : Pour une prise de parole déjà, il faut une phase préparatoire à la VR qui est de rédiger son pitch. D’une manière générale, notre cerveau a l’impression d’avoir déjà vécu la situation stressante de prise de parole en public. Je sais qu’à ce moment par exemple je vais respirer pour gérer mon stress.

FT25 : En donnant l’illusion de réalité, il est démontré que cela changera les comportements?

AT25 : Oui, les sciences cognitives montrent ça, dans plusieurs études. Pour nous c’est difficile de faire nos propres études. Rien que pour le vélo cela nous a pris six mois à faire des questionnaires validés scientifiquement.

Il y a une vidéo sur l’illusion de réalité, avec une expérience où la personne voit un faux bras alors qu’on stimule son vrai bras. Au bout d’un moment, on tape sur la fausse main et la personne lève sa vraie main en ressentant de la douleur.

J’ai testé une expérience sur l’arachnophobie et je pouvais jouer sur la taille de l’araignée par exemple. Cela permet de progresser par étapes.

FT26 : Merci beaucoup Aurore.

AT26 : Merci, bonne chance pour ton mémoire.

Fin de l’entretien.

Annexe 3

Titre: Transcription d'entretien semi-directif avec N, conceptrice à Speedernet

Entretien semi-directif avec N, conceptrice à Speedernet

Enquêtée: N, conceptrice à Speedernet.

Enquêteur: Frédéric

Date: 10/05/2023

Durée: expérience/observation de 20mn suivie de 45 mn d'entretien

FT1: Tu peux mettre le casque, tu peux l'ajuster avec la molette; ça ce sont les manettes et la gâchette. Sur l'écran tu vas devoir procéder à quelques réglages; il te suffit de suivre les instructions.

N1: Je peux me mettre debout ?

FT2: Non, tu es assise pendant l'expérience, tu n'as pas à te déplacer. Sélectionne l'expérience "consentement".

N2: Ça démarre.

Pendant 20 minutes, N vit une expérience en vidéo 360° où elle est dans la peau d'une étudiante victime de différents types de violences à caractère sexiste ou sexuel.

N tourne la tête, à droite, à gauche, derrière. Mains croisées; peu d'expressions.

[VO: "Vous venez de vivre des violences sexuelles. Nous allons revenir sur chacune d'entre elles et apprendre à les identifier". Des extraits clés sont rejoués, suivis d'une question à choix multiples sur le type de violence et d'une définition; des conseils sur comment réagir dans ces situations sont aussi donnés par un animateur/animatrice du scénario. "Cochez les expériences de violence sexiste ou sexuelle dont vous avez été témoin ou victime.*

**ne pas participer à ces violences, dire clairement son consentement ou non; parler à la victime; donner des documentations/informations à la victime; offrir son aide, un soutien moral; diriger la victime vers l'administration de l'établissement ou contact (téléphone, mail). "Pour terminer, cochez les cases si vous savez définir ...*

Trouvez-vous ce module utile ?]

FT3: L'expérience est finie, je t'aide à enlever le casque. [silence]. Alors, quel est ton ressenti?

N3: C'est pas joyeux. C'est bien, le temps passe vite. Tu ne t'ennuies pas. C'est bien fait. Impression d'y être. 1ère expérience positive.

Au niveau ergonomique, les manettes sont très agréables par rapport à la souris d'un PC.

Bien fait, les acteurs jouent bien; la formation est équilibrée; c'est court, synthétique; les animateurs utilisent un langage courant, accessible. Pédagogiquement c'est très réussi.

FT4: Comment évalues-tu ton niveau de concentration?

N4: Très concentrée! Presque angoissant la proximité avec les gens. Je ne suis pas claustro mais...

FT5: Tu as ressenti un malaise pendant l'expérience ?

N5: Moins par rapport à la situation que le fait d'être très près des gens. Tu te sens bloquée physiquement, oppressée au niveau de la respiration.

Les détails, les gens très près dans la salle de classe, en soirée, les regards, c'est très réaliste. Les distances inter-personnelles ne sont pas respectées !

FT6: Dans quelle mesure as-tu senti une perte de conscience de soi pendant l'expérience?

N6: Je gardais quand même un regard objectif, une distanciation. J'ai conscience que je n'ai pas vécu l'expérience personnellement. Et le fait aussi que les animateurs parlent, ça te ramène à la réalité.

