

---

## OBJETS CONNECTÉS *Wearable devices*

Ce chapitre se focalise sur les différents objets connectés actuellement ou prochainement disponibles. Nous nous intéresserons tout d'abord aux *wearable devices*, afin de déterminer quels en sont les types faisant office de principaux acteurs de ce marché encore émergent et surtout dans le but de définir lesquels peuvent utiliser la réalité augmentée. Par la suite, nous plongerons dans le monde de la réalité virtuelle en analysant les principaux casques de réalité virtuelle, et en particulier le casque Cardboard de Google.

Littéralement, les *wearable devices* sont des appareils électroniques pouvant être portés par les utilisateurs (synonyme : *wearable technology*), c'est-à-dire des objets connectés à Internet via un smartphone, une tablette ou un ordinateur et à porter sur soi. La plupart de ces objets se connectent au travers des technologies Wi-Fi ou Bluetooth. Il peut s'agir d'accessoires tels que bijoux, montres, lunettes, sacs à dos, casques ou même vêtements (T-shirts, chaussures, pull-overs, vestes, etc.) (NMC Horizon Project, 2014). Leur but principal est, outre le divertissement, le suivi de la santé de l'utilisateur et de son état physique. Ils peuvent notamment enregistrer le rythme cardiaque, les entraînements et autres efforts sportifs accomplis, les heures de sommeil accumulées, etc. (*Wearable devices = objets connectés*, 2013). Le marché de l'e-santé, la santé en ligne, joue d'ailleurs un rôle considérable dans le développement de ces nouveaux objets technologiques.

D'un point de vue professionnel, les *wearable devices* sont la plupart du temps considérés comme de simples gadgets destinés aux consommateurs et inutiles pour les entreprises. Ils peuvent pourtant se révéler particulièrement utiles non seulement en termes de suivi et d'analyse de données, mais également en termes de productivité (Salesforce France, 2014), car ils permettent d'accélérer les processus standards en rendant immédiat l'accès à des informations. Les entreprises se doivent de saisir cette opportunité et se rendre compte que ne pas adopter ces nouvelles technologies leur ferait probablement prendre du retard sur la concurrence sur le long terme. En effet, l'apparition des objets connectés rend l'accès à l'information plus simple encore qu'avec les tablettes, que de plus en plus d'entreprises ont désormais adoptées sur le terrain. Mais réduire les *wearable devices* à des PC miniatures

s'apparenterait à se voiler la face, car ils sont appelés à changer la façon de travailler dans de nombreux secteurs, de la même manière que les ordinateurs ont supplanté les machines à écrire dans les bureaux et qu'ils sont devenus indispensables pour quasiment toute entreprise de nos jours.

Nous allons désormais passer en revue les principaux types de *wearable devices* et tenter de comprendre comment ils offrent une expérience de réalité augmentée.

### 3.1.1. Google Glass

De tous les *wearable devices*, les plus médiatisés furent probablement les Google Glass, les lunettes connectées à réalité augmentée du géant américain Google. De par leur positionnement sur le nez de l'utilisateur (elles se portent comme des lunettes traditionnelles) et l'écran intégré visible uniquement pour celui qui porte les Glass, elles permettent d'interagir non seulement avec un monde alternatif virtuel, mais également avec le monde réel en laissant le champ de vision de l'utilisateur pour la plus grande partie intact et en lui laissant les mains libres. Dès lors, leur utilisation permettrait d'apporter un plus dans de nombreux contextes (Les Google Glass et leurs utilisations, 2014) sans pour autant changer radicalement la manière de travailler de la personne concernée.



Figure 5 : Google Glass

Source : <http://www.clubic.com/mobilite-et-telephonie/objets-connectes/google-glass/actualite-615124-google-glass-service-verres-correcteurs-google.html>

Il est ainsi possible d’imaginer des médecins porter des Google Glass, par exemple afin de contrôler des mesures, communiquer avec un autre médecin par vidéoconférence ou transmettre instantanément des photos pendant une intervention, le tout sans avoir à se servir de leurs mains à ces fins. La santé n’est qu’un domaine parmi d’autres où des lunettes connectées pourraient avoir leur place au quotidien ; citons également l’éducation, avec la possibilité pour les élèves d’interagir directement avec la matière présentée, ou le recrutement dans les ressources humaines, avec la possibilité d’enregistrer en vidéo l’entretien d’un candidat afin de l’analyser par la suite. Si les possibilités d’utilisation sont multiples, encore faudrait-il que les professionnels y adhèrent et décident de changer légèrement leurs habitudes pour franchir le pas, de manière à ce que les clients puissent bénéficier d’un service plus développé. Les consommateurs privés auraient également pu y trouver leur compte, qu’il s’agisse de suivre un itinéraire GPS à pied ou d’obtenir des informations en temps réel sans baisser les yeux. Cependant, de par leur prix élevé et la difficulté d’intégration de cette technologie par les utilisateurs, la vente de Google Glass à des particuliers s’est arrêtée le 19 janvier 2015 (Burns, 2015). Il n’en reste pas moins que Google travaille actuellement sur une nouvelle version des Glass, destinée uniquement aux entreprises (Burns, Google Glass Is Alive, 2015).

Dans le but de motiver les développeurs à créer des applications pour ses Glass, Google propose un Glass Development Kit (GDK), qui n’est autre qu’un *add-on* au SDK<sup>3</sup> Android<sup>4</sup>. Ainsi, le programmeur peut travailler dans un environnement connu, avec pour avantage toutes les fonctions supplémentaires que présentent les Google Glass. Une fois le code écrit, les tests se font directement sur les Glass (Google, 2015).

Bien entendu, il existe plusieurs autres modèles et fabricants de lunettes connectées dont les principales fonctions sont exactement les mêmes que celles des Google Glass. Les concurrents les plus connus sont les Epson Moverio du groupe japonais Seiko Epson Corporation ou les Recon Jet des Canadiens de Recon Instruments. A noter également que

---

<sup>3</sup>SDK : Software Development Kit, package réunissant les outils nécessaires aux programmeurs pour développer des applications sur différentes plates-formes (Beal, s.d.), telles qu’Android.

<sup>4</sup>Android est un système d’exploitation mobile développé par Google.

certaines modèles de lunettes connectées sont assez proches des casques de réalité virtuelle, que nous aurons l'occasion d'évoquer plus en détail par la suite (voir point 3.2).

### 3.1.2. Microsoft HoloLens

À mi-chemin entre les lunettes connectées et les casques de réalité virtuelle, HoloLens de Microsoft permet l'intégration d'hologrammes en trois dimensions dans notre environnement. Bien que ressemblant davantage à un casque qu'à des lunettes, la visière du HoloLens est transparente et laisse donc voir le monde alentour, y ajoutant uniquement d'autres éléments non réels.

Combiné à la technologie de reconnaissance de mouvements Kinect de Microsoft, HoloLens peut voir comment l'utilisateur bouge et reproduire ses mouvements comme si ce dernier interagissait avec les hologrammes. Ainsi, il y a là une réelle interaction et un potentiel énorme vis-à-vis de diverses applications, notamment en matière de design d'objets en trois dimensions. De plus, HoloLens est pourvu d'une caméra qui filme ce que l'utilisateur voit et permet donc le chat vidéo de la même manière que les Google Glass. HoloLens est en ce sens également un exemple concret de réalité augmentée, loin d'autres mondes virtuels tels que ceux produits par les casques de réalité virtuelle (Statt, 2015).

Microsoft HoloLens a pour avantage d'être entièrement autonome : ni smartphone, ni PC, ni console ne sont requis. La commercialisation de la première version pour développeurs de HoloLens est attendue pour le premier trimestre 2016, bien qu'il faudra attendre encore plusieurs années avant de découvrir la version finale du produit (Chièze, 2015).

