



HAL
open science

HandiVR : aborder l'accessibilité par la réalité virtuelle. Comment la réalité virtuelle peut-elle aider les architectes à concevoir des bâtiments accessibles à tous et sensibiliser le public autour de ses enjeux ?

Pierre Laurent

► To cite this version:

Pierre Laurent. HandiVR : aborder l'accessibilité par la réalité virtuelle. Comment la réalité virtuelle peut-elle aider les architectes à concevoir des bâtiments accessibles à tous et sensibiliser le public autour de ses enjeux ?. Architecture, aménagement de l'espace. 2018. dumas-01735084

HAL Id: dumas-01735084

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01735084>

Submitted on 15 Mar 2018

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

HandiVR

Aborder l'accessibilité par la réalité virtuelle

Ce mémoire vise à chercher des pistes sur le l'utilité de la réalité virtuelle en architecture et comment elle peut devenir une aide à la conception, notamment sur la question de l'accessibilité universelle aux bâtiments.

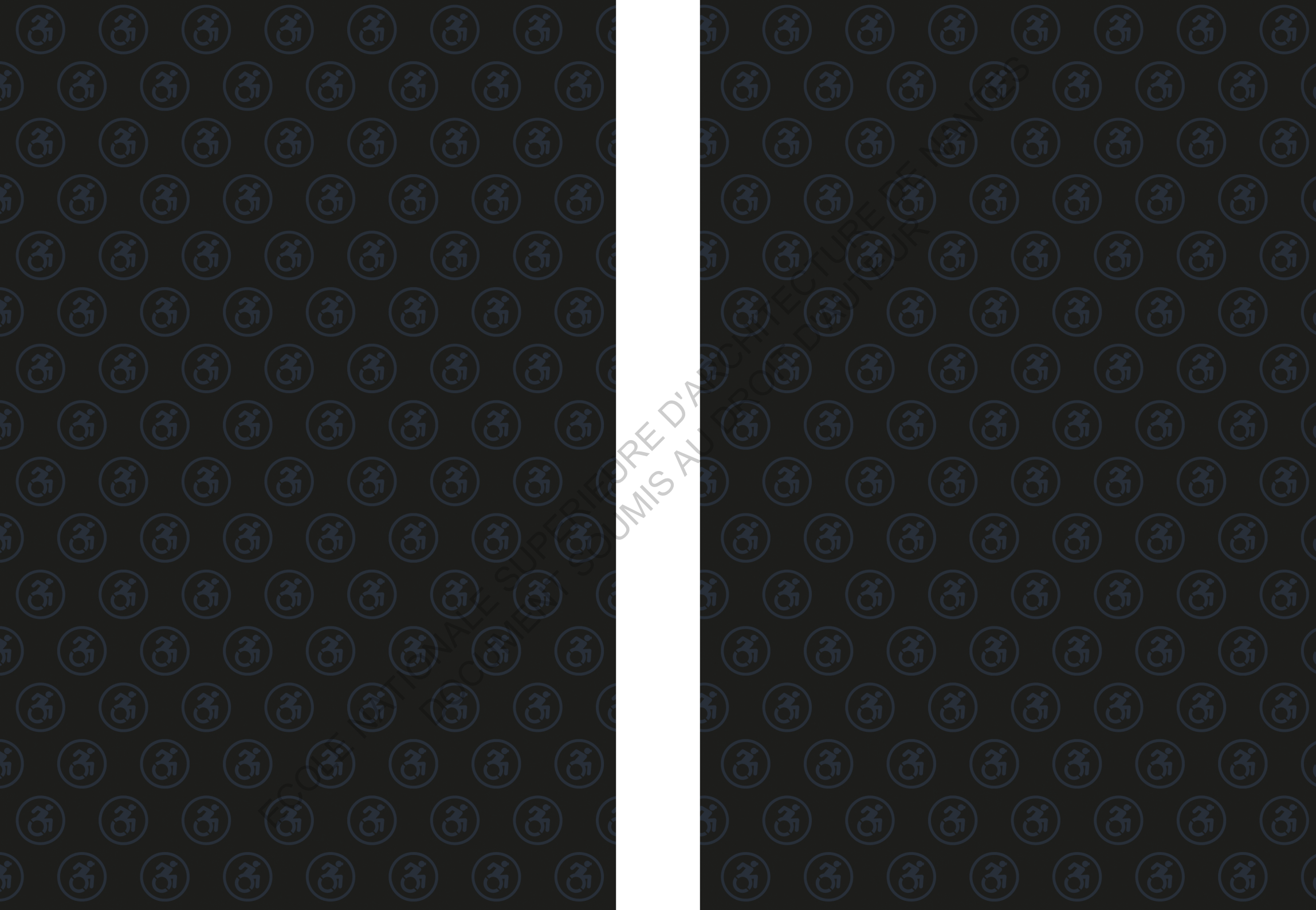
Pour exploiter ces deux domaines, la méthode la plus intéressante est de passer de la théorie à la pratique en créant ma propre application en réalité virtuelle. Cela m'a permis de me confronter aux enjeux et aux problématiques de ces domaines à la source même, pour compléter ma réflexion.

*L'application est disponible sur le Google PlayStore, sous le nom **HandiVR** (ou à cette adresse : <https://goo.gl/qk8xwJ>)*



- PIERRE LAURENT - MÉMOIRE MASTER - ENSAN 2018 -

- Sous la direction de LAURENT LESCOP -



BIBLIOTHÈQUE D'ANATOMIE HUMAINE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Aborder l'accessibilité par la réalité virtuelle

**Comment la réalité virtuelle peut elle aider
les architectes à concevoir des bâtiments
accessibles à tous et sensibiliser le public
autour de ses enjeux?**

Pierre LAURENT

Mémoire de Master
École Nationale Supérieure
d'Architecture de Nantes
Janvier 2018

Sous la direction de Laurent LESCOP

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier les personnes qui m'ont aidée dans la conception et la réalisation de ce mémoire,

Laurent Lescop, mon directeur de mon mémoire, et enseignant à l'école Nationale Supérieure de Nantes, pour m'avoir guidé et soutenu dans la réalisation d'un travail pratique comme cœur du mémoire.

Je remercie Michel Boureau, chargé du suivi de l'accessibilité au sein de l'APAJH (Association Pour Adultes et Jeunes Handicapés), et représentant de l'APAJH dans divers organismes, pour ses explications et sa grande aide à ma compréhension des enjeux de l'accessibilité universelle

Merci également à ma famille et mes amis qui ont su me conseiller ou m'encourager lors de ce travail.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Sommaire

Sommaire	6
Introduction	8
Partie 1	
<i>Réalité virtuelle : du conditionnel au présent</i>	10
A / Réalité virtuelle et immersion	13
1. Origines	13
2. Immersion dans le virtuel	14
3. Tour d'horizon des dispositifs de réalité virtuelle	16
B / Architecture virtuelle	19
1. La VR comme média de visualisation architecturale	19
2. La VR comme outil de conception architecturale	21
C / État de l'art des expériences en réalité virtuelle autour du handicap	25
1. Simulation de fauteuil roulant	25
2. Une salle pour devenir malvoyant	27
3. Et sur Cardboard ?	28
Partie 2	
<i>Accessibilité : l'architecture au service de tous</i>	31
A / Petit point sur le handicap	33
1. Qu'est ce que le Handicap	33
2. L'accessibilité en architecture	35
3. L'accessibilité en pratique	38
Partie 3	
<i>Expérimentation : recherche et développement de l'application</i>	43
Posture et définition du projet	45

A / Justification du choix matériel et logiciel	46
1. La réalité virtuelle dans la poche	46
2. Google Cardboard, la référence sous Android	47
3. Un moteur graphique facile à prendre en main	48
4. Premiers désirs et premières impossibilités	49
5. Méthode de travail	50
B / Ce qu'il faut savoir sur Unreal Engine	51
1. Fonctionnement des Blueprints	51
2. Décomposition des parties du Blueprint	52
C / Création de l'application	53
1. Élaboration d'un personnage jouable	53
2. «Gaze based interface»	54
D / Navigation virtuelle	56
1. Motion sickness	59
E / Interface générale	59
1. Un maniement à l'oeil	59
2. Sensation de contrôle	60
3. Interactions hors-interface	64
4. Le cas de l'ascenseur	65
5. Interaction invisible: Les Triggers	66
6. Attention à la marche	68
F / Modélisation et Texturage	69
1. Un environnement neutre	69
2. Duplicatas	72
3. Style graphique	74
4. Éclairage du modèle	76
5. #NoFilter	77
6. Une dernière chose	78
7. «Version22_VraieFinaleV2-FINI.apk»	80
G / Déroulement d'une session type avec l'application	81
Conclusion	92
Bibliographie	94
ANNEXES	96

Introduction

«A quoi ça ressemblerait en vrai ?»

Voilà une question que je me pose régulièrement lorsque je me retrouve à concevoir des plans, que ça soit du logement, des espaces publics ou de tout autre programme.

Est ce que les dimensions sont correctes, est ce que c'est pratique ?

Ces fameux cercles de retournement que l'on place dans nos logements pour respecter les normes, est ce que les dessiner rend un appartement accessible comme par magie ?

On a tendance à réfléchir aux bâtiments que l'on développe selon nos propres références, nos modes de vie, mais cette dernière question nous rappelle que le fait de se déplacer en fauteuil, d'être atteint de surdité ou de cécité peut complètement bouleverser la façon de voir et vivre une architecture. Les actions du quotidien ne sont pas les mêmes et le rapport au bâtiment diffère également.

Seulement, les moyens existants pour essayer de se projeter à leur place restent limités. Il existe des campagnes de sensibilisation¹ permettant le temps d'un parcours défini, de se confronter aux difficultés que rencontre une personne en fauteuil dans un milieu urbain, mais une telle occasion reste rare.

A l'ère du tout numérique, on aimerait pouvoir le simuler virtuellement, pour expérimenter, au besoin, des expériences nous permettant de repenser différemment nos habitudes d'approche de l'architecture.

Car la technologie existe, ces dernières années la réalité virtuelle s'est imposée comme une innovation pleine de potentielle, notamment en architecture, et pour laquelle j'ai toujours porté beaucoup d'intérêt.

1: Parcours de sensibilisation au handicap à Nantes

<https://www.unccas.org/parcours-de-sensibilisation-aux-difficultes-rencontres-sur-l-espace-public-par-les-personnes>

Il suffit d'essayer pendant quelques heures les applications comme Google Earth VR ou Tilt Brush pour s'émerveiller et imaginer toutes les possibilités qu'un tel système peut offrir.

L'architecture est d'ailleurs un des domaines où la VR (Virtual Reality) intéresse le plus. Pourquoi ? Comme y répondrais Philippe Fuchs dans son traité de la réalité virtuelle :

«Peut-être parce que les architectes sont par nature proches des problématiques de l'image, qu'ils travaillent nécessairement sur des objets qui ont trois dimensions. Ils furent parmi les premiers à exploiter les images de synthèse.»¹

Ces réflexions et le peu de matière sur le sujet dû à une technologie en plein essor, m'ont incité à considérer la réalisation d'un mémoire action, mêlant théorie et pratique, pour expérimenter de première main les technologies de la réalité virtuelle, évaluer leur potentiel et voir comment je pourrais essayer d'apporter une réponse à ces questions que je me pose, et notamment sur la problématique principale de ce mémoire :

Comment la réalité virtuelle peut elle aider les architectes à concevoir des bâtiments accessibles à tous et sensibiliser le public autour de ses enjeux?

