



Cofinancé par le  
programme Erasmus+  
de l'Union européenne



# **Guide pour intégrer la réalité virtuelle ou augmentée dans l'éducation et la formation des adultes**

**Développé par**  
le partenariat du projet CT-VR

**Octobre 2023**

Projet Erasmus+ n° 2021-1-ES01-KA220-ADU-000033619



## Sommaire

---

1. Introduction .....	2
2. L'évolution de la formation des adultes avec la réalité virtuelle ou augmentée .....	3
2.1. Historique récent .....	3
2.2. Apprentissage par l'expérience.....	4
2.3. Exploration autonome .....	4
2.4. Flexibilité .....	4
2.5. Collaboration.....	4
2.6. Participation active .....	5
2.7. Individualisation .....	5
2.8. Applications du monde réel .....	5
3. Utiliser la réalité virtuelle ou augmentée en formation d'adultes .....	6
3.1. Définir des objectifs clairs .....	6
3.2. Connaître son public .....	6
3.3. Choisir la technologie appropriée.....	6
3.4. Intégrer la réalité virtuelle ou augmentée au programme.....	8
3.5. Préparation des formateurs.....	9
3.6. Favoriser l'apprentissage collaboratif.....	10
3.7. Priorité à l'interactivité .....	10
3.8. Fournir des conseils et un soutien .....	10
3.9. Garantir l'accessibilité.....	10
3.10. Évaluer.....	11
3.11. Rester informé .....	11
3.12. Considérations de sécurité.....	11
3.13. Relation avec l'apprentissage traditionnel .....	11
3.14. Rester éthique.....	12
4. Budget et financement .....	13
4.1. Les coûts.....	13
4.2. Financement .....	17
5. Checklist pour intégrer la réalité virtuelle ou augmentée dans la formation des adultes .....	18
6. Conclusion.....	19
6.1. Pourquoi utiliser la réalité virtuelle ou augmentée ? .....	19
6.2. Challenges .....	20
7. Pour aller plus loin .....	22
8. Annexe Expression du besoin / Cahier des charges .....	23

# 1. Introduction

Dans le paysage en constante évolution de l'éducation, la technologie joue un rôle central, transformant les méthodes d'enseignement traditionnelles et les possibilités d'apprentissage. Parmi les technologies qui se déploient, on peut citer la réalité virtuelle (RV) et la réalité augmentée (RA) qui permettent de créer de nouvelles situations d'apprentissage.

Les adultes viennent en formation avec des expériences, des motivations et des attentes diverses. Entre le travail, la famille et d'autres activités, ils veulent une formation flexible, pertinente et stimulante. Les technologies de réalités virtuelle et augmentée offrent des environnements immersifs et permettent d'interagir avec le contenu d'une manière que l'on n'imaginait pas auparavant. Qu'il s'agisse de simuler des scénarios du monde réel, de visualiser des données complexes ou de faciliter l'apprentissage collaboratif, elles sont une source d'enrichissement. Pour l'éducation des adultes de multiples façons.

Cependant, leur intégration dans la formation des adultes ne consiste pas simplement à créer des mondes numériques visuellement étonnants. Elle nécessite une approche stratégique, garantissant que la technologie sert les objectifs pédagogiques, répond aux besoins des apprenants et respecte les considérations éthiques. Les formateurs désireux d'exploiter son potentiel doivent le faire avec méthode après s'être eux-mêmes formés.

Ce guide sert de feuille de route aux professionnels à l'intersection de la technologie et de la formation. De la compréhension de la diversité des apprenants adultes aux complexités techniques des plateformes, de la garantie de l'inclusivité et de l'accessibilité à la mise à jour et à l'évaluation des contenus, chaque aspect est exploré, garantissant une intégration globale de ces outils.

En outre, comme toute intégration technologique, la mise en œuvre de la RV/RA dans l'éducation s'accompagne de problèmes à résoudre : techniques, résistance initiale des parties prenantes, confidentialité des données ou risque de lassitude numérique chez les apprenants. Ce guide propose des solutions concrètes pour relever ces défis et faire en sorte que l'intégration se fasse en douceur, avec un impact positif.

Si la technique sert de support, le contenu, la pédagogie et l'expérience de l'apprenant restent au cœur de notre travail. Notre objectif ultime de formateurs reste le même : faciliter des expériences d'apprentissage significatives, engageantes et efficaces pour les adultes.

## 2. L'évolution de la formation des adultes avec la réalité virtuelle ou augmentée

Historiquement, l'éducation des adultes s'est distinguée des autres formes d'enseignement en s'attachant à répondre à leurs besoins immédiats et concrets, qu'il s'agisse d'avancement professionnel, de développement personnel ou d'adaptation aux évolutions de la société.

L'intégration de la réalité virtuelle ou augmentée soutient ces principes et rend l'expérience d'apprentissage plus immersive et personnalisée. Elle peut transporter les apprenants dans des environnements virtuels où ils vont exercer leurs compétences dans un cadre contrôlé mais réaliste. Qu'il s'agisse d'un atelier virtuel, d'une simulation de réunion ou d'une réplique en 3D d'un site archéologique, elle facilite un apprentissage contextuel et expérientiel.

La réalité augmentée, quant à elle, superpose des informations numériques au monde réel, améliorant ainsi la perception et l'interaction de l'apprenant avec son environnement. C'est particulièrement utile pour la formation en emploi, où des situations réelles peuvent être enrichies d'informations numériques, ou pour des tâches qui nécessitent une correction immédiate.

Un autre avantage est le potentiel de personnalisation : l'expérience de chacun peut être adaptée à ses besoins, à son rythme d'apprentissage et à ses préférences.

Enfin, les aspects sociaux ne doivent pas être négligés : des apprenants du monde entier peuvent interagir dans des classes virtuelles avec un sentiment de communauté. Cela permet d'abolir les distances géographiques et d'intégrer diverses perspectives dans l'expérience d'apprentissage.

Les technologies de réalités virtuelle ou augmentée dans l'éducation des adultes permettent un apprentissage enrichi, interactif et personnalisé. Au fur et à mesure que ces technologies mûrissent et deviennent plus accessibles, le champ d'applications pour l'éducation et la formation s'étend.

### 2.1. Historique récent

Le champ de l'éducation et de la formation des adultes a toujours été exploré par les technologies, cherchant de nouvelles voies pour le rendre plus attrayant, plus adapté ou plus accessible. Après s'être appuyé sur les interactions en face à face, avec des contenus textuels, puis audiovisuels, puis à distance avec internet, l'accent est mis sur une pédagogie riche en contenu, mais aussi en contexte.

La fin du XX<sup>e</sup> siècle a été marquée par les débuts expérimentaux de la réalité virtuelle et de la réalité augmentée. Le Sensorama, une sorte de console d'arcade avec des capteurs sensoriels développé la fin des années 1960 par un pionnier de la réalité virtuelle, Morton Heilig, n'a pas été conçu dans une optique éducative, mais a eu des conséquences dans ce domaine malgré des obstacles importants : technologie immature, coûts prohibitifs et absence de contenu. Parallèlement, la réalité augmentée s'est consolidée au début des années 1990, avec des applications dans les secteurs militaire et aéronautique avant que les éducateurs ne s'intéressent à son potentiel.

Le début du XXI<sup>ème</sup> siècle a connu une période d'adoption florissante en formation, avec une technologie qui progresse et se démocratise lentement. De nombreux programmes pilotes ont été lancés, visant à en tester la viabilité et l'utilité. Les apprenants ont pu traverser virtuellement des époques historiques, des étendues cosmiques et les recoins de l'anatomie humaine, tout en restant dans une salle. Les simulations ont permis aux professionnels de la chirurgie ou de la mécanique d'affiner des gestes complexes dans un environnement sans risque, avant de les appliquer dans des scénarios réels à fort enjeu.

A partir des années 2010, grâce aux casques de réalité virtuelle grand public, tel qu'Oculus Rift ou HTC Vive et à la possibilité d'utiliser la réalité augmentée sur les smartphones, ces technologies se sont répandues, mais toujours moins que ce que leur potentiel laisserait espérer.

Les défis posés par la pandémie de COVID-19 dans les années 2020 ont accéléré l'adoption de différentes technologies par les organismes de formation. Les contenus ont été transposés en ligne en réponse aux limites imposées à la présence physique, pour une continuité éducative. Des laboratoires simulés ont permis de conduire des expériences dans les disciplines scientifiques.

Si la réalité virtuelle ou augmentée est prometteuse, elle reste encore très peu utilisée pour l'éducation des adultes et cantonnée à certaines formations professionnelles ou intra-entreprises.