### 3.1.3. Autres types de *wearable devices*

Parmi les autres types de *wearable devices*, évoquons les montres connectées (ou smartwatches). Même si elles existent depuis plusieurs années, les montres connectées sont plutôt restées dans l'ombre d'autres *devices* jusqu'en 2015. Pourtant pratiques pour le sport et le suivi des performances – mais également pour l'accès à des informations en un rapide coup d'œil (e-mails, horaires, informations en temps réel et autres notifications) et la communication – les smartwatches ont souvent été réduites à de simples accessoires de smartphones et n'ont jamais vraiment été considérées comme de véritables montres. Les

choses ont évolué depuis l'annonce à l'automne 2014 de l'Apple Watch, la montre de la firme de Cupertino. Se rendant compte du potentiel horloger et désireuse de se lancer sur le marché des *wearable devices*, Apple lança début 2015 sa montre connectée sous trois versions, dont notamment une édition de luxe (Apple Watch Edition) avec des boîtiers en or dix-huit carats et du cristal de saphir, vendues entre 10'500 et 17'500 francs suisses (Apple, 2015). Craignant qu'Apple et d'autres entreprises informatiques ne prennent le dessus, les marques horlogères ripostèrent et lancèrent à leur tour de nombreux modèles de montres connectées. Ainsi, lors du salon de l'horlogerie Baselworld 2015, Tag Heuer, membre du groupe de luxe LVMH, annonça un partenariat avec Intel et Google pour lancer « la première smartwatch de luxe fonctionnant sous Android Wear<sup>5</sup> » (Lamkin, Tag Heuer Connected: Your guide to the Tag Android Wear smartwatch, 2015).

De nombreuses autres marques d'horlogerie lancent progressivement des modèles de montres connectées, souvent en proposant des interfaces standards qui ne laissent pas apparaître qu'il s'agit de smartwatches, toutes les fonctionnalités innovantes de celles-ci étant cachées derrière le mécanisme horloger traditionnel. Au niveau du développement, la plupart des montres connectées tournent sous Android Wear. Le développement est très similaire à du développement Android « classique » ; il suffit de mettre à jour le SDK vers Android 4.4W.2 (API 20) ou supérieur, puis de configurer un émulateur Android Wear ou de tester le programme directement sur le *wearable device*, Google recommandant la seconde option pour que le développeur puisse mieux jauger l'expérience utilisateur. En choisissant cette seconde option, il est alors nécessaire d'installer l'application Android Wear sur le smartphone et d'appairer ce dernier avec le *device*. Lors de la création du projet, il faudra créer deux activités, de sorte que le projet possédera deux modules, un pour mobile et un pour wear. Toutes les tâches requérant des ressources importantes ou plusieurs interactions utilisateur seront effectuées sur l'application mobile et seul le résultat sera transmis à la smartwatch (Google, s.d.).

---

<sup>5</sup> Android Wear est une déclinaison d'Android, spécifiquement dédiée aux *wearable devices*

Concernant l'Apple Watch, elle tourne sous watchOS (actuellement en version 2), un système d'exploitation propre à Apple et forcément similaire à iOS<sup>6</sup>. Les applications dites de type WatchKit fonctionnent en arrière-plan sur l'iPhone, quand bien même c'est sur l'Apple Watch qu'elles s'affichent (Apple, s.d.). À noter enfin que les montres connectées de Samsung (dès la Gear 2) ne fonctionnent étonnamment pas sur Android Wear, mais sur un système d'exploitation créé par l'entreprise sud-coréenne nommé Tizen (de Waal-Montgomery, 2015).

Le *Quantified Self* (mesure de soi), ce phénomène qui permet de récolter des informations de mesure sur soi-même, s'est également développé à l'aide des bracelets connectés. Suivi de performances sportives, du rythme cardiaque, de la pression artérielle, de l'oxygénation du sang, des calories dépensées ou encore des phases de sommeil font partie des fonctionnalités de ces accessoires (Anzil, 2013) qui donnent également l'heure et sont dans ce sens très proches des montres connectées.

Les *wearable devices* peuvent prendre de nombreuses autres formes. Outre les deux principaux types cités ci-dessus, il existe notamment toutes sortes d'habits connectés : de la chaussure à la chaussette connectée, en passant par la ceinture qui enregistre tous vos moments de vie en prenant des photos en continu (Burnham, 2013). Les *wearable devices* n'ont pas fini de surprendre et les utilisateurs n'ont que l'embarras du choix pour enregistrer leurs pas, battements de cœur, mouvements, efforts et autres paramètres que ces appareils peuvent mesurer.

Il ne s'agit cependant dans ce cas aucunement de réalité augmentée ou virtuelle ; ces accessoires ne seront donc pas davantage développés dans ce rapport. De même, mis à part les lunettes connectées ou les objets de type HoloLens, aucun des autres *devices* cités ci-dessus ne permet l'apprentissage immersif. Nous nous concentrerons donc sur un type bien particulier de *devices* : les casques de réalité virtuelle.

---

<sup>6</sup> iOS est un système d'exploitation mobile développé par Apple.

### 3.2. Casques de réalité virtuelle

Parfois considérés comme des *wearable devices* mais n'ayant pas la même finalité et ne partageant au final avec eux que le fait d'être connecté à Internet avec un objet porté sur la tête, les casques de réalité virtuelle (ou, abrégé, casques VR) offrent une expérience utilisateur totalement nouvelle. Leur but principal est de permettre à l'utilisateur de se déplacer virtuellement dans un autre univers. Une fois le casque mis sur la tête, l'utilisateur sera totalement déconnecté de la réalité ; il ne sera plus capable de voir ce qui se passe autour de lui et se retrouvera dans un autre monde. Pour accentuer encore l'immersion, il peut porter un casque audio capable de restituer la provenance programmée des sons autour de lui.

Si le monde virtuel vu au travers du casque n'est pas créé de toutes parts à la manière d'un jeu vidéo, il peut être préalablement enregistré, de la même manière qu'un film est tourné. Pour capturer ces images, il existe plusieurs types de caméras. Nokia a ainsi annoncé fin 2015 le lancement prochain de sa caméra de réalité virtuelle OZO, destinée aux professionnels et dont le prix avoisinera les 60'000 dollars (man, 2015). OZO fait suite à de nombreuses autres caméras de ce type, souvent bien moins onéreuses (à partir de quelques centaines de dollars pour les modèles d'entrée de gamme), telles que la Giroptic 360cam ou la V.360, cette dernière étant même résistante aux chocs, à la poussière et à l'eau. Par ailleurs, la technique du *stitching* permet de rattacher plusieurs plans filmés à l'aide de différentes caméras standards en une seule vidéo panoramique (VideoStitch, s.d.). Des logiciels du type de Vahana VR proposent ainsi aux spécialistes du montage vidéo de créer des vidéos à 360 degrés sans matériel supplémentaire. Néanmoins, le *stitching* n'offre pas la même qualité de rendu que des images filmées avec des caméras spécifiques et nécessite des compétences avancées en montage vidéo.

À noter que les casques de réalité virtuelle, particulièrement les moins chers qui offrent une moins bonne qualité d'image et sont dépourvus de stabilisateur, peuvent donner la nausée à certains usagers. Ce « mal du simulateur » s'apparentant à la cinétose (mal des transports) intervient du fait que les yeux de l'utilisateur pensent que le corps bouge, alors que tel n'est pas le cas (Google, s.d.). Google donne quelques conseils à suivre aux développeurs afin d'éviter au maximum cet effet nauséabond, comme par exemple d'éviter

les changements trop brusques de vitesse virtuelle ou de luminosité dans l'application ou de laisser l'utilisateur maître de ses mouvements plutôt que de lui donner le rôle de spectateur. Ces conseils sont cependant rarement mis en œuvre.

Nous commencerons par séparer les casques de réalité virtuelle en deux types distincts : les casques actifs et les casques passifs. Dans un second temps, nous détaillerons les principaux casques VR actuellement ou prochainement disponibles. Nous présenterons leurs caractéristiques et décrirons de manière succincte comment développer des applications pour chacun d'entre eux.

### 3.2.1. Catégories de casques VR

Les casques de réalité virtuelle ne sont pas totalement nouveaux : en effet, plusieurs types de casques ont été produits dans les années 1990 et 2000. La technologie et la virtualisation de l'époque ne permettant pas encore une immersion telle que celle qui se profile de nos jours, aucun de ces dispositifs ne remporta de véritable succès (Turquier, 2014). De plus, leur prix exorbitant ne permettait pas une commercialisation auprès du grand public (Durel, 2015).