1:Le traité de la réalité virtuelle,2003, Philippe Fuchs, Ed. Les Presses de l'Ecole de Mines, Paris

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Partie 1

Réalité virtuelle Du conditionnel au présent



ECOLE NATIONALE SUP
DOCUMENT

Présente dans l'imaginaire collectif comme un élément propre à la science-fiction ou réservé aux laboratoires de recherche il y a encore 10 ans, les progrès technologiques ont permis à la réalité virtuelle de devenir un système démocratisé qui commence à faire ses preuves et qui s'améliore de jour en jour. Il suffit désormais d'un téléphone et d'un casque à moins de 10€ pour profiter d'une expérience immersive.

On peut donc se demander quelles nouvelles pratiques vont émerger de cette plateforme encore jeune, et si elle sera utile au métier d'architecte.

Partie 1

RÉALITÉ VIRTUELLE ET IMMERSION

Origines

Le terme de Réalité Virtuelle (ou VR, de l'anglais Virtual Reality) a pour la première fois été utilisé en 1989 par Jaron Lanier, fondateur de VPL research, une compagnie pionnière dans le développement et la vente de produits en réalité virtuelle. Le terme a permis de différencier ce qui relevait des simulations informatiques traditionnelles de ce qui était du ressort des mondes virtuels immersifs. Même si il n'existe pas de définition précise, on peut citer la définition de Philippe Fuchs dans son traité de la réalité virtuelle¹ :

«La réalité virtuelle est un domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel les comportement d'entités 3D, qui sont en interaction en temps réel entre elles et avec un ou des utilisateurs en immersion pseudo-naturelle par intermédiaire de canaux sensori-moteurs.»

Selon Brian Lingard² cette technologie de simulation sensorielle immersive peut être classifiée en trois catégories : passive, immersive et d'exploration :

La réalité virtuelle passive fait écho aux expériences de la vie courante comme regarder la télé, un film, lire des livres ou visiter un parc d'attraction.

La réalité virtuelle d'exploration permet d'explorer un environnement

1: *Le traité de la réalité virtuelle*, 2003, Philippe Fuchs, Ed. Les Presses de l'Ecole de Mines, Paris

2: *Human Interfacing Issues of Virtual Reality*, 1995, by Brian Lingard

modélisé en 3D avec des possibilités d'interaction par le biais d'un écran d'ordinateur.

La réalité virtuelle immersive est la catégorie la plus utilisée quand on parle de réalité virtuelle, où l'interaction avec l'environnement artificiel par l'utilisateur est directe et affecte en temps réel l'espace généré par l'ordinateur, en plus de proposer une stimulation des divers sens.

Immersion dans le virtuel

La réalité virtuelle peut se résumer à la combinaison de deux composants. Tout d'abord, le monde virtuel créé numériquement et qui représente un univers alternatif, pouvant être soit le plus réaliste possible ou complètement fictionnel, et deuxièmement l'interaction entre l'homme et la machine qui permet d'influer sur l'univers généré.

Plus ces deux éléments seront perfectionnés, plus l'immersion sera grande, car c'est bien là le principe d'une expérience en réalité virtuelle, qui essaye de plonger l'observateur dans un environnement nouveau et de lui faire croire en sa tangibilité.

A partir du moment où l'univers est cohérent avec lui-même, on accepte les éléments présentés comme dans un film de fiction, ou d'une façon plus prononcée encore dans un rêve. On ne remet pas en cause les éléments présentés, car on laisse notre imaginaire créer une illusion de réalité¹, aussi appelé suspension consentie de l'incrédulité, qui permet d'accepter la fiction présentée comme la réalité pour mieux ressentir la situation suggérée. L'immersion diffère cependant largement d'une personne à une autre, car chacun a besoin de plus ou moins d'éléments pour rentrer dans un univers fictif. On peut parler de degrés de réalisme, qui seront intimement liés au matériel d'immersion et à la puissance de calcul de l'ordinateur générant l'univers virtuel.

Ce réalisme peut être approché par la stimulation des différents sens, le plus importante étant la vue.

1: *Le film de fiction et son spectateur*, Christian Metz, 1975, pp. 108-135.

Premièrement, l'immersion visuelle se fera en fonction de la taille de l'écran ou de la projection. De la même manière qu'un écran IMAX nous plonge dans un film plus facilement que lorsqu'il est vu sur un téléviseur, l'ajout de la 3D et d'un champs de vision large dans un casque de réalité virtuelle y participent grandement. Techniquement parlant, le monde virtuel sera plus réaliste si il est riche de détails et avec de bons graphismes, à la manière des jeux vidéo récents.

Cependant le réalisme n'est pas forcément induit par un environnement photo-réaliste, celui-ci peut être cartoonesque sans perturber l'immersion, à l'image du jeu Job Simulator sur HTC Vive. Le style graphique proposé est épuré et cartoonesque, mais la physique poussée des éléments et la multitude d'interactions possibles permettent au joueur de quand même croire à l'univers présenté.



Job Simulator permet d'interagir avec tout les objets présents

En effet un autre élément touchant au degré de réalisme est le respect des lois de la physique (gravité) ou la vraisemblance des comportements des objets virtuels, que ce soit leur collisions ou leur réaction à une interaction.

L'environnement sonore participe aussi à l'impression de réalité, notamment avec des sons spatialisés, ou sons binauraux, qui imitent les réfractions et rebonds des sons dans l'espace et sur la tête du

spectateur, et qui permettent au cerveau de combiner les sons venant de chaque oreille pour estimer leur emplacement.

L'interactivité est le deuxième élément qui caractérise la réalité virtuelle. En faisant réagir les éléments aux actions de l'utilisateur, l'immersion prends tout son sens en reproduisant virtuellement les gestes de la personnes.

Ainsi le casque retranscrira les mouvements de tête en mouvement de caméras dans le logiciel, et si il y a une présence de manettes trackées (localisées dans l'espace), elle apparaîtront dans la simulation et permettront d'effectuer diverses actions, comme un outil ou en mimant les gestes d'une main.

Tour d'horizon des dispositifs de réalité virtuelle

Les pionniers de l'industrie VR ont longtemps cherché à produire un équipement portable, au contraire d'une machine fixe comme le Sensorama¹, machine multi-sensorielle devant laquelle s'installe l'utilisateur lui permettant de regarder des films en 3D.

Les travaux du chercheur américain Ivan Sutherland au MIT ont permis la création du premier visiocasque (dispositif d'affichage porté sur la tête ou dans un casque) en 1966, mais un tel dispositif était coûteux et compliqué à mettre en place, et n'était même pas entièrement mobile.

Il suffit de regarder les résultat d'une recherche d'images datant d'avant 2012 sur Google par exemple, pour se rendre compte que les expériences en réalité virtuelle étaient principalement dépendantes d'une installation imposante de projections sur les murs d'une salle dédiée. L'idée d'avoir la possibilité de s'immerger dans un monde virtuel avec un dispositif portatif avait alors encore un aspect futuriste.

1: *Virtual reality*, Howard Rheingold, Summit Books, 1991, p.58-59

Les casques VR fonctionnent par stéréoscopie, deux images sont affichées, une pour chaque œil, afin de donner l'illusion de relief.

Avec les progrès dans la miniaturisation de l'informatique, et notamment avec les technologies développées dans le secteur des smartphones, l'idée de voir un jour des casques VR portatifs grands public est devenue soudainement plus réaliste.

Une des premier modèles à avoir fait parler de lui, car enfin accessible au grand public, fut l'Oculus Rift, de la société OculusVR et financé par le public via une campagne de financement participatif sur Kickstarter. L'engouement autour d'un tel projet a poussé Facebook à se porter acquéreur de la société en 2014 pour accélérer sa commercialisation. La politique de Facebook est de démocratiser la VR pour devenir un des leaders sur le marché, et les baisses de prix successives du casque et de ses équipement durant l'année 2017 le démontrent bien. Le casque fonctionne de paire avec un ordinateur, et peut être utilisé avec des manettes trackées dans l'espace contrairement au casque.



Les casques HTC Vive (haut) et Oculus Rift (bas) avec leur manettes dédiées.

Le concurrent direct, le HTC vive par Valve (compagnie détenant le plus grand magasin de jeux vidéos en ligne) a été le premier à proposer la possibilité de se déplacer dans l'espace. Avec l'aide de deux caméras situées autour de la zone de jeu, le casque et les manettes sont localisées précisément, à l'intérieur d'une aire de jeu pouvant aller jusqu'à 10m². Un tel système est évidemment plus coûteux et s'adresse plus aux amateurs de nouvelles technologies.

La sortie du PSVR, le système de réalité virtuelle de Sony pour la Playstation 4 a aussi connu un succès inattendu, malgré le faible catalogue de jeux compatibles à la sortie, avec un millions d'unités vendues en moins d'un an. (Et 50% des parts du marché des casques VR au deuxième semestre 2017¹) Fin 2017, de nouveaux venus viennent étoffer l'offre VR, avec les casques de diverses marques réunies sous l'appellation «Microsoft Mixed Reality» ne nécessitant aucun capteurs mais proposant quand même un tracking dans l'espace comme le Vive, et compatibles PC et Xbox One.

Une solution plus abordable est l'utilisation de notre téléphone portable comme support de contenu VR.

Sous Android, les applications dédiées sont regroupées sous la plateforme «Cardboard», nom tiré des premiers casques pour smartphones, composés seulement de carton et de deux lentilles, offerts par Google lors de la présentation de cette plateforme en 2014. On retrouve donc des expériences comme la possibilité de regarder des vidéos à 360°, divers jeux, des applications comme Google Earth VR, des réseaux sociaux en VR...

On ne retrouve pas encore d'expériences aussi ambitieuses que sur des machines fixes, mais les progrès comme la prise en compte d'une manette avec Daydream, la nouvelle plateforme de Google réservée pour l'instant à un nombre réduit d'appareils, promettent des applications moins passives et donc plus intéressantes.

1: Source : Canalys Estimates, VR and AR analysis, 2017

Nous ne sommes encore qu'à la première génération de ces casques grands publics, la technologie est donc largement perfectible, mais sa démocratisation ouvre la porte au développement d'applications liées à d'autres domaines que le jeu vidéo et le divertissement en général.

ARCHITECTURE VIRTUELLE

La VR comme média de visualisation architecturale

Apparaissant comme la suite logique des images de rendu et des animations vidéos, la réalité virtuelle s'est introduite dans le monde de l'architecture pour permettre aux concepteurs de toujours plus s'immerger au sein d'un projet.

Ce moyen permet de communiquer plus d'aspects d'un projet, avec une projection fidèle, qui donne à voir les volumes, qui permet de se déplacer à l'intérieur, d'avoir une perception plus complète de l'espace. Pour l'architecture, c'est aussi un nouvel outil de travail qui permet de se détacher de la contrainte d'un écran en 2D et de faciliter l'interaction directe sur l'environnement de travail.

Les premières attentes venant du monde de l'architecture face à cette nouvelle technologie ont été rapides, comme par exemple en 1968, dans une interview au New York Times, un des architectes interrogé statuait que «dans quelques années, vous pourrez marcher dans une salle et bouger les mains pour voir un plan ou une surface apparaître devant vous en lumière. Vous pourrez construire avec la lumière pour pouvoir marcher autour et la modifier»

Mais qu'en est il aujourd'hui, est ce que des applications et outils ont été développées pour exploiter le potentiel de ce système, et qu'ajoutent-ils aux outils existants ?