FT7: Est-ce que ça t'a pris du temps pour rentrer dans l'histoire ?

N7: Non, je suis rentrée rapidement dans le truc. A certains moments je suis là, puis je repars. C'est peut-être une façon de ne pas paniquer. Le casque VR par rapport au PC ça change tout, tu t'impliques malgré toi...

FT8: Penses-tu que le vécu de l'utilisateur a une importance dans le ressenti de l'expérience ?

N8: Oui clairement, à 100%. Je pense que l'impact est fort s'il y a déjà un traumatisme. Une amie à moi a eu des interventions à la Fac sur ces thèmes, en présentiel, sous forme de cercles de discussion. C'était très bien.

FT9: Ces formations en VR ont une utilité ?

N9: Oui, ça devrait être diffusé à grande échelle. Actuellement il n'y a presque rien en dehors des discussions entre amis. Or, la pression de groupe, tout le monde la subit un jour.

FT10: Tu viens de vivre une expérience à la première personne, “dans la peau” d’une victime. As-tu ressenti un phénomène d’identification?

N10: Tout est plus fort car les regards sont sur toi.

FT11: C’est différent d’avoir un avatar ?

N11: Oui. Je pense qu’en univers 3D ce serait moins réaliste.

FT12: Lors de l’expérience, t’es-tu sentie à un moment en contrôle ?

N12: Non, il n’y a aucun contrôle. Le seul contrôle qu’on a se fait en se “déconnectant”.

FT13: Penses-tu que ce type d’expérience se suffise à elle-même ?

N13: Je pense que pouvoir en discuter ce serait bien, notamment pour les personnes qui vivent mal l’expérience. Ça permet aussi à des personnes qui font des choses sans savoir que ce sont des comportements problématiques d’en prendre conscience. Il y a une forme d’empathie.

FT14: Dans quelle mesure la VR améliore ta compréhension des contenus, à savoir l’identification des différents degrés de violences sexistes ou sexuelles ?

N14: Personnellement je connaissais un peu le sujet; je pouvais anticiper certaines questions et j’ai répondu correctement à toutes les questions. Mais cela m’a apporté quand même des éléments de terminologie, les amendes, la gradation des faits; cela clarifie. Et aussi savoir comment réagir, soi-même et les autres.

J’ai eu une expérience de réflexion sexiste en entreprise, sur le ton de la blague comme souvent. J’ai regardé autour de moi, personne n’a réagi. Je pense que les autres ont une responsabilité.

FT15: Justement, l’enjeu de la formation n’est-il pas de passer d’une expérience intime, personnelle vers une culture collective et publique ?

N15: Oui, on vit tous plus ou moins les mêmes choses mais dans notre coin. Il faudrait pouvoir les partager pour apporter des solutions.

FT16: Merci; je vais t’enlever le casque et éteindre.

Annexe 4

Titre: Questionnaire Google form intitulé "Votre expérience de réalité virtuelle" à destination de collaborateurs ayant participé à au moins une expérience Revertio

Introduction: Dans le cadre de mon mémoire de Master 2 Ingénierie pédagogique numérique, je m'intéresse aux concepts d'expérience autotélique (flow) et d'agentivité. Le flow est un état mental qui se caractérise par un engagement total et intrinsèque dans une activité, et qui procure un sentiment de satisfaction et de plaisir. L'agentivité est le sentiment d'interagir avec efficacité sur son environnement. Votre participation à ce questionnaire serait un outil précieux pour analyser ces concepts dans le cadre d'une étude empirique sur l'expérience immersive professionnelle

Quel est le nom de l'expérience en VR à laquelle vous avez participé et vous référez dans ce questionnaire ? *Réponse courte*

Quel support avez vous utilisé ? *Choix multiples*

Aviez vous déjà participé à des expériences de VR avant celle-ci ? *Case à cocher oui/non*

Comment évalueriez-vous votre niveau de "flow" pendant cette expérience en réalité virtuelle ? *Échelle de Likert 1 (mauvais) à 5 (excellent)*

Dans quelle mesure avez-vous ressenti un état de satisfaction et de plaisir pendant l'expérience en réalité virtuelle ? *Réponse courte*

Comment évalueriez-vous votre niveau de concentration et d'absorption dans l'activité ? *Échelle de Likert 1 (pas concentré.e ni absorbé.e) à 5 (concentration et absorption totale)*