## 2.2. Apprentissage par l'expérience

La réalité virtuelle introduit une dimension de vécu, mêlant le « faire » et l'« apprendre ». Les apprenants ne se contentent plus d'assister ou d'interagir avec des reconstitutions historiques ou des simulations scientifiques, ils en font partie et ils s'engagent dynamiquement dans leurs expériences d'apprentissage.

Les simulations transforment les risques en opportunités d'exploration et d'expérimentation. La compréhension et le développement de compétences par essai/erreur deviennent possibles. L'apprenant n'a plus peur des conséquences de ses actions. Il est libre d'explorer et d'expérimenter dans un parcours où connaissances théoriques et application pratique convergent.

L'immédiateté du retour d'information guide chaque étape, décision et action et peut façonner le parcours dans un dialogue entre l'apprenant, l'expérience et l'environnement virtuel. Ce dialogue, qu'il s'agisse de corriger un mot mal prononcé ou d'ajuster une stratégie de négociation commerciale, devient un cycle itératif dans lequel les actions et les corrections s'intègrent.

L'apprenant n'est pas seulement un acteur, mais un décideur, un résolveur de problèmes et un penseur critique.

L'apprentissage devient plus riche en mobilisant non seulement l'esprit mais aussi les sens, visuel, auditif ou tactile.

La phase de bilan où les expériences sont analysées et comprises, seul ou en groupe permettent de consolider les apprentissages.

## 2.3. Exploration autonome

Les technologies de réalité virtuelle et augmentée soutiennent l'autonomie des apprenants dans la gestion de leur parcours. L'expérience immersive se vit au rythme et selon la curiosité de chacun dans un espace technologiquement enrichi offrant des choix d'exploration, et les soutenant de manière dynamique. Les apprenants peuvent s'attarder, accélérer ou modifier leur parcours.

Ne plus avoir peur de faire des erreurs favorise la liberté d'expérimentation et une profondeur d'exploration.

## 2.4. Flexibilité

La multidimensionnalité de la vie des apprenants adultes, avec différentes responsabilités et rôles, nécessite des contenus adaptables. L'indépendance géographique notamment, apparaît comme un élément essentiel pour favoriser l'inclusion et l'accessibilité avec la possibilité d'apprendre depuis son domicile ou son lieu de travail à n'importe quel moment.

Plusieurs portes d'entrée peuvent être proposées pour aborder le contenu de manière modulaire.

Différents modes d'interaction sont possibles : chuchoter des commandes dans le confort isolé d'une pièce privée ou faire des gestes dans un métro bondé.

## 2.5. Collaboration

Des apprenants d'âge différents, issus de lieux géographiques différents, de milieux professionnels variés peuvent se réunir dans un espace virtuel, apportant avec eux une diversité de connaissances, d'expériences et de perspectives culturelles.

Des professionnels peuvent s’immerger dans des situations de travail recréées pour explorer différentes solutions et stratégies avec leurs pairs, sans craindre les répercussions dans le monde réel. Cela renforce les capacités de résolution de problèmes et de prise de décision. En outre, résoudre un problème à plusieurs permet de comprendre en situation les différentes normes de communication et attitudes culturelles.

Être en formation avec d’autres peut créer une certaine émulation. Partager des expériences virtuelles favorise l’échange d’idées et de commentaires constructifs.

Les mentors et les experts, eux aussi deviennent plus accessibles dans un cadre virtuel informel, propice à la curiosité, à la recherche et à la communication.

## 2.6. Participation active

L’apprentissage n’est pas limité aux interactions textuelles ou visuelles. Il est possible de manipuler des variables et d’en observer immédiatement les conséquences : la compréhension se construit à travers un processus continu et itératif d’action, de réflexion et d’affinage.

La reconstruction d’environnements permet d’en supprimer des éléments distrayants pour concentrer l’attention des apprenants, ce qui va les aider à saisir des sujets complexes.

Les expériences virtuelles peuvent susciter des émotions qui font faciliter les processus de mémorisation.

Des techniques de gamification élaborées, au-delà du comptage de points ou de l’atteinte d’un niveau peuvent être mises en œuvre avec des activités de difficulté croissante à réaliser.

Enfin, permettre aux apprenants de diriger leur parcours favorise un sentiment d’appropriation, renforce la motivation et leur sentiment que la formation est pertinente.

## 2.7. Individualisation

Les parcours peuvent être personnalisés pour offrir une expérience sur mesure qui respecte le rythme, la curiosité et les objectifs de l’apprenant.

Qu’il vise le développement professionnel ou l’enrichissement personnel en s’axant davantage sur l’acquisition de compétences ou la découverte de nouvelles connaissances, le parcours peut prendre en compte le rythme d’assimilation des connaissances ou les supports préférés.

Enfin, des options linguistiques et culturelles garantissent une utilisation par tous.

## 2.8. Applications du monde réel

Les connaissances théoriques peuvent être expérimentées et appliquées dans des scénarios qui reflètent la réalité. Les apprenants se familiarisent avec les fonctionnalités des machines et des outils spécialisés sans contraintes physiques et logistiques. En particulier dans les domaines où la précision et la sécurité sont primordiales, comme l’aviation, la médecine ou la mécanique lourde, les compétences peuvent être affinées et les protocoles de sécurité maîtrisés sans les risques et les dépenses qui seraient nécessaires dans le monde réel.

Communiquer, négocier et résoudre des conflits, permet de développer des compétences non techniques avec des applications dans les soins de santé, le service clientèle ou le conseil.

## 3. Utiliser la réalité virtuelle ou augmentée en formation d'adultes

La réalité virtuelle ou augmentée offre de nombreuses opportunités pour l'éducation et la formation d'adultes qui ont des profils divers, matures et complexes. Si la technologie doit amplifier, enrichir et approfondir les expériences d'apprentissage, c'est aussi un défi pédagogique pour atteindre les objectifs d'apprentissage et répondre aux divers besoins des adultes.

### 3.1. Définir des objectifs clairs

Intégrer la réalité virtuelle ou augmentée nécessite une relation symbiotique entre la technologie et la pédagogie : l'immersion, les simulations et les interactions doivent viser des objectifs d'apprentissage.

La visite virtuelle d'une civilisation ancienne peut-elle donner vie aux pages d'un livre d'histoire ? Une superposition en réalité augmentée et la conversion d'une forme géométrique plane dans un manuel en un modèle 3D peut-elle améliorer la compréhension spatiale ?

La technologie ne doit pas créer une expérience isolée, mais s'intégrer dans un récit éducatif plus large. Que va permettre de comprendre une immersion dans les profondeurs de l'océan ? Que va apporter une promenade virtuelle dans une ville disparue ?

### 3.2. Connaître son public

L'intégration de la réalité virtuelle ou augmentée passe par la compréhension des apprenants avec leurs compétences et antécédents variés. Un positionnement, dans des sessions pratiques ou par un questionnaire permet de recueillir les informations sur leurs compétences techniques.

En outre, il est essentiel d'analyser les obstacles potentiels, d'ordre technique, liés aux handicaps physiques ou aux contraintes temporelles des engagements professionnels ou familiaux. Dans la mesure du possible, les apprenants pourront accéder aux immersions de manière asynchrone.

Le retour d'information éclaire l'efficacité et l'impact des technologies, offrant un aperçu de ce qui marche et de ce qui doit être amélioré.

### 3.3. Choisir la technologie appropriée

Le choix d'une technologie appropriée, tant du côté du développeur que pour le dispositif qui permettra à l'apprenant de vivre une expérience immersive dépend du budget et des compétences en matière de développement pour lequel on privilégiera des solutions modulaires évolutives.

Côté utilisateur, les principales interfaces visuelles sont les suivantes.

- Les salles immersives sphériques ou cubiques (CAVE, Icube, SAS Cube) constituées d'écrans de rétroprojection ou de projection directe stéréoscopiques et synchronisés. L'utilisateur est immergé dans une pièce où des images sont projetées sur les murs, le sol et le plafond. Un système de capture de sa position permet de calculer la perspective en temps réel pour respecter son point de vue.
- Les casques de réalité virtuelle englobent tout le champ de vision de l'utilisateur en diffusant une image pour chaque œil. Le cerveau rassemble ces deux images pour les transformer en une vision 3D. En plus de cette stimulation du système visuel, ils localisent la tête de l'utilisateur en orientation et translation. C'est devenu l'interface la plus courante pour la réalité virtuelle en formation. On distingue deux types de casques :
  - Les visiocasques à partir de smartphones Ils sont globalement économiques (bas prix et qualité moindre) et présentent des performances dépendantes du smartphone et de l'application utilisée. Cette catégorie, comprend deux types de casques. D'une part, les visiocasques sans fixation : il s'agit d'une monture équipée d'un système optique très

rudimentaire composé d'une lentille pour chaque œil, dans laquelle on insère un smartphone. D'autre part, les visiocasques avec fixation par un bandeau où l'utilisateur peut ajuster plusieurs paramètres (par exemple, la distance intra-oculaire ou la netteté...). Avec ce type de casque, l'utilisateur peut utiliser une manette ou un autre appareil connecté pour se déplacer dans l'environnement, et éventuellement interagir.