La grande majorité des casques VR vendus aujourd'hui disposent d'écrans intégrés derrière les lentilles et doivent être reliés à un PC ou à une console de jeu offrant une grande capacité de calcul via un câble HDMI. Une solution sans fil n'est pour l'heure pas envisageable pour gérer deux flux de haute définition sans expérimenter de latence (Durel, 2015). Ils utilisent de plus des capteurs pour calculer les mouvements et les déplacements des utilisateurs. Ces casques sont communément appelés casques **actifs**.

Les autres casques disponibles sur le marché depuis relativement peu de temps – les casques **passifs** – n'embarquent que très peu de capteurs ou de technologie et ne peuvent fonctionner sans un smartphone qui se charge de gérer les calculs et dont l'écran affiche les images de réalité virtuelle, à voir au travers de lentilles intégrées aux casques. Le smartphone doit être placé devant les lentilles ; c'est uniquement lui qui permettra d'afficher ces images. Il est important de comprendre qu'il n'y a pas d'écran sur les casques de type passif (Durel, 2015).



Dans les prochains points, nous analyserons les principaux casques de réalité virtuelle actuellement disponibles ou encore en phase de développement, en commençant par les probables futurs leaders des casques VR de type actifs.

### 3.2.2. Oculus Rift

Pionnier de la réalité virtuelle de cette décennie, le casque Oculus Rift (produit par la société américaine Oculus VR) a souvent fait parler de lui au cours de ces dernières années. En cours de développement depuis fort longtemps, le projet a été officiellement lancé en 2012, après avoir obtenu un fort soutien (près de 2,5 millions de dollars) sur le site de financement participatif Kickstarter (Oculus Rift: Step Into the Game by Oculus, 2012). Bien que différentes versions pour développeurs aient déjà été lancées (DK1 en 2013 et DK2 en 2014, DK étant l'abréviation anglaise de kit de développement), la version finale ne sera commercialisée qu'au cours de l'année 2016, vraisemblablement au printemps (Oculus Rift : Date de sortie au premier trimestre 2016 annoncée, 2015). Depuis le 6 janvier 2016, il est possible de précommander un casque Oculus Rift en ligne (Oeillet, 2016). À noter qu'en 2014, Facebook a racheté la société Oculus VR pour la colossale somme de deux milliards de dollars, ce qui a provoqué la colère de nombreux internautes inquiets de voir un projet indépendant devenir une filiale du leader mondial des réseaux sociaux (Mc Shea, 2014).

Pour le moment, le principal avenir que l'on prête à l'Oculus Rift semble être le jeu vidéo, de très nombreux *gamers* attendant sa sortie depuis plusieurs années afin d'incarner leurs personnages favoris et de voir à travers leurs yeux. Côté loisirs toujours, la société Oculus a lancé le studio de films d'animation immersifs Oculus Story Studio. Celui-ci a déjà produit deux court-métrages où l'utilisateur se retrouve au cœur de l'action, face aux personnages (Grève, 2015). De même, de nombreux partenariats ont été conclus dans le but de diversifier les contenus disponibles pour le casque VR, comme celui avec Twitch pour visionner des vidéos de jeu vidéo en streaming<sup>7</sup> ou celui avec Netflix qui a pour but de « proposer aux utilisateurs du Rift des vidéos à 360 degrés donnant l'impression d'être en plein milieu de l'action qui se passe sur l'écran » (man/afp, 2015).

---

<sup>7</sup> Streaming : flux vidéo lu en ligne, sans téléchargement préalable

L'armée norvégienne a également fait part de son intérêt et a effectué des premiers tests avec l'Oculus Rift en 2014. Le casque VR, combiné à des caméras à l'extérieur de chars d'assaut, avait dans ce cas précis pour but de montrer la situation extérieure aux pilotes de ces chars d'assaut, ceux-ci pouvant voir à 360 degrés en tournant simplement la tête (Starr, 2014).



Figure 6 : utilisatrice testant l'Oculus Rift avec un casque audio

Source : <http://www.biztekmojo.com/00609/01/oculus-rift-vr-headset-release-date-set-q1-2016>

Disposant d'un écran OLED de 5,7 pouces full HD (1080p), l'Oculus Rift version finale embarquera un gyroscope, un magnétomètre et un accéléromètre ainsi qu'un son 3D Audio pour une immersion totale (Merli, 2015). L'Oculus Rift est – logiquement – capable de reconnaître les mouvements de la tête de l'utilisateur. Il devra être couplé, via un câble relié à un boîtier fourni, à un PC, celui-ci devant évidemment disposer d'une très bonne carte graphique, d'un processeur Intel de dernière génération, de 8 Go de RAM au minimum et d'un port HDMI 1.3 (Oculus VR, 2015). Certains fabricants d'ordinateurs sortiront d'ailleurs plusieurs modèles assortis d'une certification « Oculus Ready », garantissant ainsi qu'ils respectent la configuration minimale pour l'Oculus Rift (man/afp, 2015). Quant à l'interactivité, l'Oculus Rift peut être utilisé avec une manette de la console de jeu Xbox One de Microsoft ou avec une télécommande appelée Oculus Remote.

Au niveau de la partie technique, le langage de développement dépend du moteur de jeu utilisé : il est ainsi possible de coder en C#, C++ ou JavaScript (Worth, 2015). Sur son site web (Oculus VR, 2015), Oculus décrit la marche à suivre : installer le hardware Oculus Rift, installer les pilotes pour le *device*, configurer un profil utilisateur puis, une fois la configuration testée avec une application démo, installer le SDK et commencer à écrire le code de l'application.

### 3.2.3. Sony PlayStation VR

Appelé par son nom de code Sony Morpheus jusqu'à l'automne 2015, le PlayStation VR est destiné à un grand succès auprès des *gamers*. En renommant son casque de la sorte, Sony oriente ainsi clairement son casque vers l'industrie du jeu vidéo (Castejon, 2015). Pour le faire fonctionner, il sera donc nécessaire de posséder une console de jeu PlayStation 4 et d'associer les deux appareils. Le casque est également accompagné d'une petite boîte qui se connecte à la console et au casque via USB et HDMI ; c'est elle qui se chargera des calculs des opérations spécifiques au casque. En y connectant un écran, les autres personnes présentes seront à même de voir ce que l'utilisateur portant le casque voit. PlayStation VR offre un affichage 1920x1080 en full HD et un champ de vision de l'ordre de 100 degrés. La caméra de la console de jeu s'occupe du *tracking* du casque, enregistrant la position de ce dernier environ 1000 fois par seconde (Lamkin, Sony PlayStation VR: Essential guide to the hardware, games, release and more, 2015).



Figure 7 : utilisateur portant un casque PlayStation VR

Source : <http://blog.us.playstation.com/2015/03/03/project-morpheus-ps4-vr-upgraded-coming-in-2016/>

L'interaction avec le jeu pourra s'opérer de deux manières. La première d'entre elles est le moyen classique de contrôler un jeu vidéo : avec la manette DualShock 4, à savoir la manette par défaut de la PlayStation 4. Sony a également prévu de pousser plus loin encore l'expérience de jeu en rendant possible le contrôle via PlayStation Move. Concrètement, l'utilisateur tient dans chacune de ses mains un joystick avec lequel il ne doit pas seulement appuyer sur des boutons, mais également bouger, si ce n'est pas directement lui qui doit bouger. Il y a là un réel mouvement requis par le contrôleur, permettant une immersion encore plus grande.

La sortie du PlayStation VR est prévue pour la « première moitié de l'an 2016 » (Lamkin, Sony PlayStation VR: Essential guide to the hardware, games, release and more, 2015).