1: *Architects Open Computer Dialogue*, Herzberg, 21 Avril 1968, *New York Times*, VIII, 1:7

On trouve désormais de plus en plus de service en ligne qui permettent de visualiser une architecture en réalité virtuelle à partir d'un modèle 3D. Ce genre de service permet par exemple de visualiser les erreurs de design, de percevoir en amont les problèmes qui pourraient se poser lors de la construction comme des problèmes d'éclairage naturel. C'est un bon moyen de rentrer dans l'espace, car depuis un point de vue à hauteur humaine on peut se projeter plus rapidement, en visualisant d'un coup tous les espaces plutôt que de n'avoir que des vues perspectives sélectionnées à l'avance.

Donner l'impression au client qu'il marche dans un environnement réel avec ses lunettes de réalité virtuelle est plus efficace que de lui montrer un rendu 3D sur le papier. En général le principe est assez simple, le modèle 3D est d'abord envoyé à l'entreprise qui s'occupe des images avec un fichier 3D classique. En fonction du service proposé, la visualisation peut se faire soit sur un casque pour téléphone (Cardboard) avec des vues à 360°, ou sur une visite en temps réel avec un casque de réalité virtuelle relié à un ordinateur. En y mettant le prix, on peut obtenir des performances égales à un PC fixe en utilisant un ordinateur portable performant, et ainsi gagner en transportabilité.

Le résultat peut être utilisé à diverses fins, que ce soit pour montrer au client les dimensions de l'espace, leur proposer différentes options d'aspects intérieurs en changeant le mobilier et les matériaux en temps réel, ou encore pour proposer à des étudiants qui ne peuvent pas venir aux portes ouvertes de visiter quand même leur future école¹.

J'ai pu rencontrer un des créateurs de l'entreprise Creasynth, une entreprise nantaise de design en réalité virtuelle et réalité augmentée, lors de la Nantes Maker Faire le 7 juillet 2017.

Si leur site internet présente surtout des projets de visualisation 3D pour l'architecture la culture et la formation, l'entreprise Creasynth

1: <http://archvirtual.com/projects/>

s'est particulièrement portée sur les outils de conception pour divers clients dans l'industrie, avec des solutions en réalité virtuelle créées sur mesure en fonction des nécessités. Ils ont par exemple modélisé un système de machinerie qu'il est possible d'éclater, pour voir les différentes pièces qui le composent, ou encore une aide au travail par la réalité augmentée, qui joue sur la superposition d'éléments en 3d avec la réalité pour expliquer le fonctionnement d'une machine au porteur du casque.

Ils utilisent le moteur Unreal Engine 4 pour son ergonomie qui le rend facile à prendre en main et aisément modifiable pour créer leurs outils sur mesures. Si des outils professionnels spécialisés comme WorldViz Vizard ou Virtualis Visionary Render étaient d'habitude utilisés, les moteurs 3D utilisés par les développeurs de jeux vidéo sont devenus une alternative peu coûteuse, voire gratuite pour l'architecture en réalité virtuelle.

La VR comme outil de conception architecturale

Le premier usage de la réalité virtuelle dans le milieu de l'architecture a été principalement lié à des applications passives et exploratoires, un autre mode de visualisation du projet. Mais des projets se sont timidement développés par des petites et grandes entreprises pour chercher à exploiter les potentiels d'aide à la conception.

L'utilisation du BIM (Building Information Modeling) a permis aux architectes de valoriser l'utilisation d'une maquette numérique commune aux intervenants d'un projet, et c'est logiquement que l'on peut envisager de réutiliser ces modèles tout faits pour les importer dans un logiciel de visualisation en VR afin de travailler avec. Il faut néanmoins penser à optimiser ces modèles, car extrêmement détaillés avec des informations inutiles en VR. Il faut déjà profiter d'un ordinateur aux performances élevées pour utiliser les logiciels VR, il est donc obligatoire d'optimiser ces modèles BIM avant de les importer dans un environnement virtuel.

Les logiciels de conception en VR ne cherchent pas à proposer un réalisme visuel, mais plutôt un réalisme spatial. Un modèle photoréaliste demandera plus de temps d'optimisation et de mise en place alors que le processus de création doit pouvoir être quasi-instantané.

Un des pionniers à s'être lancé dans le développement d'un logiciel de conception en réalité virtuelle est Iris VR. Ce logiciel propose des outils pour importer rapidement des modèles BIM provenant de Revit, pour les rendre utilisables en VR, à tout moment du processus de design.

Il permet par exemple d'utiliser un système de calque pour visualiser différents éléments, ou de prendre des photos de l'environnement virtuel pour les étudier a posteriori. Le but de l'entreprise est d'essayer d'améliorer les moyens de communication entre les différents acteurs d'un projet. Pour eux, il est nécessaire d'innover et de ne plus seulement laisser les acteurs communiquer entre eux par des productions de plans et de dessins mais directement par un modèle 3D.

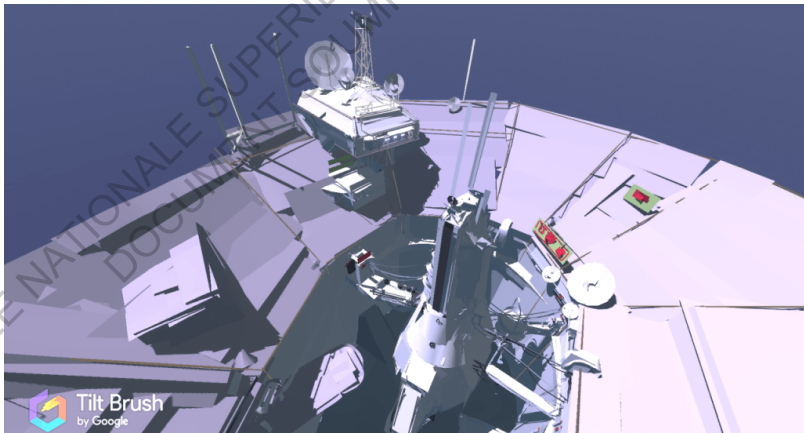


L'interface utilisateur d'Iris VR

L'utilisation intuitive du logiciel permet de rapidement vérifier des aspects du projet en réalité virtuelle comme les dégagement de couloir, ou les éléments liés à la hauteur de la tête, comme par exemple le dégagement visuel dans une salle de spectacle par rapport aux sièges alentours. En comparaison à une vue 3D sur ordinateur, un observateur externe n'a plus à se poser de question pour savoir à quelle distance sont les objets, quels sont leur taille et quel est le contexte (d'où viennent les sources lumineuses par exemple).

IrisVR reste cependant pour l'instant un outil d'aide à la conception plutôt que d'un outil de conception. Pour cela, il faut aller chercher du côté de logiciels qui ne sont pas forcément dédiés aux architectes, mais qui proposent une démarche créative en réalité virtuelle.

On peut par exemple citer Tilt Brush de Google, permettant de dessiner dans l'espace avec plusieurs style de trait, et qui s'approche d'un processus sculptural. Il est tout à fait possible de réaliser des croquis architecturaux¹ en 3D qui peuvent ensuite servir de base à la conception en l'important dans un logiciel comme Revit.



Dessin réalisé sur Tilt Brush - Space Center par Nicolas Bouvier (Sparth), Directeur Artistique de la série Halo

1: VR Design Workflow - Revit to Tilt Brush to Unreal Engine
<https://www.youtube.com/watch?v=rkqiSemHNXc>

De plus en plus de projets se développent autour de modélisation en réalité virtuelle, comme Gravity Sketch, sorte de version améliorée de Tilt Brush, ou Immerse Creator, qui permet de créer simplement des formes basiques en 3D et de les redimensionner, de changer leur texture.



Travail collaboratif sur Immerse creator

On peut aussi importer des modèles 3D et les positionner dans l'espace, dessiner des croquis en volume, mais l'un des principaux avantages d'un tel système est de pouvoir travailler en collaboration avec d'autres utilisateurs dans le monde virtuel et en direct, permettant de donner l'impression de réunir deux personnes ou plus alors qu'elle ont la possibilité d'être chacune dans un lieu différent, il suffit que chacun possède le matériel adéquat chez lui pour lancer l'expérience VR.

Tous ces systèmes permettent de remettre en question nos façon de penser et dessiner les espaces architecturaux. Même s'ils sont pour la plupart encore à leurs balbutiement, ces outils se perfectionnent et commencent à montrer leur potentiel pour une expérience de travail innovante, que ce soit seul ou en lien avec d'autres acteurs du projet.

ÉTAT DE L'ART DES EXPÉRIENCES EN RÉALITÉ VIRTUELLE AUTOUR DU HANDICAP

La réalité virtuelle trouve des applications dans une multitude de domaines, pour réussir à mettre en relation le domaine de l'architecture et du handicap il me fallait également faire un état de l'art des expériences et outils développés autour des personnes handicapées pour examiner les méthodes, les usages, la pertinence et ce que je pourrais en tirer pour me guider dans la création de l'application désirée.

Simulation de fauteuil roulant

Plusieurs expériences¹ ont été menées pour tester et améliorer les systèmes techniques de navigation en utilisant la réalité virtuelle car elle permettait de résoudre les problèmes de sécurité, de réaliser facilement une grande diversité d'expériences, d'être moins onéreuse et de plus facilement quantifier les besoins que pour un test réel.

Le premier exemple est la Virtual Wheelchair Simulation² en 1994, un projet développé par les chercheurs du Centre de l'Informatique en Art et Design de l'Ohio State University.

Le concept de l'expérience était de construire un fauteuil roulant motorisé dirigé par l'utilisateur et permettant de se déplacer dans un environnement architectural virtuel. La simulation servait à étudier l'approche des espaces par l'utilisateur du fauteuil roulant pour vérifier l'accessibilité de bâtiments avant leur construction.

Le fauteuil électrique utilisé est augmenté d'une série de capteurs reliés à un ordinateur simulant la vitesse réelle et l'orientation du siège dans l'environnement virtuel. Le rendu de l'image est fait à

1: Université de Pittsburg, VR pour l'amélioration des fauteuils
<http://www.herl.pitt.edu/virtual-reality-projects>

2: VirtualWheelchair Simulation, 1994
<http://www.cgrr.ohio-state.edu/accad/re-3.html>

travers des lunettes stéréoscopiques polarisées permettant de voir l'image de l'écran en face de l'utilisateur en 3D.

Le système informatique permet de simuler les collisions entre le fauteuil virtuel et l'environnement.

Cette recherche arrive à la suite d'évolutions technologiques qui ont permis de concevoir ces outils, et aussi à l'"Americans with Disabilities Act" (ADA) qui a rendu obligatoire l'accès à tout édifice public aux personnes à mobilité réduite en 1990.

L'expérience du fauteuil peut aussi passer par un «serious game», un jeu à but pédagogique ou permettant de sensibiliser le public

Sit Down est un jeu créé par Florian Hurtaut qui fait ressentir au joueur pendant quelques minutes ce qu'est un handicap moteur. Afin de déplacer l'avatar en jeu, le joueur doit s'asseoir sur un fauteuil roulant et tourner les roues. Il trouvera plusieurs obstacles sur son chemin et expérimentera les difficultés d'être en fauteuil roulant.

L'avantage d'un jeu est de pouvoir placer différentes situations de mise en difficulté de l'utilisateur à la suite, et donc rapidement, ce qu'un parcours en fauteuil roulant lors d'événements de sensibilisation ne peut pas faire.