- Les casques dédiés à la réalité virtuelle qui n'ont plus besoin d'être reliés à un ordinateur. Avec un bon rapport qualité-prix, la gamme des Meta Quest occupe un peu plus de 50 % du marché. La version 3 associée à des contrôleurs avec un retour haptique offre une résolution de 1064 x 2208 pixels par œil, un champ de vision de 110° et supporte la réalité mixte. Malgré la qualité de l'expérience qu'ils offrent, ces casques restent un marché de niche avec des ventes en net recul en 2022 par rapport 2021 (-12 % en nombre de casques vendus) puis en 2023 par rapport à 2022 (-40 % en chiffre d'affaires aux Etats-Unis)<sup>1</sup>.

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

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

La largeur du champ de vision, la netteté de l'image avec une résolution élevée sont des éléments importants pour donner une impression de réalité qui nécessite des capacités de calculs élevés.

La réalité augmentée qui affiche un contenu en 3D en surimpression d'un environnement réel sera utilisée avec un ordinateur, une tablette ou un smartphone. Là aussi les utilisateurs auront donc besoin d'un minimum de compétences numériques pour pouvoir en profiter. Le fait d'avoir souvent dans les mains une tablette ou un smartphone rend l'expérience utilisateur moins confortable.

Si l'on fait appel à un développeur externe, il faut garantir la pérennité des investissements en s'assurant que la solution est évolutive et bénéficie de mises à jour régulière ainsi que d'une assistance permettant de se prémunir contre une obsolescence prématurée (cf. Annexe).

## Outils pour les développeurs<sup>2</sup>

### 1. Unity [<https://unity.com>]

Unity est un moteur de jeu multiplateforme (smartphone, ordinateur, consoles de jeux vidéo et Web) développé par Unity Technologies. Il a la particularité de proposer une licence gratuite dite « Personal » avec quelques limitations de technologie avancée au niveau de l'éditeur, mais sans limitation au niveau du moteur. Par rapport à son concurrent principal, Unreal Engine, Unity est considéré comme ayant une interface utilisateur plus facile d'accès et plus approprié pour les créations indépendantes.

### 2. Unreal Engine [[www.unrealengine.com](http://www.unrealengine.com)]

Unreal Engine est un moteur de jeu vidéo propriétaire développé par Epic Games. Les principaux concurrents de ce moteur sont Unity et le CryEngine développé par Crytek. Il est possible de le télécharger et de l'utiliser sans limitation et gratuitement pour une utilisation non-commerciale.

### 3. AR.js [<https://ar-js-org.github.io/studio>]

AR.js est une solution open-source qui permet de faire de la réalité augmentée en 60 fps depuis un

<sup>1</sup> <https://fr.statista.com/themes/3357/la-realite-virtuelle/#topicOverview>

<sup>2</sup> Cette rubrique ainsi que la suivante « Outils pour les enseignants et les apprenants » a été écrite avec l'aide de Wikipedia en fonction des différentes entrées logicielles.



navigateur, sans application native. AR.js permet ainsi de créer des sites web intégrant les types de réalité augmentée suivants :

- Suivi d'images - Identifier des images 2D et afficher le contenu de réalité augmentée correspondant.
- Réalité augmentée basée sur l'emplacement - Affichage du contenu de réalité augmentée en fonction de l'emplacement.
- Suivi de marqueurs - Utilisation de marqueurs tels que les codes QR pour afficher un contenu de réalité augmentée connexe.

#### 4. Sketchfab [sketchfab.com]

Sketchfab est principalement un site d'hébergement et de lecture de modèle 3D, visible dans Sketchfab ou sur des sites externes. Il contient une galerie de modèles. Le lecteur 3D de Sketchfab utilise l'API JavaScript [WebGL](#) et aussi en utilisant la bibliothèque open-source OSG.JS. Cela permet l'affichage de modèles [3D](#) sur les pages Web sans plug-ins tiers si le navigateur prend en charge WebGL.

#### 5. Blender [blender.org]

Blender est un logiciel libre de modélisation, d'animation par ordinateur et de rendu en 3D, créé en 1994 par la fondation Blender. De plus en plus utilisé par les entreprises du secteur de l'animation 3D, il propose des fonctions avancées de modélisation (dont la sculpture 3D, le texturage et dépliage UV, etc), d'animation 3D (rigging, blend shapes), et de rendu. Il gère aussi le montage vidéo non linéaire, la composition, la création nodale de matériaux, ainsi que diverses simulations physiques telles que les particules, les corps rigides, les corps souples et les fluides.

#### 6. ARKit [<https://developer.apple.com/augmented-reality/arkit/>]

Il s'agit d'une plateforme de développement qui permet aux développeurs d'applications d'intégrer rapidement et facilement des expériences de RA dans leurs applications et leurs jeux. Elle utilise la caméra, les processeurs et les capteurs de mouvement d'un appareil sous iOS pour créer des interactions immersives. ARKit utilise la technologie d'odométrie visuelle-inertielle pour analyser la disposition d'une pièce et détecter les plans horizontaux autour de l'appareil.

#### 7. ARCore [<https://developers.google.com/ar>]

ARCore est le kit de développement logiciel développé par Google pour concevoir des applications de réalité augmentée lisibles sur n'importe quel appareil Android. Comme l'ARKit, le suivi de mouvement permet au téléphone de comprendre et de suivre sa position par rapport au monde et il détecte la taille et l'emplacement des surfaces horizontales planes comme le sol ou une table.

De nouvelles ressources apparaissant constamment, cette liste est évolutive et une veille est nécessaire.

### 3.4. Intégrer la réalité virtuelle ou augmentée au programme

L'intégration des technologies doit augmenter et animer le programme de formation. Il ne s'agit pas de remplacer, mais d'améliorer en veillant à ce que la technologie ne soit pas un gadget mais une composante substantielle et valorisante. Elle doit servir de catalyseur d'apprentissage, sans créer de nouveaux obstacles.

Par exemple la visite virtuelle de la Galerie des Offices à Florence dans un cours sur l'art de la Renaissance ne permet pas simplement d'admirer les œuvres d'art, mais de s'immerger dans un environnement culturellement riche et historiquement significatif qui enrichit la compréhension de la Renaissance par les textes.

La réalité virtuelle ou augmentée sera utilisée à des moments où elle peut améliorer la compréhension et la rétention, par exemple une superposition en réalité augmentée pour une leçon d'anatomie.

Chaque session pourra être suivie du renforcement des connaissances acquises par des méthodes traditionnelles, discussions ou travaux de rédaction réflexifs ainsi que par une évaluation pour avoir des informations sur la compréhension, l'assimilation des connaissances et les domaines à renforcer.

Exemples d'intégration de la réalité virtuelle :

- Présenter une œuvre ou un site historique
- Reproduire une situation ou un environnement à risque (ex. manipulation de produits dangereux, travail hauteur)
- Entraîner à la maîtrise d'un geste ou d'une procédure technique (ex. taille d'un arbre)
- Inspecter une machine avec une vue détaillée et des zooms sur des pièces précises
- Proposer une immersion réaliste dans un environnement particulier (ex : un chantier de construction de bâtiment)

Exemples d'intégration de la réalité augmentée :

- Projeter dans un environnement réel des objets virtualisés afin de mieux comprendre leur représentation (ex. visualisation d'une ligne de tuyauterie virtualisée sur le mur d'une pièce)
- Connaître la nomenclature des pièces qui composent un objet (ex. le nom des parties composant une ligne de tuyauterie, etc.)
- Entraîner à la représentation dans l'espace (ex. faire le lien entre des plans et des objets représentés autour desquels l'apprenant peut se déplacer)
- Inspecter une machine ou un appareil, grâce à une vue détaillée et des zooms sur des pièces précises

### 3.5. Préparation des formateurs

Il est primordial de mettre l'accent sur la formation des éducateurs à la conception de stratégies pédagogiques innovantes et pour qu'ils puissent utiliser des logiciels ou des applications simples leur permettant d'enrichir leur cours ou plus simplement pour qu'ils utilisent des ressources clés en main en comprenant la technique, les procédures d'installation et de dépannage.

L'expérimentation de ressources existantes et des échanges avec des formateurs plus expérimentés vont les mettre en confiance et leur donner des idées de développement.

Des ateliers pratiques les familiariseront avec des outils leur permettant de commencer par intégrer la réalité augmentée, plus accessible aux non-spécialistes.

Les développeurs employés par l'organisme pourront participer à une formation de base pour maîtriser un outil dédié comme Unity puis participer à des forums.