#### **3.2.4. Sony HMZ-T3W**

Le visiocasque HMZ-T3W offre « du divertissement immersif où que vous soyez ». Pas uniquement destiné au marché du jeu vidéo, le casque de Sony oriente sa communication sur le fait qu'il est parfaitement adapté pour regarder des films avec la même impression que celle d'être au cinéma, tout en pouvant se trouver chez soi ou dans un avion (une sorte de « cinéma personnel ») (Sony, s.d.). La firme japonaise affirme qu'utiliser le HMZ-T3W pour regarder un film s'apparente à se retrouver face à un écran de 750 pouces (19,05 mètres) vu de 20 mètres de distance. L'angle de vision est de 45 degrés seulement, soit environ la moitié de la plupart de ses concurrents.

Le casque de Sony possède « deux écrans OLED qui créent l'illusion d'un seul grand écran de projection » (Sony, s.d.). Il est capable d'afficher des films et des jeux en 2D et en 3D et est déjà disponible à la vente depuis la fin de l'année 2013.

#### **3.2.5. HTC Vive Pre**

Avec une commercialisation prévue pour avril 2016, le HTC Vive Pre, premier casque VR de la firme taiwanaise et conçu en partenariat avec Valve – « l'un des grands noms de l'industrie vidéoludique » (Durel, 2015) – sera commercialisé quasiment en même temps que ses principaux concurrents que sont l'Oculus Rift et le PlayStation VR.

Grâce à un capteur qui cartographie l'environnement de l'utilisateur et à sa caméra frontale, le HTC Vive offre l'avantage de ne pas quitter des yeux le monde réel lorsqu'il est porté par l'utilisateur. Cela offre une liberté de mouvement allant jusqu'à 5 mètres de diagonale et permet de superposer des éléments du monde réel à la réalité virtuelle, se rapprochant ainsi de la réalité augmentée (man, Le casque HTC Vive Pre garde un œil sur le réel, 2016).

Le kit de développement 2 (pour la version Vive Pre annoncée le 6 janvier 2016) sera prochainement disponible, son prédécesseur l'étant depuis mai 2015. Le HTC Vive est doté de deux écrans d'une résolution 1080x1200 par œil et offre un angle de vue de 110 degrés. Il sera livré avec une paire de contrôleurs de jeu sans fil et des écouteurs (Casques-VR, s.d.).

### 3.2.6. FOVE

Le projet FOVE a été lancé sur le site de financement participatif Kickstarter, avec pour objectif de récolter 250'000 dollars. Le montant a dépassé toutes les attentes de la firme, puisqu'au bout de trois mois, celle-ci avait récolté 480'650 dollars (Fove, s.d.).

FOVE se distingue de ses concurrents en étant le premier casque de réalité virtuelle intégrant le suivi des yeux de l'utilisateur (*eye tracking*) : à l'intérieur du casque se trouvent deux capteurs infrarouges qui suivent les mouvements des pupilles (Lamkin, FOVE eye-tracking VR headset hits Kickstarter, 2015). Pour utiliser ce casque destiné en premier lieu au marché du jeu vidéo, il suffira de viser « avec ses yeux », en regardant simplement à un endroit spécifique pour, par exemple, atteindre une cible. Le contact visuel devient également possible, ainsi pourra-t-on communiquer avec d'autres personnes virtuelles en les regardant droit dans les yeux, ceux de l'avatar virtuel reproduisant ceux de l'utilisateur. Ce système innovant apporte également un autre avantage considérable : réduire le « mal du simulateur », les impulsions des yeux remplaçant des mouvements de tête inutiles (Fove, s.d.). Les premiers retours évoquent une mise au point « extrêmement rapide » et un résultat « bien plus réaliste qu'un casque de réalité virtuelle basique » (Fromentin, 2015).

Tout comme le PlayStation VR, FOVE dispose d'un écran de 5.7 pouces offrant un affichage de haute définition et un angle de vision de 100 degrés. Il ne sera pas nécessaire d'acheter du matériel supplémentaire, FOVE étant compatible avec des PC standards

disposant d'une carte graphique pour jeux vidéo. L'entreprise propose un SDK intégrant du contenu de divers moteurs de jeu afin de permettre au plus grand nombre de développer des jeux vidéo compatibles avec son casque VR (Fove, s.d.).

La première version de FOVE devrait être disponible au premier trimestre 2016.

À noter enfin que, sur son site Internet, FOVE divise la réalité virtuelle en trois « générations » distinctes : la première consistant uniquement à voir à 360 degrés en bougeant la tête, la deuxième à contrôler cette réalité virtuelle avec des mouvements et la troisième à « engager des connections émotionnelles ». Bien entendu, elle est la seule à pouvoir prétendument proposer cette troisième étape grâce au suivi des pupilles (Fove, s.d.).

### **3.2.7. Samsung Gear VR**

Développé par Samsung en partenariat avec Oculus VR (la société produisant l'Oculus Rift), le Samsung Gear VR est casque de type passif : il est en effet nécessaire de posséder un smartphone de la dernière génération des Samsung Galaxy pour l'utiliser, après avoir associé les deux appareils et placé le smartphone devant le casque (Danilewsky, 2015).

Concrètement, c'est l'écran du smartphone qui diffuse l'image, le casque se chargeant de lui donner une autre « apparence » grâce aux lentilles intégrées et à ses nombreux capteurs sans fil (magnétique, de proximité, gyromètre, etc.). Ces derniers permettent une précision bien plus accrue que si le casque utilisait uniquement ceux du smartphone, comme dans le cas du Cardboard de Google, détaillé ci-après. Il n'en demeure pas moins que la puissance de calcul est largement inférieure aux casques actifs, le smartphone ne pouvant s'aligner sur ce que peut offrir un ordinateur qui serait relié au casque (Durel, 2015).

Si Samsung a produit le casque en lui-même, c'est la société Oculus VR qui s'est chargée de développer des applications de réalité virtuelle, à télécharger directement sur l'Oculus Share, la boutique en ligne d'Oculus VR. Le Gear VR possède un pavé tactile, une touche retour et touche permettant de régler le volume. Sa lentille optique autorise un champ de vision de 96 degrés. Le smartphone peut même être rechargé pendant qu'il est en utilisation à l'intérieur du casque grâce au port microUSB intégré (Samsung, 2014).

Les deux premières versions, sorties respectivement en décembre 2014 et mars 2015, sont considérées comme des versions-tests. La première n'était compatible qu'avec un Samsung Galaxy Note 4, alors que la seconde ouvrait les portes de la réalité virtuelle aux possesseurs de Samsung Galaxy S6 et S6 edge (Oculus VR, 2015). La version finale a été lancée le 20 novembre 2015 et est, en plus des deux derniers modèles cités, également compatible avec le Samsung Galaxy S6 edge+ et avec le Samsung Galaxy Note 5 (Oculus VR, 2015).

### **3.3. Google Cardboard**

Bien que faisant partie des casques de réalité virtuelle, Cardboard de Google est un système à lui seul. Ingénieux, simple et entièrement de type passif, il est à la portée de tous et jouera un rôle majeur dans le développement de la réalité virtuelle. C'est ce dispositif qui sera utilisé afin de développer le prototype basé sur le cas pratique de ce travail. Pour toutes ces raisons, nous avons choisi d'y consacrer un sous-chapitre à part entière.

Cardboard est un système de réalité virtuelle présenté en 2014 que Google définit comme « simple, ludique et économique » (Google, 2015). Il a pour but de « démocratiser la réalité virtuelle » en la rendant accessible à tout un chacun. En effet, contrairement à ses concurrents précités, Cardboard est une visionneuse fabriquée – comme son nom l'indique – en carton et est à ce titre très peu onéreuse. Cardboard n'embarque aucune technologie et fonctionne uniquement avec un smartphone. Il est même possible de fabriquer soi-même sa propre Cardboard à l'aide de carton, de verres, d'aimants, de velcro et d'un élastique. Par l'intermédiaire de ces matériaux correctement montés, un « simple » smartphone peut devenir un casque de réalité virtuelle et ouvrir les portes de nouveaux mondes. Il existe d'autres modèles « certifiés compatibles avec Google Cardboard » fabriqués par différentes entreprises, telles que Knox Labs, Zeiss ou Mattel.