Quels aspects de l'expérience en réalité virtuelle ont contribué à vous sentir pleinement immergés et engagés dans la formation ? *Réponse longue*

Quels ont été les plus grands défis que vous avez rencontrés lors de l'expérience en réalité virtuelle, et comment avez-vous réussi à les surmonter ? *Réponse longue*

Dans quelle mesure l'expérience en réalité virtuelle était-elle motivante et gratifiante ? *Réponse courte*

Les défis proposés en réalité virtuelle étaient-ils adaptés à vos compétences et capacités ? *Échelle de Likert 1 (pas du tout adaptés) à 5 (parfaitement adaptés)*

Avez-vous reçu des rétroactions en temps réel (guidance, messages) vous permettant d'évoluer dans le jeu? *Case à cocher oui/non. autre*

De quelle façon l'expérience encourage-t-elle l'expérimentation ? *Cases à cocher*

- *Possibilité de tester différentes stratégies pour résoudre des problèmes*
- *Possibilité de prendre des risques calculés pour découvrir de nouvelles façons d'apprendre*
- *Possibilité de voir différents effets en fonction des choix réalisés*

Pouvez-vous décrire à quel moment vous avez ressenti un sentiment de contrôle sur l'activité (interactions, réactions de l'environnement à vos actions, décisions prises dans le jeu)? *Réponse longue*

Dans quelle mesure avez-vous ressenti une perte de conscience de soi pendant l'expérience en réalité virtuelle ? *Échelle 1 (je n'ai pas ressenti cela) à 5 (j'ai ressenti cela pleinement)*

Avez-vous eu le sentiment que l'univers virtuel était réel au moment de l'expérience? *Échelle 1 (non pas du tout) à 5 (Oui, le virtuel était ma réalité sur le moment)*

Vous êtes-vous senti(e) mal à l'aise pendant l'expérience ? *Choix multiples*

- *Oui, j'ai eu la nausée ou le vertige*
- *Oui, car je ne me suis pas senti(e) en sécurité*
- *Oui, j'ai eu des difficultés techniques*
- *Oui, car je ne savais pas ce qu'il fallait faire (objectifs, où aller, avec quoi interagir)*
- *Non*
- *Autre*

Recommanderiez-vous cette expérience en réalité virtuelle à d'autres personnes ? *Échelle de Likert 1 (non pas du tout) à 5 (oui sans hésiter!)*

Pourquoi ou pourquoi pas ? *Réponse longue*

Merci pour votre participation. Accepteriez-vous de réaliser un court entretien (par visio ou en présentiel selon les possibilités) pour approfondir ce sujet? *Case à cocher oui/non/autre*

Table des matières

Introduction.....	6
PARTIE 1. CONTEXTE DE STAGE.....	8
Chapitre 1. L'entreprise.....	9
1.1 Historique et organisation.....	9
1.1.1 Les équipes.....	9
1.1.2 Les méthodes et les outils de travail.....	11
1.2 Activités de l'entreprise.....	14
1.2.1 La production de modules e-learning.....	14
1.2.2 La production de modules immersifs.....	15
1.2.3 La vente de licences et la formation technique aux outils immersifs.....	15
1.3 Défis actuels.....	15
1.3.1 Développer l'activité immersive.....	16
1.3.2 Identifier et développer les usages pédagogiques des outils immersifs.....	16
1.3.3 Favoriser le travail entre les équipes immersives et Studio.....	16
1.3.4 Développer l'ingénierie de formation.....	17
Chapitre 2. Mes missions.....	18
2.1 Produire des modules e-learning pour le studio.....	18
2.2 Concevoir et intégrer des modules pour un Mooc multiutilisateur de sensibilisation à la conception immersive.....	19
2.2.1 Origine du projet.....	19
2.2.2 Ma contribution au projet.....	20
PARTIE 2. CADRE THÉORIQUE: LES TECHNOLOGIES IMMERSIVES POUR DÉVELOPPER LES SOFT SKILLS.....	22
Chapitre 3. Les technologies immersives.....	23
3.1 Terminologie et usages des technologies immersives.....	23
3.1.1 La réalité virtuelle (VR).....	23
3.1.2 Les réalités mixtes.....	24
3.1.3 Le cas de la vidéo 360°.....	25
3.1.4 Les technologies immersives ou réalité étendue (XR).....	25
3.1.5 Usages des technologies immersives en formation.....	25
3.2 Modèles explicatifs de l'apprentissage avec les technologies immersives.....	29
3.2.1 Les théories de l'apprentissage applicables aux expériences immersives.....	29
3.2.2 Les facteurs agissant sur le processus d'apprentissage.....	30
3.2.3 Les concepts spécifiques associés aux expériences immersives.....	32
3.2.4 L'environnement immersif d'apprentissage.....	36
Chapitre 4. Les soft skills.....	38
4.1 Définitions.....	38
4.2 Enjeux.....	39
Chapitre 5. Les effets de la XR.....	40
5.1 Les avantages de la XR.....	40
5.1.1 Les effets positifs sur les apprentissages.....	40
5.1.2 Les effets positifs sur le développement des soft skills.....	42
5.2 Les limites de la XR.....	45