Enfin, il est essentiel d'encourager l'expérimentation en incitant les formateurs à intégrer des éléments novateurs dans leurs cours.

Diverses plateformes proposent des formations gratuites ou payantes adaptées aux développeurs ou aux formateurs. En voici quelques-unes :

1. Sur Fun Mooc, l'université de Lyon propose le cours *Réalité Virtuelle et pratiques pédagogiques innovantes* d'une durée de 4 h (1h par semaine).

2. Coursera [[www.coursera.org/](http://www.coursera.org/)]

— Les cours « Introduction à la réalité virtuelle » et « Modèles 3D pour la réalité virtuelle », dispensés par l'Université de Londres, abordent les aspects fondamentaux.

— Le cours *AR & Video Streaming Services Emerging Technologies*, dispensé par l'université de Yonsei, met un accent sur l'éducation.

4. LinkedIn Learning [[www.linkedin.com/learning](http://www.linkedin.com/learning)] héberge des cours qui abordent différentes facettes de la RV et de la RA, des bases à des sujets plus avancés, et traite d'outils spécifiques tels que Unity ou ARKit.

5. Udacity [[www.udacity.com](http://www.udacity.com)] — en anglais propose un cours gratuit de 3h « Introduction to Virtual Reality » ainsi que de nombreux modules destinés aux développeurs.

6. Class Central [[www.classcentral.com](http://www.classcentral.com)] — regroupe de nombreux MOOC parmi lesquels on peut faire une recherche par mots clés.

Il est préférable de commencer par des cours généraux qui mettent l'accent sur les applications pédagogiques, avant de se plonger dans la création de contenu, plus technique.

### 3.6. Favoriser l'apprentissage collaboratif

L'apprentissage collaboratif peut être intégré avec des jeux de rôle.

Des échanges en petits groupes après les simulations permettent d'approfondir la compréhension, de faire émerger de nouvelles idées et de consolider les acquis.

La réalité virtuelle favorise la collaboration interdisciplinaire en supprimant les barrières entre disciplines, avec une approche plus globale des situations.

L'apprentissage collaboratif peut s'étendre sans limites géographiques avec des apprenants dispersés qui explorent et créent ensemble, résolvent des problèmes, partagent leurs connaissances et négocient différentes perspectives pour converger vers une solution.

### 3.7. Priorité à l'interactivité

Les expériences passives, telles que le visionnage de vidéos immersives en 3D ou de superposition d'informations en réalité augmentée ne permettent pas de manipuler l'environnement, de prendre des décisions et d'observer les conséquences d'actions.

Si l'on a la capacité financière ou les compétences techniques nécessaires, on privilégiera l'introduction d'interactions dans les projets de réalité virtuelle. Elles engendrent une compréhension profonde et expérimentale des concepts et des phénomènes.

L'exploration par interactions correspond aux théories constructivistes, où la connaissance n'est pas seulement acquise mais progressivement construite par l'interaction, l'exploration et la réflexion. Il faut cependant veiller à ce que la charge sensorielle et cognitive des expériences soit équilibrée par rapport aux capacités cognitives des apprenants. Les interactions et la navigation doivent être intuitives et l'engagement<sup>3</sup> cognitif doit être progressif afin qu'ils ne soient ni submergés par la complexité, ni déçus par la simplicité.

### 3.8. Fournir des conseils et un soutien

La création de guides ou de FAQ pour les problèmes courants permet aux apprenants et aux éducateurs de résoudre les difficultés techniques. Les pédagogues, eux, pourront disposer d'une équipe d'assistance technique pour les aider à utiliser les logiciels d'intégration.

### 3.9. Garantir l'accessibilité

Elle passe par la diversification des contenus, par une assistance humaine et par la mise à disposition d'alternatives, y compris non techniques pour acquérir les connaissances et compétences visées. Les palliatifs les plus classiques sont la mise en œuvre d'options de sous-titres pour les personnes souffrant de déficiences auditives ou de descriptions audio pour les utilisateurs malvoyants. L'attention portée à l'ergonomie dans la navigation bénéficiera à tous.

---

<sup>3</sup> Dans le domaine des applications web, l'engagement a été défini par Attfield et ses collaborateurs (2011) comme étant une connexion à la fois émotionnelle, cognitive et comportementale entre un utilisateur et une ressource.

Des options de contrôle alternatives telles que les commandes vocales, le suivi oculaire ou d'autres technologies d'assistance sont nécessaires pour que des apprenants en situation de handicap physique puissent naviguer.

Les apprenants qui sont sujets au mal des transports ou qui ont des problèmes de santé pourront faire des pauses ou rester assis.

Le multilinguisme des modules permettra leur plus grande diffusion.

Les développeurs n'hésiteront pas à se former sur ces questions ou à faire appel à des experts en accessibilité ou à des organisations spécialisées dans l'éducation inclusive.

L'utilisation de la réalité virtuelle s'accompagne de la responsabilité de veiller à ce qu'elle soit accessible, inclusive et renforce l'autonomie de tous.

### 3.10. Évaluer

Le processus d'évaluation continue concerne les aspects techniques et l'efficacité pédagogique. Le retour d'information des formateurs et des apprenants passe par différents moyens, enquêtes, groupes de discussion, sessions individuelles. Ce retour d'information éclaire également sur la participation et la motivation des apprenants, leur compréhension et les domaines à améliorer.

### 3.11. Rester informé

L'évolution rapide des technologies de réalité virtuelle ou augmentée nécessite une veille technologique et une démarche d'autoformation permanente, en plus des formations formelles que l'on peut suivre. Des relations pourront être tissées avec des représentants de l'industrie logicielle et avec des développeurs. Elles permettront de se projeter dans le futur, les éducateurs offrant des perspectives sur les applications pratiques et les besoins des apprenants, les experts de l'industrie partageant une vision des possibilités de développement.

Participer à des conférences et des salons est un autre moyen de rester informé des avancées technologiques et des applications à l'éducation ainsi que de ce qui pourrait être.

En collaborant avec des organismes de recherche, les éducateurs peuvent non seulement découvrir de nouvelles applications, mais aussi contribuer à façonner l'évolution de la réalité virtuelle dans les contextes éducatifs. Ce partenariat allie l'application pratique à l'exploration théorique, chacun informant et enrichissant l'autre.

Les communautés en ligne donnent accès à des connaissances, des expériences et à un soutien.

### 3.12. Considérations de sécurité

Les technologies immersives risquent de perturber des personnes fragiles sur un plan physique, psychique ou émotionnel.

La déconnexion entre le mouvement virtuel et la stase physique peut donner des nausées. Les séances seront courtes ou incluront des pauses. Une alternative sera proposée aux sujets souffrant de troubles cognitifs ou psychologiques.

Dans la phase de bilan, les apprenants pourront exprimer leurs expériences et leurs émotions et réfléchir à la place de leur expérience virtuelle dans un parcours d'apprentissage plus large.

### 3.13. Relation avec l'apprentissage traditionnel

Le retour d'expérience en classe permet de développer des compétences en matière de communication, d'analyse et de pensée critique. Les échanges analyseront et approfondiront les apprentissages, en découvrant éventuellement des nuances négligées au cours de l'expérience.

Les différentes phases se renforcent donc : les connaissances acquises grâce aux méthodes traditionnelles peuvent être ré-explorées et approfondies dans l'environnement de RV/RA. Inversement, les expériences vécues dans l'environnement seront analysées en groupe pour approfondir la compréhension, encourager la réflexion et faciliter l'apprentissage entre pairs.

Par exemple, après avoir été immergés dans un événement historique, les élèves peuvent analyser des sources primaires ou créer leur propre contenu interprétatif, pour contextualiser l'expérience immersive. De même des connaissances transmises dans un cadre traditionnel peuvent être testées sans risques dans un environnement virtuel réaliste.

### 3.14. Rester éthique

Le respect de l'éthique passe par une série d'engagements :

- comme dans le monde réel, veiller à ce que les contenus ne diffusent pas de stéréotypes ni de préjugés, en particulier dans la découverte d'autres cultures,
- ne pas collecter de données personnelles,
- ne pas conserver les données recueillies par les systèmes au-delà de leur exploitation pédagogique en collaboration avec les apprenants,
- proposer des alternatives pour accéder à un contenu formatif équivalent.

## 4. Budget et financement

### 4.1. Les coûts<sup>4</sup>

Intégrer la réalité virtuelle ou augmentée dans la formation des adultes peut nécessiter des investissements substantiels, que l'on opte pour des solutions du marché ou que l'on développe ses propres contenus face à une offre encore insuffisante et peu adaptée aux besoins didactiques. Seule l'offre de contenu développée à des fins de loisir pour le grand public est abordable, même si l'acquisition de licences collectives en augmente les coûts.