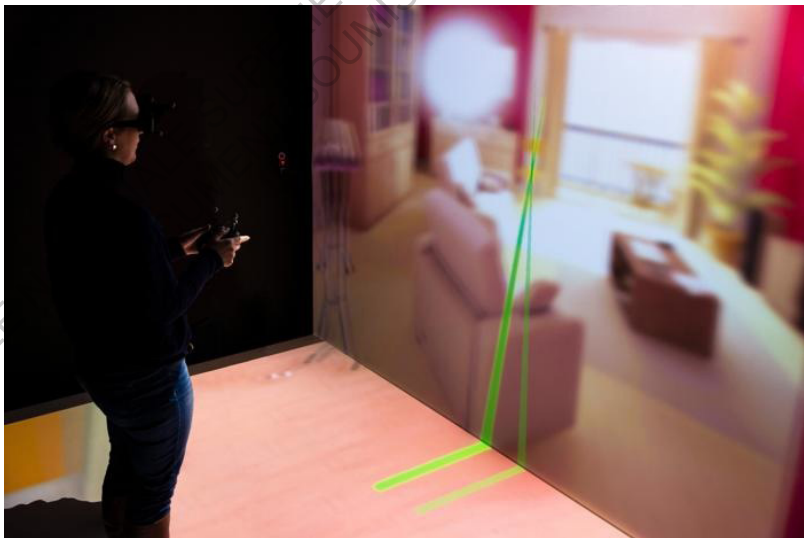


Sit Down, par Florian Hurtaut

Le Fauteuil a été réalisé spécialement pour cette installation, afin de retranscrire les mouvements des roues sur la simulation. Le jeu tire profit de l'Oculus Rift pour offrir une expérience avec peu de latence de tracking, et une haute fréquence d'image pour donner un aspect le plus naturel possible.

Une salle pour devenir malvoyant

L'accessibilité concerne tout types de handicaps, et l'Institut public pour malvoyants des Hauts-Thébaudières à Vertou a lui aussi décidé de proposer un serious game, destiné aux familles de malvoyants, aux entreprises et professionnels de la santé mais aussi aux architectes, pour les sensibiliser aux difficultés rencontrées par les personnes malvoyantes dans la vie quotidienne en simulant plusieurs types de handicaps visuels.



La salle de réalité virtuelle a été développée par Dassault Systèmes en collaboration avec l'institut.

L'expérience Sensivise permet de se promener dans un appartement réaliste, mais avec une vision qui peut être altérée par des filtres recréant trois types de handicaps visuels : la vision floue, le scotome (Tache aveugle dans le champs visuel) et la vision tubulaire. Ces modifications visuelles sont paramétrables pour être plus ou moins présentes.

Le système d'immersion place la personne au centre d'une pièce carrée dont les murs sont couverts des projections vidéos de l'environnement. Des lunettes 3D localisée dans l'espace permettent au participant de voir en stéréoscopie et ses mouvements de têtes sont aussi retranscrits en temps réel sur les projections vidéo pour donner l'impression de se déplacer dans l'environnement virtuel.

En plus d'apporter une réflexion sur le handicap, l'expérience évoque aussi des solutions pour adapter l'environnement à la mal-voyance.

Et sur Cardboard ?

Les expériences vues jusqu'ici présentent toutes des besoins matériels conséquents, que ce soit par un fauteuil roulant bardé de capteur ou une salle dédiée, et l'utilisation systématique d'un ordinateur, il est intéressant maintenant de les comparer avec ce qui se fait sur la plateforme que je compte utiliser.

Développée par Orange, Appility est l'une des seules applications en réalité virtuelle abordant la question du handicap.

Des vidéos panoramiques 360° permettent de se projeter dans un environnement virtuel ressemblant à un immeuble de bureaux.

Des quiz entre-coupants les passages vidéos permettent d'en apprendre plus sur des statistiques liées à l'accessibilité, et sur les solutions à apporter dans un environnement de travail pour faciliter la vie des personnes à mobilité réduite.



Capture d'écran d'une scène présente sur Appility. Après avoir répondu correctement au questionnaire, une rampe apparaît pour continuer le jeu.

Making It Accessible est une application à but éducatif créée par Edge Marketing Technologies. L'application propose de découvrir des problèmes qui se posent pour trois types de handicaps lors d'une promenade au parc. Une vidéo à 360° est jouée avec une voix-off nous expliquant chaque situation où le handicap s'est avéré problématique car l'environnement n'était pas assez accessible. Dans l'exemple du handicap moteur est suggéré le manque d'une pente à côté de marches pour accéder au bord d'un lac, des inscriptions non visibles depuis un fauteuil et des obstacles sur la routes comme des poubelles entassées. Il n'y a pas d'interaction possible à l'exception du menu pour choisir la vidéo à voir.

Ces seuls deux exemples trouvés sur le Google PlayStore montrent un manque de vraies expériences VR liée au handicap.

Les application permettent seulement de présenter des situations par des points de vue fixes et sans stéréoscopie (seulement en panoramique) faussant les distances. Les interactions sont aussi réservées à l'interface, et on ne peut pas expérimenter l'espace en se déplaçant. Ce sont autant de points qui me paraissent intéressants d'aborder lors de la création de mon application.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Partie 2

Accessibilité L'architecture au service de tous



ECOLIA
ARCHITECTURE
DOCUMENT

Selon les chiffres de l'INSEE, 12 millions de français sont touchés par un handicap, dont 20% ont un handicap visible. 1,5 millions sont atteints d'une déficience visuelle et 850 000 souffrent d'une mobilité réduite.

L'accessibilité en architecture n'est donc pas un enjeu isolé, et est devenu au fil des années et des lois un élément prégnant lors de la conception d'un bâtiment.

Partie 2

PETIT POINT SUR LE HANDICAP

Quand on parle d'accessibilité de la ville, on pense principalement aux utilisateurs en situation de handicap, et principalement avec des handicaps visibles comme le handicap moteur ou la cécité. Cependant, ce terme désigne aussi tout un panel de situations, portant sur tout type de personne à mobilité réduite, des personnes âgées à un parent avec poussette. Ainsi, ce qui est bon pour une personne en fauteuil roulant le sera aussi pour de nombreux autres utilisateurs d'un lieu.

Il est donc important de s'intéresser aux cas les plus demandeurs d'accessibilité en voyant plus précisément ce qu'est le handicap.

Le handicap est défini comme «un désavantage souvent naturel, infériorité qu'on doit supporter. Infirmité ou déficience, congénitale ou acquise. Un handicapé est une personne atteinte d'une infirmité ou défavorisée sur un point quelconque : Un handicapé moteur» (Le Larousse Expression, 2006) Le terme est assez large et comprend différentes natures de handicap, différents niveaux de gravité, de cause et de configuration. Pour entrer plus en détail, on peut regrouper natures de handicaps en quatre catégories :

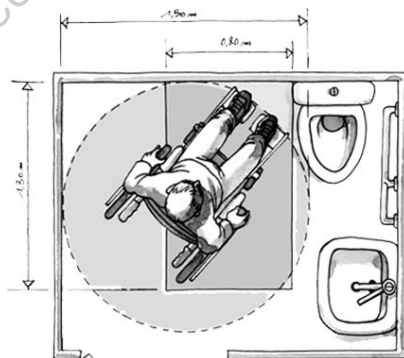
- Le handicap moteur, défini par une impossibilité ou une difficulté de se déplacer, de manipuler des objets à cause d'immobilité totale ou partielle des jambes, des bras, des mains...
- Le handicap auditif, qui regroupe les personnes sourdes et malentendantes.
- Le handicap visuel, causé par une cécité ou des troubles visuels.

- Le handicap mental, qui provient d'une difficulté d'apprentissage, de compréhension et d'utilisation de connaissances pour raisonner.

J'ai décidé de me restreindre à l'étude du handicap moteur pour mon projet d'application, car nécessitant les aménagements les plus importants au sein d'un bâtiment et donc présent dans l'esprit de l'architecte même à un stade peu avancé d'un projet.

Face à une déficience ou une invalidité empêchant une personne de marcher, la mobilité devient problématique et nécessite l'usage d'objets (cannes, déambulateur, orthèses, fauteuils roulants) pour se mouvoir. Il existe plusieurs types de fauteuils roulant en fonction du degré de gravité de l'invalidité touchant la personne à mobilité réduite. Les plus courants sont les fauteuils universels à commande manuelle, avec lesquels la personne avance en poussant/tirant les roues arrière du fauteuil à la force des bras, et les fauteuils à commande électronique avec moteur électrique convenant aux personnes aux faibles ressources physiques, notamment les tétraplégiques, paralysés des membres inférieurs et supérieurs.

Le fauteuil roulant universel permet de définir une dimension d'espace utile autour de la personne correspondant à un espace rectangulaire de 0,80 m x 1,30 m, et un cercle de retournement d'1,50m de diamètre, utilisés comme gabarits de base aux normes définies par les arrêtés et circulaires du code de la construction et de l'habitation, dont la première loi de référence fut publiée en 1975.



Espace nécessaire à un fauteuil pour pouvoir utiliser des toilettes

L'accessibilité en architecture

La référence en terme de politique publique sur le handicap est la loi du 30 juin 1975, présenté par Simone Veil, ministre de la santé, définissant trois droits fondamentaux pour les personnes handicapées (loi d'orientation n°75-534) : Le droit au travail, le droit à une garantie minimum de ressource à travers des prestations, et le droit à l'intégration scolaire et sociale.

Cette loi indique aussi que les bâtiments doivent être accessibles aux personnes handicapées « - Les dispositions architecturales et aménagements des locaux d'habitation et des installations ouvertes au public, notamment les locaux scolaires, universitaires et de formation doivent être tels que ces locaux et installations soient accessibles aux personnes handicapées. Les modalités de mise en œuvre progressive de ce principe sont définies par voie réglementaire dans un délai de six mois à dater de la promulgation de la présente loi. » Cependant, l'absence de suivi et de sanctions pour non respect de la loi n'ont pas forcé toutes les nouvelles constructions à être aux normes.

La loi du 11 février 2005 pour "l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées" à été votée pour essayer d'y pallier en se fixant l'objectif de rendre l'ensemble des ERP (Établissements Recevant du Public) accessibles en 2015. Cette loi prends en compte dans sa définition de l'accessibilité toute situation de handicap (moteur, sensoriel, mental ou psychique). Environ 80% de ces handicaps sont invisibles de l'extérieur, car liés à une maladie invalidante, une déficience intellectuelle ou une déficience auditive, alors que le fauteuil roulant reste utilisé comme le principal signe du handicap (toilettes, places de parking...)

L'objectif de l'accessibilité est de permettre une vie ordinaire pour les personnes en situation de handicap, avec les mêmes conditions d'accès que les personnes valides, ou en présentant une qualité d'usage équivalent. Les normes doivent en effet permettre aux personnes handicapées de pouvoir accéder aux locaux et

établissements librement et en sécurité, de se déplacer de façon autonome, d'utiliser les services et activités, de se repérer et de communiquer.

12 millions de Français¹ sont concernés par l'accessibilité, ce ne sont pas seulement les personnes handicapées, mais aussi les personnes âgées, malades ou accidentées, les femmes enceintes, les familles avec des poussettes ou encore les voyageurs avec bagages.

La loi de 2005 a permis d'ajouter des sanctions si les règles liées à l'accessibilité ne sont pas respectées, pour obliger les différents propriétaires d'ERP à faire les démarches nécessaires.