La nouvelle visionneuse Cardboard a été présentée le 28 mai 2015 lors de la conférence Google I/O. Si les deux versions sont désormais compatibles avec iOS (ce qui n'était pas le cas lors du lancement de la première), la deuxième version a pour avantage d'accueillir également les smartphones disposant d'un grand écran (jusqu'à six pouces). Contrairement à celle de 2014, la nouvelle Cardboard n'est plus dotée d'un aimant latéral fonctionnant à

l'aide du magnétomètre (voir point 3.3.2), mais d'un nouveau bouton à actionner qui pressera l'écran de la même manière que si l'utilisateur était à l'origine de cette action. De plus, cette deuxième version possède des lentilles deux fois plus grandes que la première, procurant ainsi un sentiment d'immersion renforcé (Le Cardboard, 2015).



Figure 8 : Google Cardboard, première version  
Source : <https://developers.google.com/cardboard/>

L'appareil est livré déjà assemblé, il ne faut que quelques minutes pour le monter, y ajouter le smartphone et embarquer dans un autre monde. Le placement du smartphone est très simple : une fois les velcros détachés, une image explique où le positionner. En refermant la partie détachée, il sera assuré de ne pas tomber et se retrouvera en position verticale, correctement placé devant les lentilles de la Cardboard (la distance officielle est de 40 millimètres, mais l'utilisateur n'a pas à s'en soucier).

En regardant tel quel l'écran du smartphone qui affiche une application prévue pour être vue avec Cardboard, l'on discerne deux images quasiment identiques côte à côte. Il s'agit là du principe de la stéréoscopie : en affichant deux images d'un même plan (l'une pour l'œil gauche, l'autre pour l'œil droit) légèrement décalées et à l'aide des lentilles présentes dans la Cardboard, le cerveau va les combiner et n'en voir qu'une seule avec un effet de



profondeur. Ce procédé est le même qu'utilisé au cinéma pour les films en 3D nécessitant le port de lunettes spéciales (Ducros, s.d.).



Figure 9 : exemple d'image stéréoscopique (l'image de droite est légèrement décalée par rapport à celle de gauche)

Source : <http://www.eonreality.com/eevr/>

À la fin du mois de janvier 2016, Google a annoncé avoir écoulé 5 millions de Cardboard à travers le monde. À cette même date, 25 millions d'applications compatibles avec Cardboard ont été téléchargées depuis Google Play, la boutique en ligne d'applications de la firme américaine (Bavor, 2016).

Afin de filmer du contenu qui pourra ensuite être visualisé via une Cardboard, Google a présenté en 2015 Odyssey, une plate-forme de réalisation de vidéos qui se compose de 16 caméras GoPro assemblées en cercle, 16 cartes micro SD pour enregistrer, 16 batteries et d'un microphone (Charnay, 2015). Grâce aux algorithmes de l'assembleur nommé Jump, ce ne sont pas 16 vidéos qui en ressortiront, mais une seule, stéréoscopique et donc adaptée à la réalité virtuelle vue en relief (Simon, 2015), la proximité des objets étant recrée par la faveur de la « stéréoscopie parfaite » (Google, 2015) résultant d'une légère différence entre l'affichage destiné à l'œil gauche et celui destiné à l'œil droit. En décembre 2015, Google va encore plus loin et lance sur Google Play l'application Cardboard Camera. Celle-ci offre la possibilité de prendre des photos à 360 degrés (de la même manière qu'un panorama) pour

pouvoir revivre plus tard ces moments via la Cardboard, comme par exemple des vacances passées en ayant l'impression d'y être à nouveau (Zhang, 2015). Il est même possible d'enregistrer les sons au moment où la photo a été prise afin de les ajouter à l'expérience Cardboard. Chacun est donc libre de choisir ce qu'il voudra voir en réalité virtuelle.

Étant donné que le cas pratique de ce travail sera développé sur Google Cardboard (première version), nous prendrons le temps dans les points suivants de développer certains points de ce casque de réalité virtuelle, en particulier les applications existantes et l'interaction entre le *device* et l'utilisateur. La partie technique et le développement sur Google Cardboard seront traités dans le chapitre 6.

### 3.3.1. Applications Google Cardboard

Parallèlement au lancement de sa visionneuse, Google a pris soin de lancer une application Cardboard officielle, disponible gratuitement sur Google Play et sur l'App Store d'Apple (Morin, 2015). Celle-ci regroupe différents contenus de réalité virtuelle, tels qu'un kaléidoscope, une visite virtuelle de plusieurs lieux et une exposition d'objets en 3D à admirer sous toutes les coutures à l'aide de la Cardboard. Étant donné que celle-ci dispose d'un petit sticker NFC<sup>8</sup>, l'application se lance automatiquement dès que le smartphone est inséré dans la visionneuse (pour autant que celui-ci dispose de la fonction NFC).

Il existe également des vidéos à 360 degrés visibles avec Google Cardboard : elles permettent de voir partout autour du plan filmé par la caméra en bougeant simplement la tête lorsque la Cardboard est portée. La plate-forme d'hébergement de vidéos en ligne YouTube propose d'ailleurs une catégorie spécifique (nommée « #360Video ») sur son portail ; les vidéos y sont également visibles sans Cardboard, mais la plupart d'entre elles affichent une icône représentant le casque VR lorsqu'elles sont lues depuis un téléphone portable. Une simple pression sur cette icône transforme la vidéo en un format adapté pour être visionnée avec une Cardboard, augmentant ainsi le sentiment d'immersion. Certaines de ces vidéos sont des vidéoclips ; l'un des premiers ayant lancé le concept étant le DJ

---

<sup>8</sup> Near Field Communication, communication en champ rapproché. Il s'agit d'une technologie permettant notamment la communication instantanée entre deux appareils.

allemand Robin Schulz, qui promet une véritable « révolution musicale » (Robin Schulz in the ultimate 360° film experience, 2015) grâce à une application – dont la taille est de presque 400 Mo (!) – permettant de voir le monde à travers ses yeux durant l'un de ses clips musicaux.

Il existe par ailleurs plus de 1000 applications non officielles à tester avec une Cardboard. Il suffit pour cela de rechercher « VR » (pour *Virtual Reality*) dans l'App Store. Citons notamment Vrse - Virtual Reality ou Discovery VR, qui permettent toutes deux d'explorer des situations peu courantes, parfois scénarisées, au travers de vidéos à 360 degrés qui offrent un angle de vue complet en regardant tout simplement dans une direction différente (ou en orientant son smartphone sans utiliser de visionneuse). La seconde permet par exemple de se retrouver face à un troupeau d'éléphants ou face à un lion s'approchant de la caméra, ce qui crée un sentiment de peur chez l'utilisateur qui regarde cette vidéo avec sa visionneuse et aura tendance à bouger la tête afin d'éviter l'animal ou pour vérifier ce qui se passe « dans son dos ». Ces deux applications possèdent également du contenu non pas filmé, mais modélisé comme dans un jeu vidéo (il est ainsi possible de se retrouver dans l'espace et de vivre une expérience en tant qu'astronaute ou de devenir pilote d'hélicoptère le temps d'un instant), avec l'avantage, comme dans les autres vidéos, de pouvoir tourner la tête pour avoir un angle de vue différent.

Air Racer VR, Roller Coaster VR et Go Karts - VR sont d'autres applications, bien moins complètes et limitées à une seule situation, qui ont pour but de plonger l'utilisateur dans une situation modélisée qu'il peut observer à 360 degrés respectivement depuis un petit avion, une montagne russe ou un kart.

Enfin, quelques applications proposent des jeux en réalité virtuelle, comme par exemple Lamper VR où l'utilisateur n'est pas que spectateur puisqu'il doit diriger un insecte en bougeant la tête afin de le déplacer, Proton Pulse où il doit piloter une puissante boule d'énergie pour détruire une organisation criminelle, le jeu angoissant Chair In A Room ou le vertigineux Caaaardboard! où il s'agit de sauter d'un immeuble à un autre.

Toutes ces applications n'ont pour but que le divertissement et aucune d'elles ne semble destinée à l'apprentissage en immersion virtuelle. Nous aurons l'occasion de présenter un

état de l'art des applications consacrées à l'apprentissage immersif dans le chapitre suivant (chapitre 4).