Les coûts de développement sont relativement élevés parce qu'ils impliquent :

- l'intervention de plusieurs professionnels aux compétences complémentaires,
- de maîtriser des logiciels parfois compliqués (où la ressource humaine est rare et très demandée) pour développer l'application et les interactions,
- d'utiliser différents médias, or faire des vidéos immersives et produire un son de qualité coûte cher (il faut du bon matériel, des compétences et il faut se déplacer pour les enregistrements),
- de créer des objets en 3D et si l'on n'utilise pas de vidéos immersives, de recréer des environnements virtuels complets en 3D.

Le coût d'une application en réalité virtuelle peut varier entre 5 000 euros et 100 000 euros, voire beaucoup plus.

#### 4.1.1 Les applications les plus simples (autour de 5000 euros)

##### Visite virtuelle d'un lieu

Une visite virtuelle avec un casque de réalité virtuelle de l'équivalent d'un appartement de trois pièces à partir de photos ou de vidéos à 360° déjà tournées et montées en incluant quelques pop-ups explicatifs dans chaque pièce pour offrir une expérience informative

##### Exploration d'un objet 3D en réalité virtuelle

IHMTEK donne l'exemple de l'exploration d'un moteur de voiture où l'utilisateur serait placé dans une pièce blanche face à un moteur, qui flotte dans l'air : « *Les mouvements de la main pourraient être utilisés pour faire tourner le moteur, et quelques pop-ups informatifs pourraient expliquer les différentes parties du moteur. L'utilisateur pourrait se déplacer autour du moteur, [...] aucune animation complexe, telle que le démontage des pièces du moteur de manière animé, ne serait incluse [...] le modèle 3D du moteur est fourni par le client. Le travail se limite à la programmation des interactions et aux retouches du modèle du moteur, car en général, beaucoup des modèles 3D provenant de logiciels CAO sont peu convenables pour la réalité virtuelle.* »

#### 4.1.2 Expériences plus immersives

Un budget entre 12 000 et 15 000 euros TTC permet de créer une application de réalité virtuelle relativement simple d'une durée d'environ 5 minutes.

Dans cet ordre de grandeur, IHMTEK donne l'exemple de la conversion d'une séance de travaux pratiques pour le centre de formation d'Orange. Un TP aborde un thème particulier tel que l'identification et le remplacement de cartes de communication, la détection de pannes sur des cartes ou des serveurs, les procédures de maintenance, etc. La réalisation d'un module (TP) implique une phase de conception et de design d'environ 3 jours. Des visites sur place ont permis de comprendre leur environnement et de capturer des photos et vidéos des éléments à modéliser

---

<sup>4</sup> Ce chapitre a été réalisé à partir d'exemples fournis par IHMTEK – Interactive technologies que nous remercions grandement.

en 3D, tels que des serveurs et des cartes, Orange apportant également des photos et des vidéos des procédures pour référence. Ont été modélisés en 3D les serveurs ainsi qu'une salle de serveurs simplifiée, plusieurs cartes de communication et les outils. « *Les objectifs du TP en réalité virtuelle étaient :*

- *de permettre à l'utilisateur de trouver le serveur défectueux (en se déplaçant dans le monde virtuel),*
- *d'identifier la panne (nécessitant la programmation d'un comportement LED spécifique pour l'anomalie),*
- *de remplacer la carte selon les procédures requises (mettre une montre antistatique,*
- *d'apprendre à utiliser les outils adéquats que nous avons également modélisés,*
- *de réaliser les gestes adéquats tels que d'appuyer sur certains boutons dans le serveur pour désactiver la carte et la retirer, d'identifier la carte de remplacement appropriée, et de l'installer correctement, en vérifiant que ses LEDs s'allument conformément à l'ordre spécifique. »*

#### 4.1.3 Applications en réalité virtuelle (budget 25 à 40 000 euros HT)

IHMTEK illustre un projet de cette ampleur par la réalisation pour un centre de formation spécialisé dans les gestes métiers pour les centrales de traitement de l'air d'un serious game d'environ 15 minutes immergeant les apprenants dans des situations réelles grâce à la réalité virtuelle, les exposant ainsi aux dangers potentiels, aux procédures opérationnelles et aux gestes professionnels. Trois mois de développement ont été nécessaires avec les phases et les coûts hors taxe suivants :

- Deux semaines de conception et de design incluant des échanges réguliers avec le client (environ 5 000 euros).
- Utilisation de ressources graphiques existantes (modèles 3D de bâtiments, de mobilier de bureaux, de fenêtres, de plafonds, etc.) et création de modèles 3D sur mesure à partir de photos et de vidéos (systèmes de climatisation, de ventilation, de sorties d'air, de centrales d'air, des capteurs tels que thermomètres, anémomètres, etc.). (environ 15 000 euros).
- Scénarisation de la formation et programmation de l'interaction avec les outils de mesure afin qu'elles puissent varier en fonction des sorties ou entrées d'air, ainsi que du type de mesure (température, pression, débit d'air, etc.). (environ 8 000 euros).
- Programmation d'un système en réseau local, permettant au formateur de se connecter à chaque casque de réalité virtuelle via son ordinateur pour voir ce que les apprenants observent, proposer de l'aide, modifier les paramètres pour simuler des anomalies ou des conditions variables (température, circulation d'air) en temps réel (environ 10 000 euros).

#### 4.1.4 Applications grand public

Pour illustrer cette catégorie de projets, IHMTEK donne l'exemple de Dinoplagne VR, qui a vu le jour suite à un appel d'offre de marché public pour mettre en valeur les empreintes de dinosaures découvertes à La Plagne. La modélisation 3D de tout les objets et l'animation précise des dinosaures en collaboration avec des scientifiques pour respecter les paramètres de l'époque jurassique (flore, faune...) a été estimée à environ 60 000 euros HT. Des photos 360° ont permis de combiner le présent et le passé. La programmation (estimée à environ 10 000 euros HT) a permis aux médiateurs culturels afin de lancer l'expérience dans chaque casque de réalité virtuelle, de connecter des casques supplémentaires, de surveiller le niveau de batterie des manettes et des casques et de connaître le temps restant pour chaque expérience. La durée de l'expérience a été limitée à 6 minutes, avec une option de 3 minutes en cas de forte affluence au musée.

#### 4.1.5 Budget d'environ 100 000 euros HT

Ce type d'expérience concerne généralement les jeux destinés à être déployés sur des casques ou dans des salles de réalité virtuelle ou des projets dans le secteur de l'industrie. IHMTEK donne l'exemple d'un escape game d'environ 45 minutes en réalité virtuelle, Far Worlds, développé pour E-reel, avec plusieurs décors graphiques (sous-marin, environnement médiéval, l'espace et une grotte), des énigmes à résoudre, des interactions entre les joueurs, et d'autres éléments.

#### 4.1.6 Utiliser des applications du marché

L'offre concerne principalement les formations universitaires et les formations professionnelles, elle est beaucoup plus réduite en langue française pour l'éducation des adultes.

Par exemple Elsevier propose un abonnement annuel à la plateforme d'anatomie 3D, [Complete Anatomy](#) créée par 3D4Medical, qui permet de visualiser, manipuler, modifier et comprendre les relations spatiales des structures anatomique. En 2023, pour un étudiant, la licence coûte 39,99 euros la première année, puis 74,99. Des formules sont disponibles pour les centres de formation avec notamment des personnalisations, une intégration au LMS et un suivi des performances des élèves.

#### 4.1.7 Enrichir soi-même ses cours avec la réalité augmentée ou l'immersion

De nombreux logiciels du commerce ont une version de base gratuite, au moins pour le secteur de l'éducation, qui permet de les tester et de faire des projets, avant de passer, éventuellement, à des fonctionnalités plus avancées. Il existe aussi des logiciels gratuits en open source.

Pour créer du contenu en 360° en classe, il faut une caméra. Des modèles de bonne qualité sont disponibles pour quelques centaines d'euros (par exemple *l'Insta 360*). Ils sont accompagnés d'un logiciel de montage gratuit et ne demandent pas de compétences professionnelles pour être bien utilisées. En revanche le formateur devra investir du temps dans la maîtrise de l'équipement et des logiciels, surtout s'il débute dans le domaine du montage vidéo ou photo. Après postproduction, la vidéo peut être téléchargée sur YouTube où elle sera visionnée avec un casque. Avec une caméra 360° il est également possible de faire des photos en 360° qui peuvent être exportées sur des plateformes de création comme [ThingLink](#) ou [CoSpaces Edu](#).

### Outils pour les enseignants et les apprenants

#### 1. ThingLink [[www.thinglink.com](http://www.thinglink.com)]

ThingLink est un outil en ligne qui permet de créer des images et des vidéos interactives grâce à l'insertion d'images, de sons, de films, de textes, de liens... et de les partager. Un survol des points d'insertion ou info bulles permet de rendre visibles les documents insérés et de les consulter. La prise en main étant assez facile, l'outil peut être utilisé par l'enseignant et les élèves : exposés, étude d'une situation en histoire géographie en autonomie, présentation d'un auteur, d'un évènement, d'une œuvre d'art ou d'un personnage historique... La version de base est gratuite.