Si l'accessibilité n'est pas respecté une sanction de non-conformité peut aller jusqu'à 45000 €, ou 225000 € pour les personnes morales. Tout est fait pour montrer l'importance de telles normes et dissuader d'éventuels fraudeurs, et un système de suivi chapeauté par le préfet est mis en place pour y veiller.

Seulement, à l'aube de 2015, 10 ans après l'instauration de la loi à la date à laquelle était visée l'accessibilité universelle, seulement 225 000 établissements recevant du public étaient accessibles aux personnes handicapées, soit un peu moins de 30 % du million d'ERP présents en France.² Certaines grosses collectivités de la Région ne s'y sont intéressé qu'en fin 2014, mais le délai restant était déjà trop juste pour compléter les objectifs. Ce chiffre peut s'expliquer par les dérogations possibles en raison d'impossibilités techniques, d'un impact économique trop important ou de contraintes liées à la conservation du patrimoine.

Pour pallier aux objectifs ratés, les normes ont été modifiées pour être plus lisibles et permettre une plus grande simplicité de mise en œuvre. Ces normes ont évolué par le biais des mesures de simplification pour la construction de logements en direction des

1: «Les chiffres clés de l'aide à l'autonomie 2016», CNSA, 20 pages.

2: Rapport Champion, 2015

personnes à mobilité réduite, car après ce constat, les autorités ont mis en place les Agendas d'Accessibilité Programmée (Ad'AP)¹, des documents qui engagent les gestionnaires d'établissement à réaliser les travaux nécessaires dans un délai de 1 à 3 ans. Le nouveau but du gouvernement est d'atteindre 80% d'ERP accessibles d'ici juillet 2018. D'autres ajouts ont notamment permis l'obligation de motivation vis à vis de la demande de dérogation, permettant notamment d'empêcher les refus de copropriété non-justifiés.

Cependant, comme me l'a fait remarquer Michel Boureau², mon interlocuteur au sein de l'APAJH 44 (Association Pour Adultes et Jeunes Handicapés), la majorité des associations a cependant vu cet ajustement de la loi comme un retour en arrière. Les dérogations étaient pour certaines plus laxistes, mais c'est surtout l'ajout d'un nouveau délai de 9 ans pour le dépôt des dossier, qui s'ajoute aux 10 ans de la loi de 2005 qui pourrait laisser à penser que ça ne se fera jamais.

Il reste aussi les dérogations liées au patrimoine. L'architecte des Bâtiments de France doit être consulté si l'EPR se situe dans un bâtiment historique ou à proximité d'un monument historique (articles L621-30 et suivants du code du patrimoine), et son refus de modification vaut pour un non définitif.

M.Boureau évoquait le cas de la rue au nord du château des Ducs longeant les douves, présentant un sol en pavés bombés difficilement praticable en fauteuil où les architectes du patrimoine refusaient les propositions de cheminements piétons adaptés. Il y a ainsi d'autres endroit comme sur la place Foch, au niveau de l'arrêt de bus, qui mêle un parterre de pavés bombés et des chemins de pavés plats pour l'accès aux quais. La majorité des gens les utilise, pas seulement les personnes en situation de handicap, car les gens vont là où c'est le plus agréable de marcher, d'où le manque de confrontation à la réalité de certains refus face aux normes d'accessibilité.

1: Rapport Campion, 2015, *Mettant en place les Ad'AP*

2: *Re transcription des entretiens en Annexes*

Pour que les objectifs soient tenus, les sanctions ne sont pas forcément la seule solution. La préfecture qui s'occupe des suivis des dossier fait plus souvent preuve de pédagogie que de chercher la sanction à tout prix. En effet, La loi de 2005 ne manquait pas seulement de pénalités, mais surtout d'un suivi des projets. Le suivi était léger, et se portait principalement sur les ERP de 1^{ère}, 2^e, 3^e et 4^e catégories (effectif d'accueil compris entre 300 et plus de 1500 personnes), alors que la majorité des ERP rentre dans la 5e catégorie (effectif de moins de 300 personnes) que ce soit des magasins, des cabinets médicaux ou encore des écoles.

Le rôle des associations comme l'APAJH dans ce processus est essentiellement un rôle de consultation. Il existe des commissions communales d'accessibilité pour les communes ou regroupement de communes de plus de 5000 habitants. Ces commissions communales sont composés de représentants de la commune, d'associations d'usagers et d'associations représentant les personnes en situation de handicap (comme l'APAJH) cette commission a une vocation politique plus que technique.

L'accessibilité en pratique

L'accessibilité dans le cadre bâti concerne plusieurs cas à l'intérieur et aux abords des établissements.

Il y a tout d'abord les conditions d'accès rassemblant les cheminements extérieurs, le stationnement des véhicules, les conditions d'accueil et d'accès à l'intérieur du bâtiment. Les normes règlent les circulations horizontales et verticales au sein de l'édifice, les locaux intérieur et les sanitaires ouvert au public, ainsi que les portes intérieures et de sortie. Ensuite à une échelle plus petite on trouve aussi des règles sur les revêtements des sols et des parois, les équipements et mobiliers intérieur et extérieur installés, qui peuvent être des systèmes d'éclairage et d'information des usagers.

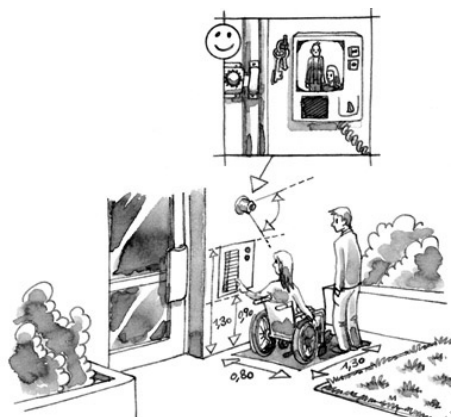


Illustration des normes liées à un élément de communication accessible, Circulaire n° DGUHC 2007-53 du 30 novembre 2007

Il y a obligation d'accessibilité pour les établissements recevant du public (ERP), les bâtiments d'habitat collectif (BHC) et pour les maisons individuelles neuves.

Le fait de se déplacer en fauteuil roulant implique une ergonomie limitée et un espace d'action restreint, défini par l'envergure des bras d'une personne assise. On pourrait le définir par un volume d'action commençant à 70cm du sol, de 60cm de profondeur à partir du buste et sur une hauteur d'environ 40cm. Le mobilier et les équipements doivent donc être adaptés à ces contraintes en plaçant dans ce volume les interrupteurs, poignées, boutons, commandes de machines, etc...

De la même façon, n'importe quel plan de travail doit être pensé pour disposer d'un espace vide sous ce meuble pour accueillir l'avant d'un fauteuil, qui ne heurte pas dans les poignées du fauteuil. Il ne doit donc pas y avoir d'obstacles comme un placard sous ce plan de travail, que ce soit un bureau, ou des lavabos ou éviers. La personne doit pouvoir atteindre le robinet aisément de la main.

Il n'est pas simple de se rendre des difficultés éprouvées au quotidien par les personnes en situation de handicap. Chaque geste effectué inconsciemment dans la vie courante peut s'avérer être une tâche difficile à accomplir pour eux. Des éléments qui nous paraissent simples comme l'ouverture d'une porte deviennent un ballet¹, nécessitant la place pour bien caler son fauteuil roulant, pour pouvoir tirer sur la poignée en se retenant ou non au mur, et manœuvrer de façon à passer la porte.

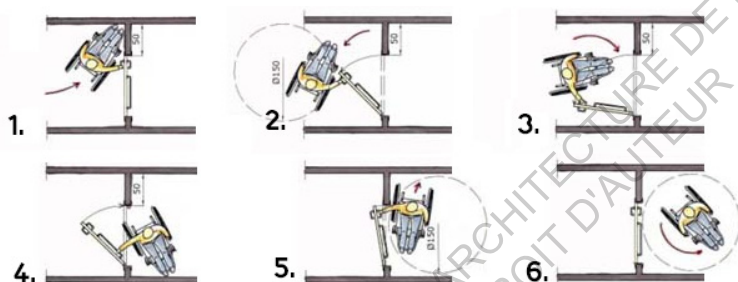


Illustration des normes liées à un élément de communication accessible, Circulaire n° DGUHC 2007-53 du 30 novembre 2007

Mieux que le simple ajout d'éléments après conception, la réflexion sur un mobilier accessible à tous ou facilement modulable pour le devenir est un bien nécessaire pour ne pas stigmatiser le handicap en faisant passer les adaptations pour des contraintes supplémentaires.

Mais cette intégration dans la conception architecturale peut aussi être porteuse de projet en apportant des concepts peu utilisés.

Le cas le plus célèbre est la Maison à Bordeaux par Rem Koolhaas (OMA) construite en 1998. Le client a été paralysé à la suite d'un accident de voiture, et devait donc se déplacer en fauteuil. Il a fait appel à l'architecte hollandais pour réaliser une maison répondant à ses besoins tout en étant aussi pour toute la famille (et qui a valu à Koolhaas une équerre d'argent).

1: Opening a door with a wheelchair - Tutorial : <https://www.youtube.com/watch?v=GV-At6hQRjg>

La maison se divise en trois niveaux, chacun proposant trois ambiances différentes, toutes reliées par un ascenseur central ouvert. Cette plate-forme est une salle en elle-même, aménagée en bureau et permettant de se rendre de la cuisine à la chambre à coucher en restant au travail. Le mur formé de bibliothèques traversant les étages permet au propriétaire d'accéder à tous ses ouvrages en montant ou descendant la plateforme.

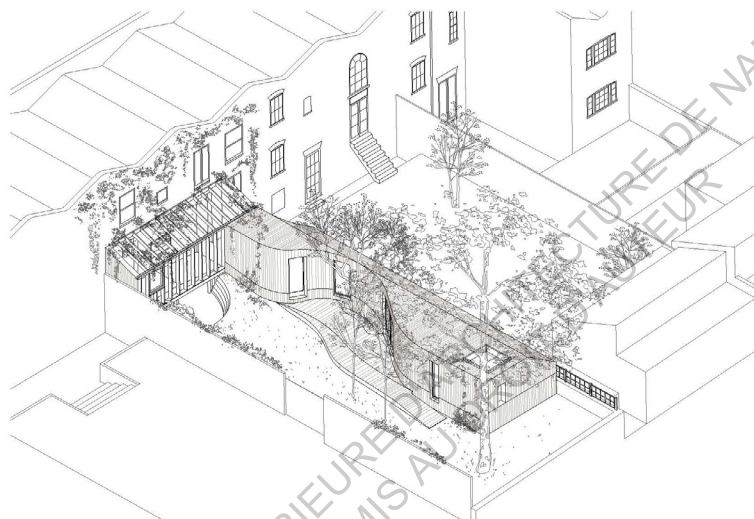


La plateforme centrale de la Maison de Bordeaux

Un autre exemple plus contemporain est l'extension d'une maison londonienne, appelé Tree House, et réalisée par les membres de 6a Architects. Ici, la commande émanait d'une femme qui devenait de plus en plus dépendante de son fauteuil roulant et qui ne sortait plus beaucoup de ses deux pièces de vie. Elle voulait rendre cette extension et son jardin accessibles, et mettre en avant ses plantations luxuriantes en préservant par la même occasion les vieux arbres existants.

Une rampe placée sous une véranda communique entre la maison existante et l'extension, qui est elle recouverte d'un bardage bois à

l'extérieur et à l'intérieur, rappelant l'image d'une cabane dans les arbres, tout en restant accessible. Le bâtiment épouse une courbe due à la présence d'un arbre, et propose une terrasse amenant au jardin, de façon à ce que la cliente puisse désormais sortir à l'extérieur plus régulièrement.