### 3.3.2. Interaction avec Google Cardboard

Nous évoquons les jeux dans le sous-chapitre précédent, ceux-ci se distinguant des autres vidéos par un point fondamental qui constitue l'un des principaux défis de la réalité virtuelle : l'interaction.

Force est en effet de constater que quasiment toutes les applications de réalité virtuelle testées sur Google Cardboard ont la même finalité : montrer une simple vidéo à l'utilisateur, la nouveauté résidant uniquement dans le fait que celui-ci peut choisir ce qu'il regarde en dirigeant sa tête à gauche, à droite, en haut ou en bas. Il n'y a dans ce sens pas d'interaction à proprement parler, puisque l'utilisateur ne peut entrer en contact ou changer le cours des choses de ce qu'il voit, si ce n'est en déplaçant un personnage de manière peu précise en même temps qu'il tourne la tête. Tout au plus peut-il regarder ailleurs pour éviter un objet, mais il ne pourra pas le saisir et s'en servir comme il le ferait dans la vie réelle.

Afin de pallier à ce manque d'interaction, il existe plusieurs solutions pour simuler une action de l'utilisateur.

D'une part, Google conseille aux développeurs de créer des boutons virtuels qui utilisent une minuterie : ce n'est qu'au bout d'un certain nombre de secondes après que l'utilisateur aura fixé de son regard l'un de ces boutons virtuels que celui-ci sera considéré comme déclenché et qu'une action relative à ce bouton sera lancée (Google, s.d.). Ces boutons sont appelés *fuse buttons* (Reilly, 2015).

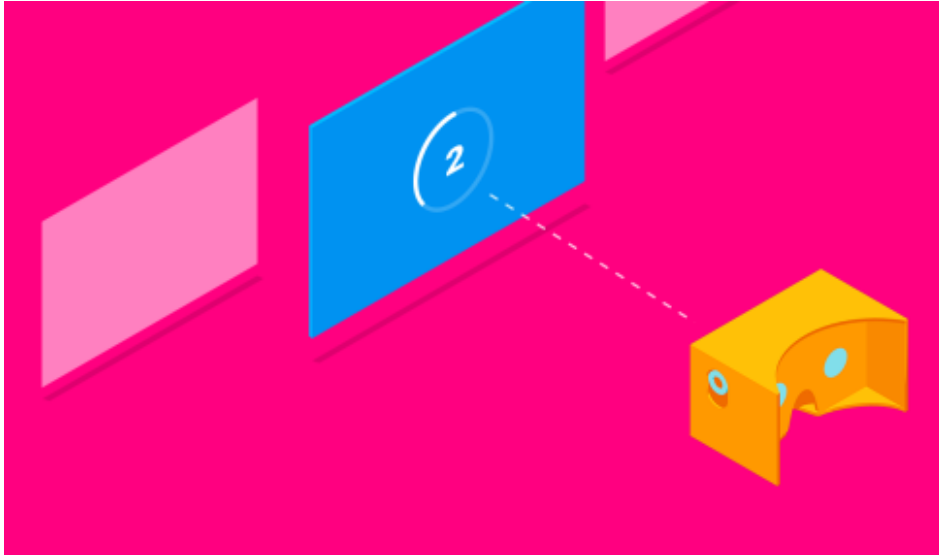


Figure 10 : schéma expliquant le principe d'un *fuse button*

Source : <https://www.google.com/design/spec-vr/interactive-patterns/controls.html>

« Viser » un bouton ou un objet pouvant se révéler souvent complexe, Google conseille aux programmeurs d'ajouter un petit symbole signalant où le regard est perçu dans l'application de réalité virtuelle, ce qui peut avoir pour conséquence une diminution du sentiment d'immersion. Il convient donc d'ajouter ce symbole uniquement lorsqu'un *fuse button* peut être activé. Quoiqu'il en soit, il n'est nullement pratique de naviguer dans une application en utilisant uniquement les mouvements de la tête.

D'autre part, l'interaction est rendue possible à l'aide de l'aimant (première version de Cardboard) ou du bouton (deuxième version) positionné sur le côté de la visionneuse Cardboard. L'aimant de la première version fait office de bouton lorsqu'on le tire vers le bas et, tout comme le bouton de la seconde version, remplace les fonctions tactiles inaccessibles pendant que le smartphone se trouve dans la visionneuse. Le fonctionnement de l'aimant, qui n'est pas directement lié au téléphone, est assez ingénieux : c'est grâce au magnétomètre, utilisé généralement comme boussole, que le smartphone détecte que l'aimant a été tiré vers le bas (Ripton, 2014). Il peut cependant arriver que certains smartphones ne détectent pas le mouvement de l'aimant, d'où son remplacement dès la deuxième version de Cardboard. Ce bouton ou cet aimant s'avèrent tout de même bien plus pratiques à utiliser que les boutons virtuels.

Enfin, l'interaction par la voix semble tout à fait réalisable du point de vue du programmeur et facile à utiliser pour l'utilisateur. En revanche, se posent les mêmes problèmes qu'avec les assistants vocaux comme Siri ou Cortana : difficulté de compréhension en raison de tournures de phrases trop compliquées ou d'accents, difficulté de traduction ou d'interprétation de la langue ainsi que, bien évidemment, un bruit environnant empêchant d'utiliser l'application dans certains endroits où le calme laisse à désirer. De plus, le fait que le microphone soit celui du smartphone qui se trouve à l'intérieur de la Cardboard rendra sans doute l'écoute plus compliquée.

S'il existe ou existera prochainement pour la plupart des casques VR des appareils appelés *haptic devices*, ce ne devrait pas être le cas pour Google Cardboard. Il s'agit là de « dispositifs tactiles » ressemblant à des gants qui permettent à l'utilisateur de toucher et de manipuler des objets qui n'existent que virtuellement. Les gants sont équipés de capteurs dans la paume de la main et au bout des doigts et laissent ainsi la sensation de pouvoir attraper et manipuler des objets. De plus, grâce aux capteurs de mesure d'inertie, ils peuvent enregistrer la vitesse, l'orientation et les forces de gravité afin de rendre l'expérience encore plus réaliste (Liffreing, 2015). Il n'existe cependant aucun type de *haptic devices* pour Google Cardboard et aucun n'est prévu à ce jour.

Par ailleurs, la possibilité de lier un casque VR au Leap Motion<sup>9</sup> se développe petit à petit. Ce dernier est à placer directement sur le casque et permet de voir ses mains dans l'univers virtuel et donc d'interagir avec elles comme si elles en faisaient partie intégrante. Des premiers tests ont été effectués et, en ce qui concerne la Cardboard, un SDK pour Android est actuellement en cours de développement (Holz, 2014). Pour le casque VR de Google, nous noterons que survient un autre problème : Cardboard ne possédant pas de bande élastique à attacher autour de la tête, il est d'usage de le tenir en main pendant son utilisation, ce qui a pour conséquence de n'en laisser qu'une de libre.

---

<sup>9</sup> Le Leap Motion est un petit boîtier offrant le contrôle d'un ordinateur par gestes des mains, sans contact physique avec un objet.

## 4. APPRENTISSAGE IMMERSIF

Avant de passer à la partie pratique de ce travail, il convient de définir le point central de celui-ci : l'apprentissage en immersion virtuelle ou comment apprendre quelque chose à l'aide de la réalité virtuelle. Une analyse de la situation actuelle et des tendances d'apprentissage immersif sera présentée, avant de procéder à un état de l'art de plusieurs applications existant dans ce domaine. À la fin de ce chapitre, le principe des *serious games* en réalité virtuelle sera exposé.

### 4.1. Situation actuelle et tendances

Comme nous l'avons vu auparavant, la réalité virtuelle est dévolue à un avenir plutôt orienté vers le divertissement, qu'il s'agisse de jeux vidéo ou de lecture de contenus vidéo. La réalité virtuelle pourrait pourtant devenir un nouveau moyen d'apprentissage, celle-ci faisant office de facteur de stimulation de la concentration. Les possibilités semblent multiples, une fois le domaine clairement ciblé et la question de l'interaction entre l'utilisateur et le contenu réglée. Apprendre une langue en s'exerçant à la parler face à des gens dans un monde virtuel est ainsi bien plus concret que de le faire seul face à un écran d'ordinateur. L'immersion agit en effet comme un « catalyseur de l'acte d'apprentissage » (Schmoll, Veit, Roy, & Capobianco, 2013).