#### 2. Tilt Brush [[www.tiltbrush.com](http://www.tiltbrush.com)]

Tilt Brush est une application de peinture artistique en réalité virtuelle lancée par Google initialement sur la plateforme Steam VR, pour le casque HTC Vive. Puis elle a été disponible pour d'autres casques VR, Oculus Quest et Oculus Rift, Valve Index, PlayStation VR. Elle permet de créer des œuvres dans un volume en 3D. Immergé dans un environnement à 360° l'utilisateur agit à l'aide des contrôleurs. En 2021 Google l'a abandonnée pour la laisser en Open source.

#### 3. Merge Cube [<https://mergeedu.com/cube>]

Le Merge Cube est un cube, orné de différents symboles. On peut le commander sur la boutique officielle ou ailleurs sur le net ou le fabriquer soi-même à partir du modèle. Il fonctionne comme un QR Code cubique et chaque face va être reconnue par l'application utilisée pour y faire apparaître



une partie du modèle 3D. Plusieurs applications peuvent s'associer au Merge Cube. Par exemple Object Viewer for MERGE Cube, disponible sur Google Play et Apple Store, permet de charger des modèles 3D afin de faire apparaître des crânes, des cellules, de l'ADN...

#### 4. CoSpaces Edu [<https://cospaces.io/edu>]

CoSpaces Edu permet aux étudiants de concevoir leurs propres univers immersifs, pour faire ensuite de la réalité augmentée et ou de la réalité virtuelle, avec des contenus 3D et du code simplifié. Il y a deux façons d'explorer les univers créés : en réalité augmentée avec un smartphone, une tablette et/ou un MERGE-Cube ou en réalité virtuelle en visitant en 3D les créations avec une visionneuse de type CardBoard (Notez que le logiciel du Google Cardboard est aussi disponible en open source).

#### 5. Augment [[www.augment.com](http://www.augment.com)]

Augment est une application qui permet de générer des modèles 3d texturés et de les visualiser en réalité augmentée à l'aide d'un marqueur ou traqueur. Elle fonctionne sous Android ou IOS.

#### 5. YouTube VR [<https://vr.youtube.com>]

L'application YouTube VR vous permet de rechercher et de regarder des vidéos à 360° et des contenus en réalité virtuelle avec certains casques et appareils. Il n'y a pas d'outils pour créer des expériences de RV. Des listes de lecture VR adaptées à l'éducation sont disponibles.

#### 6. Google Earth [<https://earth.google.com>]

Google Earth est un logiciel permettant une visualisation de la Terre avec un assemblage de photographies aériennes ou satellitaires. On peut survoler la Terre et zoomer sur le lieu de son choix. Selon les régions géographiques, les informations disponibles sont plus ou moins précises. On peut obtenir une vue en 3D des immeubles des villes les plus importantes. La modélisation en trois dimensions des constructions, initialement réalisée à l'aide du logiciel SketchUp, est maintenant créée automatiquement à l'aide d'algorithmes utilisant pour une part les prises de vues Street View et des données d'altitude.

#### 7. Google Arts & Culture [<https://artsandculture.google.com>]

Google Arts & Culture est un service mis en ligne par Google en février 2011, permettant notamment de faire la visite virtuelle de divers musées ou projets à caractère culturel et patrimonial, et de visualiser des images en haute définition dans des thématiques très variées. En 2018 *Pocket Gallery* propose des visites de galeries virtuelles utilisant la réalité augmentée. Depuis octobre 2021, elle est accessible sur le Web, ce qui signifie que les visites virtuelles peuvent être explorées sur ordinateur et sur mobile avec ou sans capacités de réalité augmentée.

### 4.1.8 Conclusion

Nécessitant moins d'équipements spécialités, la réalité augmentée est plus accessible dans un contexte éducatif.

Si en matière de développement, on peut espérer que la réalité virtuelle connaîtra une évolution comparable à la réalisation des sites web d'entreprises, pour l'instant la limitation des coûts passe par l'écriture d'un scénario relativement simple avec des interactions limitées, une baisse des exigences de qualité graphique, l'utilisation de modèles 3D déjà existants et par l'utilisation de photos et de vidéo 360°.

Quand l'investissement prévu est important, il peut être intéressant de construire le projet en plusieurs sous-modules à partir d'une base puis de le réaliser de manière évolutive en ajoutant des sous-modules supplémentaires qui peuvent être moins coûteux.

Si les coûts de développement sont élevés, en revanche, les coûts d'utilisation peuvent être très faibles. Côté utilisateur, l'investissement reste à la portée de la grande majorité des organismes de formation s'ils choisissent d'utiliser des casques de réalité virtuelle, les plus aboutis ne coûtant que

quelques centaines d'euros. Si l'on choisit de s'équiper de visionneuses « Cardboard » dans lesquelles on peut insérer un smartphone, le coût est négligeable avec des modèles compris entre dix et vingt euros qu'il est même possible de construire soi-même.

## 4.2. Financement

La recherche de subventions, de partenariats avec des entreprises ou d'organismes partageant les mêmes objectifs peut permettre de réduire la charge financière.

Une piste particulièrement intéressante à explorer est la mutualisation des coûts avec d'autres organismes de formation et le soutien des OPCO et des fédérations professionnelles pour la création de modules transverses à plusieurs formations, initiales et continues et touchant chaque année des centaines d'apprenants à l'échelle d'une région et des milliers au plan national. Ces modules peuvent viser la maîtrise d'un geste professionnel comme l'utilisation d'une machine-outil, de compétences relationnelles qui sont nécessaires dans différents contextes ou d'une procédure métier, par exemple dans le domaine de la qualité.

La trame d'expression des besoins proposée en Annexe vise à faciliter la création d'une coopération entre organisme et à formaliser une demande auprès d'un développeur.

## 5. Checklist pour intégrer la réalité virtuelle ou augmentée dans la formation des adultes

### 1. Compréhension et justification

- Identifier les besoins : dans quel objectif veut-on utiliser la réalité virtuelle ou augmentée ?
- A-t-on une bonne compréhension des possibilités ? Quels sont les exemples sur lesquels se baser ?
- Avantages : que va apporter la réalité virtuelle ou augmentée ?
- Quelles sont les limites et à quoi faut-il particulièrement faire attention ?

### 2. Planification et ressources

- Identifier les besoins en compétences techniques et informatiques, en contenu, en matériel, en logiciels.
- Choisir entre l'achat de contenu existant et la création de ressources sur mesure.
- Budgétisation : quelles sont les ressources financières disponibles ? Est-il possible d'obtenir une subvention ? De trouver des partenaires ? De s'associer avec d'autres organismes ?

### 3. Développement

- Si le développement est possible en interne, constitution de l'équipe.
- Si le développement doit être réalisé par un prestataire :
  - Rédaction du cahier des charges
  - Recherche de prestataires potentiels à partir de travaux réalisés (une expérience dans le domaine de la formation est préférable).
  - Etude et sélection des propositions
  - Echanges avec le prestataire dans la phase de conception et dans l'écriture du scénario
  - Prises de vues (photos et vidéos)
  - Validation des différentes étapes
  - Test du prototype
  - Validation du produit final.

### 4. Préparation des formateurs

- Sessions pour familiariser les formateurs qui vont utiliser le produit
- S'assurer que les formateurs sont capables de gérer les interactions, de modifier les paramètres, d'apporter un appui aux apprenants ainsi que de résoudre les problèmes techniques de base.
- Adapter les méthodes d'enseignement pour tirer le meilleur parti de la réalité virtuelle.

### 5. Mise en œuvre et intégration

- Prévoir l'intégration des sessions dans le programme de formation.
- Tester l'efficacité du prototype avec un petit groupe.

### 6. Sécurité et éthique

- Prévoir un espace adapté.
- Ne pas conserver les données des apprenants après la fin de leur formation.

### 7. Bilans

- Proposer une évaluation qui mesure les acquis des sessions.
- Recueillir et analyser les commentaires des apprenants pour mieux intégrer les sessions.