Axonométrie de l'extension par 6a Architects

Ces deux exemples de réalisations architecturales accessibles montrent comment l'architecture peut dépasser le handicap sans sacrifier la qualité d'un projet, ni son originalité, au contraire.

Ces édifices sont aussi un moyen de favoriser le vivre ensemble en permettant à ses propriétaires à mobilité réduite de profiter d'autant d'espaces que les autres membres de leur famille.



Partie 3

Expérimentation
Recherche et développement
de l'application

En tant que jeune architecte, je suis souvent confronté à un problème de visualisation de ce qui est réalisé en plan, et les outils 3D n'offrent pas un outils de représentation suffisants car restreints par leur utilisation sur un écran 2D qui fausse les perspectives.

Ce problème se pose lors de la conception d'espace à habiter ou les différentes vues et les dimensions des espaces et des éléments qui l'occupent jouent un rôle important, et d'autant plus dans le cas qui fait l'objet de ce mémoire, la conception en prenant en compte les caractéristiques nécessaires à l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite.

Partie 3

Posture et définition du projet

Il est vrai qu'il est facile de respecter les normes d'accessibilité universelle en donnant les bonnes dimensions aux couloirs et portes et de placer les cercles de retournements dans les logements sans pour autant se poser la question du chemin à parcourir et si les précautions prises sont vraiment pratiques en réalité. Les normes imposées ne doivent être vues que comme une base de travail garantissant un minimum de qualité pour un projet.

C'est pourquoi l'idée de combiner la représentation architecturale par la réalité virtuelle et une sensibilisation vis à vis des enjeux d'une architecture praticable par tous m'est venue à l'esprit lors de ma recherche de sujets de mémoire.

Le but ici est de créer une application permettant de se projeter dans la peau d'une personne en situation de handicap moteur, pour expérimenter la déambulation dans un logement, sans avoir besoin de matériel coûteux ou difficile à se procurer (tout le monde possède un téléphone, et un casque cardboard est relativement peu onéreux, contrairement au prêt de fauteuil roulant).

L'application permet aussi de visualiser les différentes normes dans le bâtiment avec des indications diégétiques (: dans la scène). L'apport de la 3D permet de se rendre compte des distances, notamment au niveau du mobilier (exemple : robinet accessible).

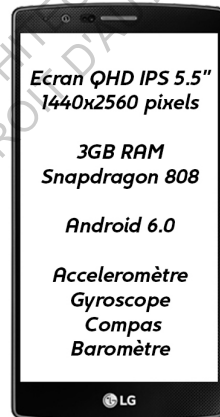
JUSTIFICATION DU CHOIX MATÉRIEL ET LOGICIEL

La réalité virtuelle dans la poche

Pour développer une application pour la technologie Cardboard, il me fallait un téléphone compatible de moyen ou haut de gamme ayant les atouts nécessaires à l'utilisation de la VR, à commencer par les différents outils permettant de reconnaître la position et la direction du téléphone dans l'espace, que l'on appelle aussi Head Tracking (suivi des mouvements de tête) une fois le téléphone mis dans un casque immersif.

Parmi ces outils, nous avons

- L'accéléromètre (*qui calcule les accélérations linéaires sur trois axes*)
 - Le gyroscope (*permettant de connaître la rotation du téléphone dans les trois axes grâce à la gravité*)
 - Un compas (*pour compléter les outils précédents et réduire la marge d'erreur de l'orientation du téléphone*).
-



Pour une meilleure immersion, la résolution de l'appareil n'est pas à négliger, elle permet de réduire l'impression de voir une grille de pixels, ou de réduire l'effet d'escalier (aliasing) propre aux logiciels 3D et jeux vidéos. Un écran d'une définition verticale minimale de 1080p est conseillée pour profiter du Cardboard.

Le G4 de LG (2015) a été mon choix car il remplissait tout les critères nécessaires en plus d'un prix avantageux en réduction. Avec un écran QHD (2560x1440px) large de 5,5 pouces, l'écran du LG G4 est semblable à celui du Samsung Gear VR (Galaxy S7), idéal pour expérimenter la réalité virtuelle.

Google Cardboard, la référence sous Android

Google a été un pionnier dans le monde de la VR en proposant en 2014 une plateforme pour faciliter le développement d'applications immersives sur téléphone à moindre coût (les casques en carton présentés lors du Google I/O étaient donnés gratuitement, en réponse au succès du lancement de l'Oculus Rift ¹⁾)

Cependant, contrairement au Daydream (2017), la nouvelle plateforme de VR par Google dédiée aux modèles sous Android 8.0+, le Google Cardboard fonctionne sans manette. Les applications peuvent néanmoins profiter des fonctionnalités du magnétomètre pour proposer à l'utilisateur un élément d'interaction mécanique, certains casques sont en effet dotés d'un aimant sur le côté droit, qui peut être glissé pour servir de bouton «switch».

Un exemple de son utilisation peut se trouver dans Google Earth pour Cardboard, où le slider permet d'activer le vol automatique dans la direction du regard ou de stopper la caméra. Il permet aussi d'accéder à des lieux prédéfinis indiqués dans le champ visuel (ex: Grand Canyon) En glissant le bouton lorsque le regard est porté sur le nom du lieu. Le nom du lieu augmente en taille lorsque le regard est centré dessus, indiquant à l'utilisateur qu'une interaction est possible.

A la place de l'aimant, certains casques proposent un bouton levier touchant l'écran du téléphone pour cliquer et trouver les mêmes interactions. Cependant, tous les casques disponibles dans le marché ne proposent pas le même moyen d'interaction, voire aucun des deux présentés plus tôt.

C'est dans cette optique d'une utilisation possible pour le plus grand nombre d'appareils que j'ai décidé de baser mon interface sur un système entièrement basé sur le regard, pour moi plus intuitif et ne nécessitant pas de toucher le casque à tout moment.

1: L'histoire de la naissance du google cardboard, sur lecardboard.com

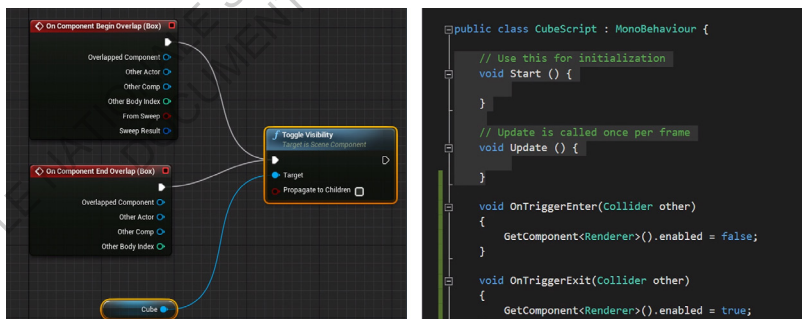
Un moteur graphique facile à prendre en main

Deux choix se sont offerts à moi pour développer mon application : Unity 5.0 par Unity Technologies et Unreal Engine 4 par Epic Games.

Ces logiciels dominant le marché sont tous les deux dédiés à la création de jeux vidéos, sont distribués gratuitement, permettent de distribuer les divers projets sur tout types de plateformes (console, ordinateurs, téléphones et plus) et disposent chacun d'une communauté très active.

Cependant, ce qui m'a permis de départager les deux fut l'environnement de travail, plus intuitif et visuel sur le moteur d'Epic . En effet , le développement sur Unity se fait via un système de scripts sous forme de code en langage c# alors que Unreal Engine propose un système de développement visuel c'est-à-dire l'utilisation de bloc de commande remplaçant les lignes de code.

Cette fonction simplifiée la donne pour un non-initié, car ne nécessite pas l'apprentissage d'une syntaxe propre au langage du code pour arriver à ses fins. Le débogage est aussi plus aisé lors de l'exécution de l'application, comme nous le verrons plus tard, car le rangement des blocs permet de se retrouver facilement, plutôt que de chercher dans une liste de code ceux qui communiquent entre eux.



Programmation sur UE4 (gauche) et Unity (droite) Les entrées et sortie de chaque commande est plus facilement lisible sous forme de bloc.

Mes connaissances au commencement du développement étaient celles d'un amateur ayant déjà touché 2, 3 fois au logiciel pour son potentiel de rendu vidéo en temps réel. Une grosse partie du travail a donc été de comprendre le fonctionnement du système de production avec un tel logiciel et d'effectuer des recherches dans la documentation à ma disposition pour trouver les bons outils.

Cette 3ème partie du mémoire sera donc descriptive des différentes étapes du développement, pour pouvoir comprendre comment les éléments s'imbriquent entre eux, en plus d'expliquer ma démarche en parallèle.

Premiers désirs et premières impossibilités

Mes premières intentions, il y a un an, évoquaient l'élaboration d'une application promettant deux modes:

- Un mode de démonstration, sous forme de «serious game» (jeu à but pédagogique) immergeant le spectateur dans un environnement conçu pour montrer les principaux aspects de l'accessibilité en architecture avec des exemples et contre-exemples.
- Un deuxième mode serait lié à la création, comme un outil, où l'utilisateur pourrait importer son propre modèle 3D pour le «tester» avec l'application.

Mes premiers contacts avec Unreal Engine m'ont fait prendre conscience que ni UE4, ni Unity par ailleurs, ne prenait en compte l'import de modèle 3D dans une application, et encore moins sur une plateforme comme les smartphones. Le deuxième mode escompté a donc rapidement été abandonné. (Il fallait aussi prendre en compte le fait que le modèle ne serait pas optimisé, même sans textures, donc difficilement envisageable sur téléphone.)

Méthode de travail

La première étape de mon travail a été d'ébaucher un storyboard de ce que je voulais faire expérimenter à l'utilisateur de l'application.

De cette façon j'ai commencé à lister des lieux intéressants à traiter et de construire le parcours et le monde virtuel en fonction.

une fois les idées posées sur le papier, je me suis mis à commencer a expérimenter sur Unreal Engine, en regardant de nombreux tutoriels pour créer le personnage principal et ses interactions possibles avant de commencer de penser à la modélisation des éléments de l'environnement. Une fois sûr que les mécanisme de bases fonctionnaient, je me suis mis à la modélisation.

Partant du cas des normes relatives aux logements, et plus particulièrement au logement collectif, Il était obligatoire d'avoir les espaces principaux qui obéissent aux normes : Un espace de vie, une chambre et une salle d'eau. En sortant du logement, il était intéressant d'avoir des circulations communes horizontales et verticales : un couloir et un ascenseur. Dans cette continuité, on retrouve les espaces communs du hall d'entrée et de l'espace des boîtes aux lettres.

Ensuite, un élément important dans de nombreux projets architecturaux est la réflexion de l'accrochage du bâtiment au sol, et qui en réponse à la loi doit faire appel à une rampe d'accès si une entrée se situe en surélévation par rapport au niveau du sol. J'ai donc volontairement surélevé mon bâtiment d'un demi mètre pour avoir besoin de faire appel à une rampe, elle même pensée pour montrer le panel des principales inclinaisons de sol autorisées. Il reste ensuite l'espace extérieur, et l'emplacement pour une place de stationnement pour personnes à mobilité réduite.

Une fois l'environnement général modélisé et texturé, j'ai pu y rajouter les interactions localisées propres à chaque situation pensées précédemment.

La dernière étape fut de résoudre les bugs et de simplifier et optimiser l'application pour pouvoir exporter sa version finale.