Dans le domaine de l'apprentissage de l'histoire, la réalité virtuelle semble promise à un bel avenir, car il est désormais possible de virtuellement « revenir dans le temps pour visiter des bâtiments disparus tels que le phare d'Alexandrie ou encore pour marcher à côté de dinosaures géants » (Grève, 2015). La réalité virtuelle aurait ainsi tout à fait sa place dans les musées ou dans des salles de classes.

Google propose d'ailleurs un programme – « Expeditions Pioneer Program » – dont le but est de faire virtuellement visiter la planète à des élèves. Des équipes parcourent les écoles de plusieurs pays et proposent gratuitement à des professeurs d'emmener leurs élèves dans un voyage immersif en leur fournissant le matériel adéquat et en leur expliquant comment fonctionne Expeditions. Ce programme a été développé en collaboration avec des professeurs et de partenaires du monde entier. Il propose aujourd'hui plus de 100 voyages différents. Chacun de ces voyages présente des images panoramiques à 360 degrés que le

professeur de la classe peut gérer en utilisant une tablette, celui-ci guidant les élèves qui, eux, portent des Cardboard. La tablette affiche en parallèle des informations sur le lieu visité, informations que le professeur peut à sa guise lire à ses élèves pendant que ceux-ci sont libres de voyager virtuellement dans l'environnement à visiter (par exemple avancer, aller vers la gauche ou la droite, regarder en l'air, etc.). Les professeurs intéressés par Expeditions peuvent s'enregistrer directement sur le site Internet<sup>10</sup> dédié à ce programme (Google, s.d.). En janvier 2016, plus de 500'000 élèves avaient déjà pris part à Expeditions (Bavor, 2016).

Outre ce programme, nous pourrions imaginer d'autres sujets de cours dans lesquels les étudiants apprendraient en se retrouvant, grâce à la réalité virtuelle, face à une situation qu'ils ne connaissent et ne maîtrisent pas encore. Cependant, lorsqu'il s'agit de classes composées de dizaines d'étudiants, les écoles ou universités se retrouvent confrontées à un éternel problème : celui du coût. L'achat de casques VR valant plusieurs centaines de dollars l'unité dépasse bien souvent le budget dont disposent les écoles. Dans ce sens, Google Cardboard (environ 20 dollars l'unité) semble la solution la plus économique et la plus accessible. Encore faut-il que chaque élève dispose d'un smartphone et puisse télécharger les applications que son professeur aura dû lui-même tester durant la préparation de son cours. Au-delà de ces cautions, Expeditions simplifie grandement la tâche des écoles et des professeurs.

Si nous évoquons le passé, la réalité virtuelle peut également nous faire voir l'avenir : soit au travers d'une vision futuriste d'un lieu, soit en plaçant l'utilisateur dans la peau d'une créature, comme par exemple une pieuvre qui assiste, impuissante, au phénomène d'acidification des océans et qui voit petit à petit son environnement de vie se détruire. Ce genre de visions sombres mais réalistes de l'avenir provoque un sentiment d'empathie chez le sujet, qui se sent davantage concerné étant donné qu'il est virtuellement une victime du réchauffement climatique provoqué par les humains de la même manière que le sujet dans la vie de tous les jours (Sussan, 2016). Le Virtual Human Interaction Lab (VHIL) de l'Université de Stanford a mené, outre celle des océans, d'autres expériences similaires. Dans l'une

---

<sup>10</sup> <https://www.google.com/edu/expeditions/>



d'entre elles, les participants étaient invités à vivre dans la peau d'une vache. En incarnant l'animal et en voyant comment il vit, les participants pourraient significativement réduire leur consommation de viande (Berko, 2013). Dans un monde où la surconsommation d'informations a rendu les plus graves d'entre elles anodines, le fait de pouvoir non plus seulement montrer des simulations via des images, mais véritablement faire vivre celles-ci grâce à la réalité virtuelle, représente un très grand potentiel.

Pour de nombreux métiers, une simulation virtuelle pourrait être créée puis vécue par un apprenti du métier en question, sans prendre aucun risque. Nous évoquions précédemment le domaine de la santé avec l'exemple des médecins et des Google Glass ; la réalité virtuelle a tout autant d'avenir que la réalité augmentée dans ce domaine, avec l'avantage de pouvoir exercer à n'importe quel moment et n'importe où, sans danger apparent étant donné qu'il s'agit d'une simulation.

## **4.2. État de l'art**

Il existe de nombreuses applications de réalité virtuelle permettant l'apprentissage de différentes choses, d'autant plus si nous partons du principe que vivre virtuellement une situation permet de mieux apprendre à la gérer en vrai. Après avoir essayé plusieurs d'entre elles, nous dressons ici un état de l'art de quelques applications d'apprentissage en immersion virtuelle parmi les plus intéressantes et les plus innovantes disponibles sur Google Play et fonctionnant avec Cardboard.

### **4.2.1. Nefertiti VR**

L'application Nefertiti VR ne permet d'observer qu'un seul objet, mais pas des moindres : le buste de la reine Néfertiti, épouse du pharaon Akhenaton. Il s'agit d'une réplique modélisée du célèbre buste se trouvant au Neues Museum de Berlin. Il sied de rappeler que cette œuvre est l'une des plus copiées de l'Égypte antique et qu'elle est très étudiée dans les domaines de l'archéologie et de l'histoire de l'art (AFP, 2012).



Figure 11 : capture d'écran de l'application Nefertiti VR

Source : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.company.nefertitivr>

Cette application d'un autre genre rend possible l'apprentissage d'œuvres d'art. Grâce à la modélisation du buste de Néfertiti, chacun peut désormais l'observer sous tous les angles sans devoir se déplacer jusqu'à Berlin. De plus, le point de vue utilisé pour regarder cette copie virtuelle est nettement rapproché par rapport à la mesure dans laquelle il est possible de s'approcher de l'œuvre originale, enfermée dans un cube vitré au centre d'une pièce du musée. La version virtuelle est pour sa part exposée dans une pièce d'une pyramide égyptienne, rendant ainsi l'immersion au cœur de l'Égypte antique plus grande.

Il n'y a pas d'interaction dans Nefertiti VR. Seule la direction dans laquelle l'utilisateur regarde permet de faire le tour du buste. En regardant vers le bas, l'utilisateur peut contempler l'œuvre comme s'il se trouvait au-dessus d'elle, alors qu'en regardant vers le haut, il peut la voir du dessous.

#### 4.2.2. Chemistry VR - Cardboard

Chemistry VR propose d'apprendre la chimie de manière totalement interactive. Dans ce jeu de réalité virtuelle, l'utilisateur de l'application doit composer des molécules en recherchant des atomes dissimulés à différents endroits dans une ancienne maison (probablement celle du célèbre chimiste russe Dmitri Mendeleïev).

Un exemple concret : dans le premier niveau, un message avertit l'utilisateur qu'il lui faut de l'eau et du sel. Celui-ci part donc à la recherche des éléments d'hydrogène, d'oxygène, de chlorure et de sodium. S'il ne connaît pas la composition de l'eau ou du sel, il peut consulter le tableau de Mendeleïev, répertoriant tous les éléments chimiques. Une fois tous les atomes trouvés en quantité suffisante (deux atomes d'hydrogène et un d'oxygène pour former une molécule d'eau  $H_2O$ , plus un atome de chlorure et un de sodium pour former une molécule de sel de table  $NaCl$  dans notre exemple), une porte de la maison est débloquée, donnant accès à un nouveau niveau. Le premier niveau est gratuit ; en revanche, l'application devient payante à partir du second niveau.



Figure 12 : capture d'écran en mode Cardboard de l'application Chemistry VR - Cardboard  
 Source : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.arloopa.chemistryvr>

Pour se déplacer virtuellement dans la maison, le joueur utilise l'aimant latéral de la Cardboard et choisit la direction en regardant là où il veut aller. Lorsqu'il se trouve face à un élément chimique, il doit le regarder et actionner ce même aimant latéral pour le saisir. Chemistry VR fait donc appel à deux types d'interaction, les *fuse buttons* et le regard, et est un exemple parfait d'un jeu conçu pour la réalité virtuelle dans lequel une réelle interaction est requise de la part du joueur.