## 6. Conclusion

### 6.1. Pourquoi utiliser la réalité virtuelle ou augmentée ?

1. **L'apprentissage par l'expérience** : immergés dans un environnement virtuel, les apprenants peuvent vivre des expériences qui seraient difficiles ou impossibles dans un cadre traditionnel.
2. **Une exploration autonome**, appréciée par les apprenants adultes est possible.
3. **Flexibilité de temps et de lieux** pour respecter les engagements multiples des adultes.
4. Possibilités de collaboration et interactions dépassant les barrières géographiques.
5. Motivation : la nature immersive de la réalité virtuelle peut accroître la participation et l'intérêt, même pour des sujets complexes ou fastidieux.
6. **Réalisme des simulations**
  - **Nuances environnementales** : La réalité virtuelle permet de saisir les nuances, le bruit de fond d'un café pour une formation de barista, les changements de pression et de température lors de plongée, ou les signaux d'un patient dans un diagnostic médical.
  - **Rétroaction multisensorielle** : en plus des expériences visuelles et auditives, la réalité virtuelle peut proposer un retour haptique en créant des sensations tactiles. Par exemple, un mécanicien peut sentir la résistance d'un boulon et un chirurgien la texture d'un tissu.
7. **Accès élargi aux outils et à l'équipement** : avec une boîte à outils virtuelle il est possible de s'exercer avec une vaste gamme d'outils sans les avoir forcément sous la main.
8. **Suppression des risques** : il est possible de simuler les conséquences d'erreurs coûteuses ou dangereuses, qu'il s'agisse d'un court-circuit dû à un mauvais câblage ou du dysfonctionnement d'un moteur dû à un mauvais assemblage.
9. **Apprentissage par scénarios**
  - **Difficulté variable** : introduire de la variabilité dans les scénarios permet de les adapter à différents niveaux pour développer des compétences de résolution de problèmes.
  - **Jeu de rôle immersif** : il est possible de simuler un large éventail de personnages et de personnalités pour s'entraîner à gérer différents types de clients ou de patients.
10. **Amélioration ciblée des compétences**
  - **Analyse détaillée des performances** : grâce à l'enregistrement d'informations précises, comme la stabilité de la main lors d'une tâche délicate, le temps de réaction dans un scénario de crise ou les mouvements oculaires et les points de concentration lors de la réalisation d'une activité.
  - **Niveaux de difficulté adaptatifs** : à mesure que l'apprenant progresse, le système peut augmenter la difficulté des tâches, pour un développement continu des compétences.
11. **Approfondissement des compétences non techniques**
  - **Reconnaissance des émotions** : les systèmes avancés peuvent évaluer l'état émotionnel grâce à la reconnaissance faciale et adapter les scénarios en conséquence.
  - **Evaluation de la communication** : en analysant la modulation de la voix, l'élocution et le langage corporel, pour affiner les compétences de présentation ou de négociation.
12. **Intégration avec le réel**
  - **Scénarios hybrides** : par exemple une formation pour le personnel informatique dans un environnement virtuel, mais où les données sur lesquelles ils travaillent sont réelles.
  - **Collaboration à distance en temps réel** : un employé peut travailler sur une machine en France, tandis qu'un ingénieur en Allemagne l'assiste par une interface en réalité augmentée, en le guidant sur la machine qu'il peut voir.

- La réalité virtuelle développer l'empathie pour des personnes en situation difficile en permettant de partager partiellement leur point de vue.
13. **Evaluation** : le suivi du comportement met en évidence les domaines dans lesquels un apprenant excelle et ceux dans lesquels il a besoin de continuer à se former.
  14. **Respect de l'environnement** : en éliminant l'impact de l'action des formés, le processus est durable et respectueux de l'environnement nonobstant l'impact du numérique.
  15. Quand les apprenants créent leur propre contenu en réalité virtuelle, elle permet de développer les **compétences numériques** et la **créativité**.

La réalité virtuelle offre une profondeur et une ampleur d'expérience inégalées par les méthodes traditionnelles. Pour des cours de recyclage ou de perfectionnement, cette passerelle réaliste et immersive vers l'application au monde réel peut faire la différence entre connaissance et maîtrise.

## 6.2. Challenges

### 1. Accessibilité et coûts

- Le coût du développement de scénarios réalistes avec une grande interactivité peut être dissuasif.

Acheter des produits clés en main limite l'investissement. Il est aussi possible de réaliser des scénarios moins ambitieux. Collaborer avec des entreprises, rechercher des subventions mais surtout s'associer à d'autres organismes de formation permet d'atténuer les problèmes de coût.

2. **Alphabétisation numérique** : tous les adultes ne sont pas à l'aise avec ces technologies et certains n'auront pas envie de participer. Des interfaces conviviales avec des commandes intuitives et des séances d'initiation permettront d'impliquer davantage de personnes.

### 3. Création de contenu

- **La qualité** doit être la priorité même s'il est tentant de produire de nombreux scénarios. Un contenu mal conçu, peu réaliste et avec des interactions limitées diminue l'efficacité et peut même être contre-productif en donnant l'impression d'infantiliser les apprenants.
- En réalité virtuelle il faut éviter d'inclure des éléments de décor qui pourraient apparaître désuets au bout de quelques années d'utilisation.

Un développement collaboratif associant experts en contenu, formateurs et développeurs a plus de chances de générer des scénarios attractifs et instructifs.

### 4. Implications éthiques

- **Données personnelles** : elles ne seront pas conservées après la session de formation et qu'elles ne puissent pas être utilisées par des tiers ou à des fins commerciales.
- **Représentation et inclusion** : Les modules doivent offrir une représentation diversifiée dans les avatars, les scénarios et le contenu. Il faut éviter les préjugés ou les stéréotypes.
- **Sérénité** : l'espace virtuel ne doit bien sûr pas permettre le harcèlement, d'intimidation ou de toute forme de discrimination.

### 5. Santé et bien-être

- **Problèmes physiques** : l'utilisation de ces technologies est déconseillée pour les personnes souffrant de crises d'épilepsie. Par ailleurs, un usage prolongé peut entraîner une fatigue oculaire, des maux de tête, des vertiges, une désorientation ou le mal des transports.
- **Equilibre mental** : des risques de perturbation existent chez les personnes avec des troubles psychiques ou mentaux. Certaines peuvent avoir du mal à faire la distinction entre le virtuel et le réel, avec simulations qui peuvent avoir un effet sur le plan émotionnel.

Une sélection des utilisateurs ainsi que des directives claires sur la durée d'utilisation et la nécessité d'un réglage des casques pour chacun peuvent atténuer bon nombre de ces préoccupations.

Malgré les nombreux avantages de la réalité virtuelle ou augmentée dans l'éducation des adultes, si elle ne se déploie que très lentement avec quelques avancées mais surtout des périodes de stagnation, c'est semble-t-il à cause du coût élevé des applications qui apportent réellement une plus-value ou du temps de préparation très important que les enseignants les plus technophiles doivent consacrer pour améliorer quelques démonstrations par la réalité augmentée.

## 7. Pour aller plus loin

Al-Ansi A.M., Jaboob M., Garad A. - *Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education*, - Social Sciences & Humanities, 2023 - Elsevier

Bailenson, Jeremy - *Expérience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Can Do*.

Attfield S., Kazai G., Lalmas M. & Piwowarski B. (2011 ), *Towards a science of user engagement* (Position paper), WSDM Workshop on User Modelling for Web Applications, Hong Kong, China.

Beckmann J., Menke K., P Weber P. – *Holistic evaluation of AR/VR-Trainings in the ARSuL-Project*. INTED2019 Proceedings, 2019.

Danaristo J., Jearsen J., Faitho Y.- *Systematic Literature Review of Augmented Reality and Virtual Reality Development in Education*, 2022.

Ferreira JMM, ZI Qureshi ZI - *Use of XR technologies to bridge the gap between Higher Education and Continuing Education*. IEEE Global Engineering Education, 2020.

Gregory Sue, Mark J.W. Lee, Barney Dalgarno, and Belinda Tynan. - *Learning in Virtual Worlds: Research and Applications*.

IHMTEK - *Coût d'une application en réalité virtuelle*.

Kovács G. -*Possibilities and Dangers of the Use of Digital (VR, AR) Devices in the Training System of the Defence Personnel*- 2020

Oberdörfer S. Birnstiel S., Latoschik M.E. - *Mutual benefits: Interdisciplinary education of pre-service teachers and hci students in vr/ar learning environment design*. - Frontiers in Education, 2021.

Onopriienko, I ; Onopriienko KV ; Bourekkadi S. - *Immersive Technologies in Adult Learning as an Innovative Marketing Tool in the Educational Market*- - 2023 - [essuir.sumdu.edu.ua](http://essuir.sumdu.edu.ua)

Sanfilippo F., Blazauskas T., Salvietti G., Ramos I., Vert S. - *A perspective review on integrating VR/AR with haptics into STEM education for multi-sensory learning*. Robotics, 2022.

Schmalstieg, Dieter et Hollerer Tobias - *Augmented Reality: Principles and Practice*.