CE QU'IL FAUT SAVOIR SUR UNREAL ENGINE

Fonctionnement des Blueprints

Unreal Engine propose deux systèmes de codage pour développer un jeu ou une application. Le premier moyen est par le codage en langage C++, le deuxième par l'utilisation d'un environnement de script visuel appelé Blueprints.

Les Blueprints sont un moyen plus intuitifs et facilement lisible de coder une application, utilisant des systèmes de boîtes reliées par des câbles virtuels (nodes), permettant de créer un script qui constitue le Blueprint.

Exemple de Blueprint : L'acteur appartenant au menu, permettant de passer d'une vue 3D à 2D en l'activant.

Objet 3D (Mesh)
avec boîte de collision

Texte informatif



Si il se passe une interaction avec l'objet, celui-ci doit déclencher une commande pour changer entre le mode 3D et 2D. L'acteur est donc composé des objets qui doivent interagir, auxquels on intègre le Blueprint.

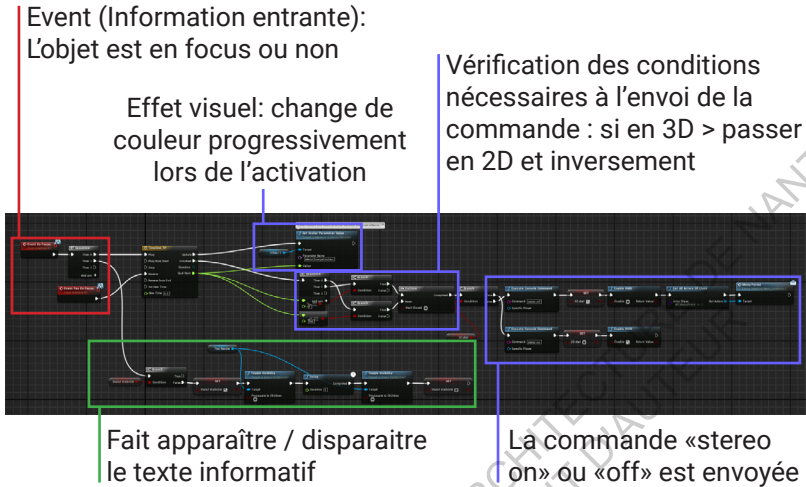
Le Blueprint est composé de différents blocs. Les blocs «Event» (rouges) sont les éléments déclencheurs du script.

Les blocs bleus sont les actions réalisées.

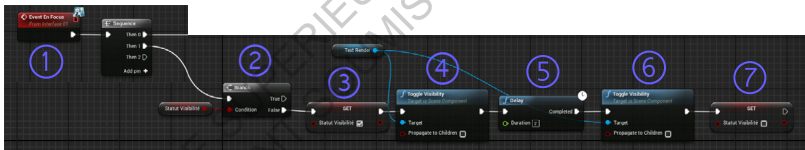
Les fils blancs indiquent l'ordre des blocs, les fils verts correspondent à des valeurs numériques, et les fils bleus indique qu'un des mesh est appelé dans le script.

Il existe une grande variété d'éléments qu'il serait compliqué de décrire, c'est pourquoi une explication visuelle est nécessaire :

Décomposition des parties du Blueprint



Traduction d'une partie du Blueprint



- ① L'objet est en focus, (Event En Focus)
Vérifier que le texte ne soit pas déjà affiché :
- ② Si Statut Visibilité = False,
- ③ Alors changer le statut sur Vrai (Set Statut Visibilité=True) puis
- ④ changer l'affichage de l'objet «Texte Render» (Si l'objet était caché, il sera affiché)
- ⑤ Attendre 2 secondes (Delay=2)
- ⑥ Rechanger l'affichage de l'objet «Text Render»(redevient caché)
- ⑦ Rechanger le «Statut Visibilité» sur False

(Par défaut, le Statut Visibilité commence en étant sur False.)

1: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Engine/Blueprints/>

Maintenant que nous avons vu cette introduction au fonctionnement du Blueprint, il est nécessaire de présenter les différents types de Blueprints. Il existe plusieurs catégories définies par leur champ d'action, et la façon dont ces Blueprints communiquent entre eux ou avec le monde.

- Le Blueprint principal ou «Level Blueprint», sert à des éléments très généraux qui n'ont pas besoin d'être associés à des objets.

Je l'ai peu utilisé dans mon cas, il servait uniquement à activer un compteur de FPS (Frame per Seconds) pour visualiser la fluidité du jeu.

- Le «Blueprint Class», comme vu précédemment, qui est lié à un objet physique (mesh), appelé «Parent», auquel on peut lier d'autres Blueprints en tant que «Child» (enfants/ sous-Blueprints)

- Le Blueprint Interface, qui regroupe des fonctions générales qui peuvent être appelés depuis d'autres Blueprints. C'est l'un des meilleurs moyens de communiquer entre les différents scripts

-> Tous les Blueprints principaux sont présentés en annexe

CRÉATION DE L'APPLICATION

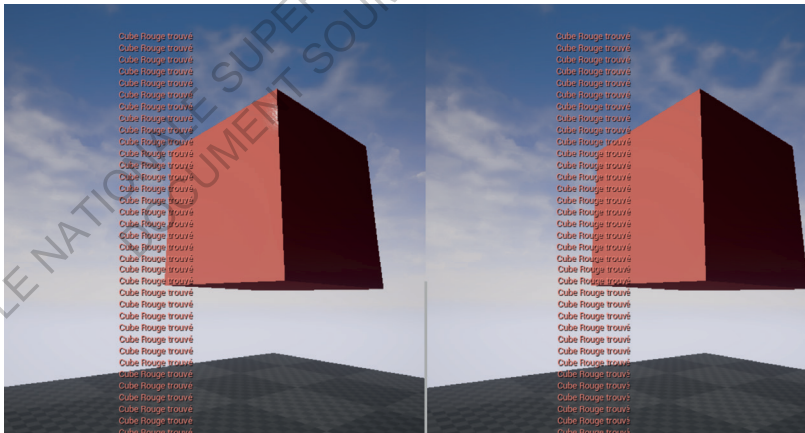
Élaboration d'un personnage jouable

La première étape dans la création d'un jeu ou d'une application lorsque l'on passe sur un moteur de jeu est de créer l'avatar du joueur et ses interactions avec l'environnement. Les premiers tests se font alors dans un espace épuré et des éléments très simplifiés, pour vérifier que tout fonctionne, avant de créer l'habillage graphique.

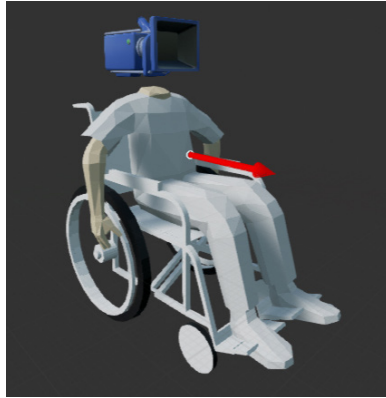
Avec l'exemple de l'Alpha d'Overwatch (2016), on peut voir que l'interface et les personnages revêtent leur apparences quasi-finales et que toutes les interactions et déplacements sont aussi créés en amont de l'environnement virtuel.



Image de gameplay d'une partie sur l'Alpha d'Overwatch



Alpha de mon application avec les premières interaction basées sur le regard. Lorsque le cube est en focus (au centre du regard), il devient rouge et affiche un message à l'écran.



Aspect définitif du joueur

Le personnage jouable («Pawn» dans Unreal Engine) est dans mon cas formé d'un fauteuil roulant dans lequel siège un personnage sans tête. L'absence de crâne est tiré de l'observation simple que l'on ne peut pas voir sa tête ou son cou dans la réalité en bougeant le regard, et enlever le modèle 3d de la tête permet une fois dans l'application de retrouver ce même effet. Le choix d'une vue à la première personne était le plus approprié pour garantir une immersion réaliste et une meilleure appréciation des distances.

La caméra représente les yeux du spectateur. C'est à partir de cet élément que se basent toutes les interactions du jeu

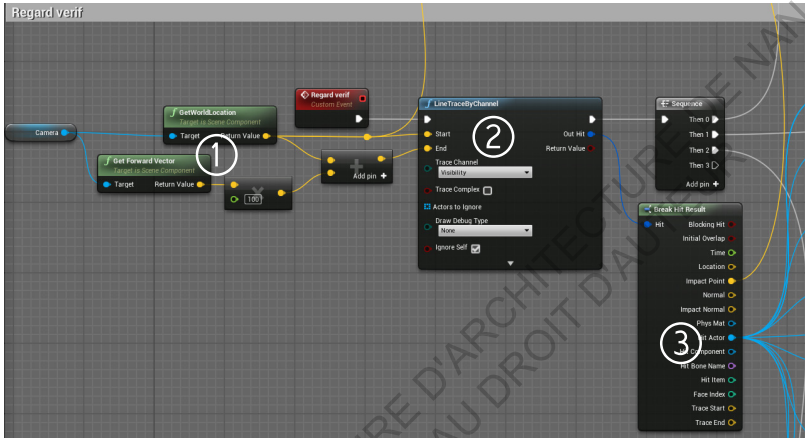
«Gaze based interface»

Le choix à été fait de créer une interface entièrement basée sur le regard. Seulement, un tel système doit être fabriqué car il n'existe pas, par défaut, dans le moteur de jeu.

Pour ce faire, la première partie du Blueprint BP_Pawn (joueur) correspond donc à la visée du regard.

Pour interagir, on part du vecteur de direction de la caméra/regard du joueur ①. On trace une ligne imaginaire dans cette direction ②

et des blocs de commande réagissent si cette ligne entre en collision avec les objets présents ③ (Out Hit du bloc TracebyChannel, lié à chaque acteurs auxquels on veut qu'il réagisse par le bloc BreakHitResult) Ainsi, si le regard croise l'objet permettant d'avancer droit, la collision entre la ligne et l'objet envoie l'ordre d'interaction à l'objet.



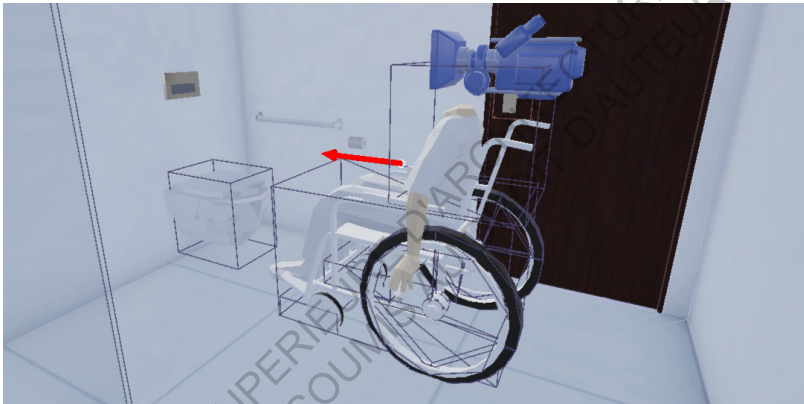
Extrait du Blueprint de l'avatar (BP_Pawn)

NAVIGATION VIRTUELLE

Une fois la base créée, il est temps de s'attaquer à un moyen de se mouvoir dans l'espace. Pour cela, un cercle de déplacement interactif placé en face du fauteuil permet d'avancer, de tourner et de reculer, à la manière d'une manette sur un fauteuil roulant électrique. (Plus de détails à ce propos dans la partie «Interface» de ce mémoire)

Le fauteuil se déplace à 3.6km/h, une vitesse assez réaliste pour un déplacement calme, et qui ne presse pas l'utilisateur qui pourrait se sentir précipité si le rythme était plus soutenu, et cela générerait aussi les déplacements plus délicats comme le passage d'une porte par exemple. Cela est aussi causé par le fait que la vitesse soit fixe et non graduelle, étant donné l'interface minimaliste, qui fait que la vitesse doit pouvoir convenir aux longs déplacements comme aux petites manœuvres.