De plus, l'apprentissage est fortement mis en avant dans ce jeu. Une véritable réflexion et des connaissances dans le domaine de la chimie sont demandées au joueur pour reconstituer les molécules d'une manière originale et bien plus amusante qu'en apprenant le tableau périodique des éléments par cœur. Les personnes disposant d'une mémoire visuelle apprendront plus facilement avec cette application qu'en écoutant un cours de chimie.

Chemistry VR est un très bon exemple d'application d'apprentissage en immersion virtuelle sur Google Cardboard.

#### **4.2.3. Space Explorer VR**

Comme son nom l'indique, Space Explorer est une application de réalité virtuelle permettant d'explorer l'espace. Il ne s'agit cependant pas d'astronomie, étant donné que les développeurs ont choisi d'inventer un système stellaire composé de cinq planètes et six lunes et n'abritant aucune forme de vie.

L'utilisateur se trouve dans un vaisseau spatial et fait face à trois portes. Chacune des portes donne sur une rubrique différente, à savoir « options graphiques », « paramètres » et « poste de pilotage ». C'est en choisissant cette dernière que le jeu commence réellement et qu'il sera possible d'explorer ce système stellaire en pilotant le vaisseau spatial. Les commandes et les paramètres à configurer s'avèrent complexes, alors qu'il est essentiel de le faire pour pouvoir déplacer le vaisseau de la manière voulue.

Au final, Space Explorer VR n'est pas une application d'apprentissage, étant donné qu'il ne s'agit que de corps stellaires qui n'existent pas. Elle n'est pas utile en soi, du moins pas plus qu'un autre jeu vidéo de réalité virtuelle. Peut-être aurait-il fallu créer une application se basant sur notre système solaire afin de lui donner un côté éducatif et plus réaliste ?

#### **4.2.4. Titans of Space® Cardboard VR**

Suite aux conclusions tirées du jeu présenté au point précédent, nous avons recherché une application pour littéralement voler au travers de notre système solaire et en apprendre plus sur les planètes qui s'y trouvent. Titans of Space est exactement ce que nous cherchions : une visite guidée dans l'espace pour comparer les tailles des différentes planètes et lunes de notre système solaire (toutes réduites à un millionième de leur taille

réelle). Pour des raisons de jouabilité et pour rendre la comparaison plus simple, les distances qui les séparent ne sont pas à l'échelle.



Figure 13 : capture d'écran de l'application Titans of Space® Cardboard VR  
Source : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.drashvr.titansofspacecb>

L'interaction n'est pas indispensable : la visite peut très bien se faire sans actionner l'aimant latéral de Cardboard, uniquement en regardant autour de soi. Néanmoins, en l'utilisant, la visite n'en sera que plus maniable et les détails de chaque planète ou lune pourront plus facilement être affichés. Il n'y a pas de but à atteindre dans Titans of Space, car il ne s'agit pas d'un jeu, mais d'une invitation à la découverte et à l'apprentissage du système solaire.

#### 4.2.5. InCell VR (Cardboard)

Mélange d'un jeu de course, d'un jeu de stratégie et d'un jeu éducatif, InCell prend place à l'intérieur d'une cellule humaine. L'environnement a été soigneusement recréé pour être le plus réaliste possible.

Alors que le but du jeu est de sauver la cellule de la destruction, l'utilisateur sera amené à faire face à des virus et devra terminer en tête au terme de la course.

Si InCell apporte moins d'apprentissage que les applications précitées et oriente davantage le jeu sur le côté fun de la course, il n'en reste pas moins que nous sommes ici

dans un environnement par nature inconnu. Jouer à InCell plutôt qu'à un jeu de course standard ne fera donc qu'améliorer les connaissances en biologie du joueur.

### 4.3. *Serious game* en réalité virtuelle

Une application de réalité virtuelle dont le but principal est l'apprentissage d'une connaissance spécifique peut être développée sous la forme de *serious game* (ou jeu sérieux), à savoir une « application informatique dont l'intention initiale est de combiner, avec cohérence, [...] des aspects sérieux [...] avec des ressorts ludiques issus du jeu vidéo » (Alvarez, 2007). Ce type de « jeu » permet un apprentissage bien moins formel qu'à l'accoutumée.

Lié à la réalité virtuelle, un *serious game* peut apporter un véritable atout supplémentaire en offrant ce qu'un simple jeu ne peut offrir : un environnement nouveau entourant le joueur. Ce dernier peut alors agir quasiment comme s'il se trouvait dans la même situation dans la vraie vie ; il y a là une véritable représentation du joueur qui n'a plus qu'à trouver ses repères pour contrôler ses mouvements et interagir avec le jeu. Le fait d'agir et de réagir directement à des événements virtuels et de vivre une situation « pour de faux » permet de mieux se préparer à vivre celle de la vraie vie. De même, cela aide à mémoriser davantage de détails qu'en apprenant des commandes, des gestes ou des informations uniquement par cœur.

Plusieurs études démontrent un effet positif d'une simulation de réalité virtuelle pour des savoirs requérant une présence physique dans un lieu donné. La réalité virtuelle améliore non seulement la compréhension et l'apprentissage effectif (Gutiérrez, et al., 2007), mais également la motivation et l'engagement dans le savoir de par son aspect ludique (d'où l'idée de créer l'immersion virtuelle sous forme de *serious game*) ou des compétences transversales telles que la coopération ou l'expérience de terrain (Giraudon, 2015). Pour cela, l'immersion virtuelle doit être la plus interactive possible sans être trop complexe.

Compte tenu de ces facteurs et en particulier de la nécessité d'un côté ludique pour engendrer davantage de motivation à apprendre, nous développerons dans la partie pratique de ce travail un *serious game*.

## 5. SCÉNARIO D'APPRENTISSAGE

Conformément à la donnée du travail de Bachelor, ce rapport s'accompagne d'un prototype de réalité virtuelle à développer. Il s'agira premièrement d'expliquer la donnée et de fournir des informations sur l'implémentation du cas pratique. Deuxièmement, ce scénario sera comparé à un prototype existant. Troisièmement, il sera décrit en détail.

Les détails concernant le développement de l'application et les aspects techniques seront définis dans le chapitre suivant (chapitre 6).

### 5.1. Donnée et réalisation

Le choix du sujet du cas pratique était entièrement libre, à la seule condition qu'il serve d'apprentissage et que la réalité virtuelle offre une véritable plus-value et ne se contente pas de refléter ce qui pourrait être réalisé sans elle. Après plusieurs heures de réflexion et différentes idées de cas pratiques abandonnées, notre choix s'est finalement porté sur une simulation d'apprentissage de conduite d'une voiture automatique.

Comme précisé dans la description du travail à fournir, le prototype a été réalisé sur Google Cardboard. Le principal avantage que nous pouvons retirer de ce choix est que le scénario n'utilise que la Cardboard comme outil physique (celle-ci devant bien entendu contenir un smartphone qui embarquera l'application créée sur un ordinateur) et ne nécessite aucune autre ressource. Il peut donc être testé dans n'importe quel lieu et à n'importe quel moment, pour un moindre coût.

Le prototype n'a pas été modélisé à la manière d'un jeu vidéo, mais tourné à l'aide d'une caméra filmant à 360 degrés. Les différentes séquences qu'il intègre ont été, sous notre direction et conformément aux instructions que nous transmettions, photographiées et enregistrées par le stagiaire spécialisé en montage vidéo de l'équipe de Cyberlearn, Vincent Praz. C'est lui qui s'est également chargé de travailler le contenu vidéo et d'intégrer la voix off, enregistrée par Céline Thurre-Millius de Cyberlearn, directement sur les différents rushes des vidéos. Les différentes interactions et les transitions qui en découlent ont ensuite pu être ajoutées aux images et aux vidéos, afin de suivre le scénario décrit plus bas.