Chapitre 6. Cas illustrés de formations XR aux soft skills.....	47
6.1 Développer les techniques de vente.....	48
6.2 Développer la prise de parole.....	48
6.3 Gérer ses émotions.....	50
6.4 Développer l'empathie.....	50
6.5 Développer la collaboration.....	50
PARTIE 3. CONTRIBUTIONS ET PERSPECTIVES.....	52
Chapitre 7. Méthodologie de recueil de données et analyse.....	53
7.1 Présentation synthétique.....	53
7.2 L'éclairage de professionnels de la formation.....	55
7.2.1 Entretien avec Aurore Thion, fondatrice de Widid.....	55
7.2.2 Entretien avec Sabrina Marchi (Inspé Aix-Marseille).....	56
7.2.3 Entretien avec Armand Viadé, concepteur immersif.....	57
7.2.4 Les webinaires Speedernet : retours d'expériences (RETEX).....	57
7.2.5 Ma participation à une "fresque du facteur humain".....	59
7.3 Le point de vue des apprenants.....	60
7.3.1 Entretiens et interprétation auprès d'utilisateurs de contenus Reverso.....	61
7.3.2 Questionnaire.....	64
7.4 Les données issues du Mooc.....	68
7.4.1 Ce qui a fonctionné dans le MOOC.....	68
7.4.2 Ce qui n'a pas fonctionné dans le MOOC.....	72
Chapitre 8. Limites et prolongements.....	73
8.1 Limites.....	73
8.2 Prolongements.....	73
Conclusion et perspectives.....	75
Bibliographie.....	78
Glossaire.....	82
Sigles et abréviations utilisés.....	83
Table des illustrations.....	84
Table des matières.....	95

MOTS-CLÉS : technologies immersives, réalité virtuelle, réalité mixte, réalité augmentée, virtualité augmentée, sentiment de présence, immersion, incarnation, avatar, interactivité

RÉSUMÉ

A travers ce mémoire, j'ai cherché à comprendre en quoi les technologies dites immersives (XR) pouvaient être des outils efficaces en formation pour développer des soft skills. Cela m'a amené à interroger les théories de l'apprentissage et leurs liens avec la XR, mais aussi à déterminer quels étaient les concepts propres à ces technologies comme le sentiment d'immersion, de présence, d'incarnation ou encore l'interactivité. En adoptant une recherche exploratoire et une méthode qualitative, j'ai mené des entretiens auprès d'experts et d'utilisateurs, proposé un questionnaire et participé à une fresque du facteur humain. Ces données m'ont permis de mieux appréhender les avantages et les limites des technologies immersives en formation et de proposer quelques pistes de réflexions à l'entreprise Speedernet pour valoriser les usages pédagogiques de la XR.

KEYWORDS :immersive technologies, virtual reality, mixed reality, augmented reality, augmented virtuality, sense of presence, immersion, embodiment, avatar, interactivity

ABSTRACT

Through this dissertation, I sought to understand how so-called immersive technologies (XR) could be effective tools in training to develop soft skills. This led me to question the theories of learning and their links with XR, but also to determine what were the concepts specific to these technologies such as the feeling of immersion, presence, embodiment or even interactivity. . By adopting an exploratory research and a qualitative method, I conducted interviews with experts and users, proposed a questionnaire and participated in a fresco of the human factor. This data allowed me to better understand the advantages and limits of immersive technologies in training and to propose some lines of thought to the company Speedernet to enhance the educational uses of XR.