### Sitographie

[Agence nationale des usages du numérique éducatif](#)

[Ecole branchée, enseigner à l'heure du numérique](#)

Wikipedia

## 8. Annexe

# Expression du besoin / Cahier des charges<sup>5</sup>

### 1. Objet du module pédagogique immersif

*Informations spécifiques au module concerné*

#### 1.1 Enjeux

*Enjeux du module pédagogique immersif pour le secteur d'activité, les compétences concernées, les raisons expliquant ces choix et les métiers concernés*

#### 1.2 Acteurs contribuant au module pédagogique immersif

*Liste des acteurs contribuant à la création du module*

#### 1.3 Formations visées

#### 1.4 Périmètre potentiel de mise à disposition

*Nombre d'apprenants potentiellement concernés*

#### 1.5 Objectifs pédagogiques

*Objectifs pédagogiques du module et apport de la technologie*

### 2. Expression du besoin pédagogique

#### 2.1 Scénario / Mode

*Description précise des mises en situation à digitaliser (scénario, rôle de l'apprenant, actions à réaliser, enchainements des actions, etc.)*

#### 2.2 Eléments à modéliser

*Ensemble des éléments attendus dans le module*

#### 2.3 Interactions attendues au sein de l'outil

*Liste des interactions possibles pour l'apprenant dans le module : objets, documents, personnes, etc.*

#### 2.4 Evaluation

*Critères relatifs à l'évaluation de l'apprenant dans le module pour valider l'atteinte ou non des objectifs pédagogiques définis.*

#### 2.5 Niveau de guidage de l'apprenant

*Choix du niveau d'accompagnement et d'aide de l'apprenant dans le module (guidage par un avatar, aides visuelles, etc.)*

#### 2.6 Modalités d'utilisation des contenus

*Modalités d'utilisation du module : présentiel/distanciel, synchrone/asynchrone*

#### 2.7 Données à collecter issues de l'expérience immersive

*Eléments à collecter dans le module qu'il sera ensuite possible de transmettre à l'apprenant ou bien au formateur pendant et en fin de mise en situation*

#### 2.8 Personnalisation et création de contenus

*Niveau de personnalisation possible du module pédagogique immersif (changement de logos, ajout d'informations, etc.)*

---

<sup>5</sup> Cette annexe a été adaptée à partir du Guide méthodologique *Digitalisation de modules pédagogiques immersifs transverses* proposé par le Ministère du travail, du plein emploi et de l'insertion.



## 2.9 Profils types d'utilisateurs

*Profil apprenant, profil formateur, profil administrateur.*

## 2.10 Lignes graphiques et éditoriales

### 2.10.1 Niveau de précision graphique attendu

*Niveau graphique attendu pour reproduire au mieux une situation professionnelle réelle*

### 2.10.2 Langues

*Langues du module ainsi que les modalités de ces traductions (voix off, sous titres, etc.)*

## 2.11 Extensions-évolutions potentielles

*Extensions ou évolutions potentielles du module (nouveau scénario, variation de certains éléments, mise à jour de l'environnement, etc.)*

## 2.12 Documents à destination des apprenants

*Documents à transmettre à l'apprenant en début ou en fin de mise en situation (ressources complémentaires, etc.)*

## 2.13 Ressources à destination des prestataires

*Éléments à destination des prestataires pour les aider dans la création du module (experts métiers, documentation, plan 3D, etc.)*

## **3. Expression du besoin technique**

### 3.1 Accès

*Technologies sur lesquelles le module devra être accessible (ordinateur, tablette, smartphone, casque RV, casque RA, etc.)*

Les mises en situation devraient être accessibles sur une diversité de support, en 2D sur ordinateurs, téléphones et tablettes et en 3D sur casques de réalité virtuelle. Les casques seront de préférence non filaires. Par ailleurs, l'environnement immersif devra être le plus transverse possible pour être utilisé sur différents types de casques.

### 3.2 Accessibilité

*Exigences en termes d'accessibilité des modules*

Par exemple, sous-titrage de vidéos, contrastes de couleurs renforcés, etc.

### 3.3 Modalités d'hébergement

Hébergement des contenus et des applicatifs dans l'Union européenne.

### 3.4 Niveaux de service opérationnels

#### 3.4.1 Plage d'accès

*Plages d'accès au module : disponibilité des infrastructures, d'ouverture de service, etc.*

L'hébergeur des contenus produits devra respecter à minima les exigences suivantes :

- Plage d'ouverture de service : 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7
- Disponibilité des infrastructures : 99,9% du temps sur une année.
- Plage de garantie de service : heures ouvrées (5 jours sur 7 de 8h à 18h).

#### 3.4.2 Nombre d'utilisateurs

*Nombre d'utilisateurs lors de l'étape de test et de mise à disposition généralisée*

#### 3.4.3 Disponibilité de l'environnement

*Exigences en cas d'inaccessibilité : incidents et pénalités associés*

### 3.5 Protection des données à caractère personnel

### *Exigences sur la protection des données*

Respect du RGPD et de la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, modifiée par la loi n°2018-493 du 20 juin 2018 relative à la protection des données personnelles.

### 3.6 Evolution de l'environnement immersif

*Evolutions requises pour adapter le module à de nouvelles exigences ou de nouvelles technologies.*

Il pourra être demandé au prestataire de faire évoluer un des éléments suivants dans les 4 années qui suivent la création de l'environnement immersif :

- Les contenus pédagogiques : décors, personnages, scénario, etc.
- Leur compatibilité à de nouveaux navigateurs ou types de casques, etc.
- La création ou la mise à jour de nouveaux connecteurs LMS

### 3.7 Propriété intellectuelle

Exigences en termes de propriété intellectuelle à définir pour chaque module

## **4. Prestations attendues**

### 4.1 Technologie envisagée

*Technologie envisagée pour ce module (Réalité virtuelle, jeu sérieux, agent conversationnel, etc.)*

### 4.2 Description des prestations

*Les attentes envers l'éditeur en termes de pilotage du projet, construction des applicatifs, déploiement et test de la solution, mise à jour des contenus, transfert de compétences, etc. :*

- Le pilotage du projet
- La construction des applicatifs
- le déploiement et le test de la solution avec des connexions avec les LMS existants et en accompagnant les formateurs pour la prise en main de l'outil et son utilisation dans un parcours de formation, la personnalisation des contenus, l'entretien et le nettoyage des casques de Réalité Virtuelle avant de proposer une version finale des contenus.
- L'accès et la mise à jour des contenus incluant un hébergement pendant n années, les maintenances préventive, corrective et évolutive nécessaires au bon fonctionnement du contenu sur les différents équipements (casque de réalité virtuelle, navigateurs, etc.), la réalisation de mises à jour graphiques ou de scénarios du contenu sur demande de l'organisme, la réaliser un guide d'accompagnement.
- L'apport de conseil et d'expertise durant l'ensemble des phases.
- Le transfert de compétences vers les équipes qui seront en charge de l'administration et de l'exploitation de la solution.

### 4.3 Livrables

Liste des livrables attendus concernant la gestion de projet (comptes-rendus, suivi des incidents...), la conception de l'outil (architecture technique, spécifications fonctionnelles détaillées...), les différentes itérations, matériel nécessaire, les kits de formation en fonction des différents profils utilisateurs (formateurs/enseignants et apprenants), un mode opératoire simplifié pour l'installation du matériel (tutoriels...).

### 4.4 Garantie et maintenances



CT:VR – Enseignement créatif par la réalité virtuelle  
Projet Erasmus+ n° 2021-1-ES01\_KA220-000033619

**Auteurs :** Les partenaires du projet Erasmus+ CT:VR, Alfredo Garmendia (ES), Ibai Galindo (ES), Jaione Santurtun (ES), Charitini-Maria Skoulidi (GR), Panagiotis G. Anasstasopoulos (GR), Michael Ntallis (GR), Christophe Leydier (FR), Mitja Peterka (SI), Gorazd Rituper (SI), Dejan Dravec (SI), Tanja Božič (SI) et Petja Janžekovič (SI).

*Mise en page : p-consulting (GR)*

*Le soutien de la Commission européenne à la production de cette publication ne constitue pas une approbation du contenu, qui reflète uniquement le point de vue des auteurs, et la Commission ne peut pas être tenue responsable de toute utilisation qui pourrait être faite des informations qu'elle contient.*

La reproduction et les modifications sont autorisées en citant la source.

[Licence CC BY-SA 3.0 FR](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/fr/)



*Protégeons notre environnement : si un document doit être imprimé, utilisez une imprimerie locale respectueuse de l'environnement et du papier recyclé.*

Scannez  
pour en savoir plus !



Financé par l'Union européenne. Les points de vue et avis exprimés n'engagent toutefois que leur(s) auteur(s) et ne reflètent pas nécessairement ceux de l'Union européenne ou de l'Agence exécutive européenne pour l'éducation et la culture (EACEA). Ni l'Union européenne ni l'EACEA ne sauraient en être tenues pour responsables.

## Partenaires du projet