Le système de déplacement a été particulièrement complexe à réaliser, la faute à mon manque de connaissances. Les premiers problèmes sont apparus rapidement et sont dûs aux collisions de l'objet. Les collisions sont un composant attaché à chaque modèle 3D (mesh) auquel on souhaite appliquer des règles de physiques, afin de définir si un objet est traversable ou non. Les collisions sont des volumes 3D «solides» qui ne peuvent pas se rentrer les uns dans les autres, et qui causent donc les collisions. Des règles de physiques supplémentaires peuvent être appliquées pour définir le rebond causé par une collision, ou si une surface est glissante ou



Visualisation des volumes de collision (arêtes en violet)

Les collisions sont des modèles simplifiés de leur mesh de référence, et peuvent être de simples cubes, comme montré sur l'image ci-dessus. Pour l'avatar, les collisions sont composées d'un volume entourant le buste, un autre englobant les jambes et le fauteuil, et de deux volumes en forme de cylindre simplifié autour des roues arrières. Plutôt que d'avoir un seul grand volume englobant tout le personnage, cette disposition permet de faire passer le fauteuil sous les plans de travail comme une table ou un lavabo sans se heurter à un mur invisible.

Un problème récurrent dans les jeux vidéos liés aux collisions sont les frottements qui peuvent parfois bugger. En effet si un élément possédant une vélocité se cogne à un autre élément statique la collision va bloquer l'objet (l'objet statique oppose une

force inversement égale à la force qui lui est appliquée), mais il va continuer à essayer d'avancer et on aura du frottement entre les deux volumes de collision. La simulation étant une approche très simplifiée de la physique réelle, on peut avoir un défaut qui permet malgré tout aux deux volumes de s'entre-pénétrer ce qui cause ainsi une incompréhension du programme qui va penser que la vitesse du premier objet est plus importante et donc appliquer une force en retour de la même puissance. La résultante en jeu est soit un léger sursaut de l'objet en mouvement, ou dans des cas plus extrêmes, un catapultage de l'objet dans la direction opposée à son mouvement initial. Le cas le plus connu auprès des joueurs est le Glitch de la balançoire, dans le jeu Grand Theft Auto IV, qui permet de catapulter des véhicules en exploitant un défaut de collision lié au pied d'une balançoire.¹

Mon application n'y fait donc pas exception, même si certaines solutions doivent pouvoir exister pour y remédier. Mon avatar peut se résumer à un simple objet qui réagit à des ordres lui indiquant une vitesse de déplacement horizontal ou une rotation provenant du cercle de déplacement interactif mentionné plus tôt. Un de mes nombreux essais infructueux fut de reprendre le fonctionnement d'un véhicule lambda, dont les caractéristiques de bases sont pré-intégrées au logiciel. On peut de cette manière réaliser un véhicule réagissant de façon réaliste, avec des systèmes de suspensions des roues, une adhérence des pneus, divers réglages liés au moteur...

Seulement un tel fonctionnement reste trop complexe pour un fauteuil roulant, car ne nécessitant pas toute cette complexité automobile. Le résultat fut un fauteuil qui manquait d'adhérence, et qui bougeait seul faute à la différence de taille des roues avant et arrière.

Les seules améliorations que j'ai pu appliquer sont une augmentation de la gravité, qui permet au siège de rester plus accroché au sol, et un script permettant de remettre le fauteuil vertical si celui-ci venait à se retourner.

Ce script est basé sur l'estimation de l'inclinaison de l'avatar qui est utilisé pour afficher le pourcentage d'inclinaison en jeu.

1: Le glitch de la balançoire, http://gta.wikia.com/wiki/Swing_Glitch

Motion sickness

Un problème récurrent lié aux déplacements en réalité virtuelle est le «motion sickness» ou cinétose, une nausée qui provient d'une incompréhension du cerveau lorsque les informations visuelles qu'il reçoit ne correspondent pas aux informations provenant de l'équilibre. Un faible décalage entre les images et les mouvements de la tête peuvent aussi causer ce problème.

Les cas les plus visibles de ce mal se ressentent lorsque l'on est debout et que notre avatar marche alors que l'on reste fixe, donnant l'impression de flotter au dessus du sol, ou quand on est dans un ascenseur ou l'on voit l'extérieur s'élever lorsque l'on descend, donnant l'impression de tomber sans ressentir les changements d'accélération habituels dans un ascenseur réel (Batman Arkham VR). Un moyen d'y remédier est d'utiliser la téléportation, pour éviter tout déplacement qui serait incohérent avec les mouvements réels.

L'avantage d'utiliser un fauteuil comme moyen de locomotion dans mon application permet de réduire ce défaut en ayant une absence de mouvement du corps en accord avec la réalité d'une personne assise sur sa chaise ou un siège.

INTERFACE GÉNÉRALE

Un maniement à l'oeil

Comme indiqué dans le paragraphe sur les systèmes d'interaction liés au Cardboard, j'ai fait le choix de proposer une interface basée sur le regard. Une réflexion doit donc être faite pour que l'utilisateur ne soit pas perdu, et que l'interface reste intuitive et d'apparence simple.

Le premier point à aborder est la question du réticule. Pour savoir où se situe l'élément qui va créer l'interaction, nous avons l'habitude de nous servir d'un curseur ou réticule sur ordinateur, que ce soit la souris qui se balade sur l'écran ou un point au centre de l'écran indiquant la visée d'une arme dans un jeu de tir. Le problème se

posant en réalité virtuelle est le passage à la troisième dimension de l'interface, obligeant ce réticule à ne plus être accroché à un seul plan. En effet, si l'élément de visée restait fixe, cela signifierait qu'il se situe à une distance précise des yeux du spectateur, et les effets de stéréoscopie rendraient la lisibilité compliquée de la ligne imaginaire que représente habituellement un réticule.

Il était nécessaire de trouver un moyen d'indiquer où se situait le curseur en fonction des divers éléments, tout en restant le centre du regard.

Il faut penser le système comme un faisceau laser, c'est pourquoi mon réticule devait être visible sur les éléments sur lesquels notre ligne invisible du regard venait rentrer en collision, comme le serait le point lumineux d'un laser (voir p.55-56).

Le curseur prends la forme d'un réticule rond par choix esthétique, plus agréable qu'une croix car plus en adéquation avec le reste des éléments formant les menus et aussi plus visible qu'un simple point.

Le réticule disparaît s'il est placé à plus de 1,2m du buste de l'avatar, rendant les interaction avec des éléments plus lointains impossible. De cette façon, seuls les objets qui seraient à portée de bras d'une personne en fauteuil roulant dans un environnement réel peuvent être touchés.

Sensation de contrôle

Un tel système d'interface diffère d'une interface plus classique comme celle d'un ordinateur, où les actions s'effectuent au clic, ou sur un portable avec des actions au doigt, c'est à dire avec une action mécanique qui assure à l'utilisateur une sensation de contrôle directe.

Sans outil intermédiaire pour offrir de feedback, il faut indiquer à l'écran que l'action est bien prise en compte. Les actions ne peuvent pas non plus s'effectuer d'un coup étant donné que le curseur correspond aussi au regard, pour éviter de cliquer sans le vouloir sur tout ce qu'on observerait. Il faut donc un temps de chargement

avant chaque interaction, pour que le spectateur puisse valider une action en restant fixe, ou l'éviter en regardant ailleurs avant la fin du temps.



Interactions sur un panneau d'introduction - vTime

vTime est un très bon exemple d'application en réalité virtuelle basant son interface sur le regard utilisant les principes dont je fais écho. vTime est un réseau social en VR permettant de discuter avec des inconnus à travers des avatars virtuels.

Dans ce cas, le réticule est toujours sur un plan fixe, car les seules interactions se font sur des menus, eux-mêmes sur un plan fixe.

Pour indiquer qu'une interaction est en cours de validation, un cercle de chargement apparait autour du réticule.

Pour mon application, j'ai voulu indiquer ce temps de chargement d'une manière plus subtile, en l'affichant directement sur l'élément du menu concerné. Chaque élément du menu est un cercle coloré contenant une icône minimaliste représentant l'action qu'il provoque, et un texte en dessous pour apporter une description plus précise tout en restant succincte. Pour indiquer la validation d'une action, la couleur de l'élément devient graduellement verte, couleur universellement utilisée pour indiquer la validation ou le succès d'une action. Une fois ce temps écoulé, l'action est exécutée.



Sélection d'un élément du menu et son changement de couleur

Le cercle avec une croix sur l'image ci-dessus est le bouton permettant de dérouler le menu. Ce bouton reste présent au dessus du joueur pour qu'il puisse accéder aux éléments du menu quand il le souhaite. Pour indiquer l'interaction, le bouton change lui aussi de couleur, et effectue une rotation de façon à montrer un «+» quand le menu est fermé, invitant l'utilisateur en vouloir en voir plus, et lorsque le menu est ouvert, la rotation transforme le plus en croix, car utilisé dans la majorité des interfaces pour clore une fenêtre.

L'interface dans son ensemble reprend la simplicité du flat design, avec des couleurs pastel et unies, une utilisation de formes géométriques formant les divers éléments et l'absence d'effets inutiles à la compréhension de chaque action comme des ornements, une police d'écriture fantaisiste ou des éléments avec trop de détails.

Le Menu déroulant se compose de trois éléments :

- Le bouton «2D» pour enlever la stéréoscopie et profiter de l'application sans casque Cardboard.
- Les crédits, pour connaître l'origine de l'application et les personnes y ayant participé
- Un bouton de téléportation, permettant de se rendre directement dans l'appartement, pour éviter de faire tout le parcours pour y monter à chaque fois qu'on lance l'application. Lors du développement, ce bouton était très utile lors des bugs faisant tomber le fauteuil dans le vide, en ramenant l'avatar dans un endroit sûr.

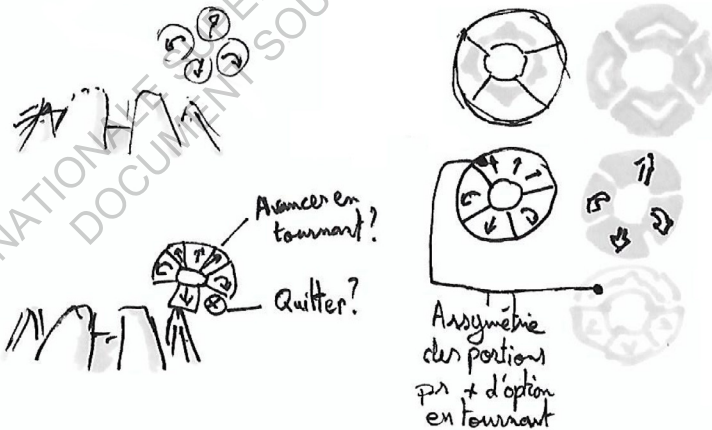
Le cercle de déplacement se situe légèrement à droite en partie basse pour ne pas masquer la vue en avant.

Sa taille est définie pour ne pas occuper trop d'espace tout en restant pratique à utiliser.

Malgré son placement, on peut quand même se déplacer en voyant où avance le fauteuil.



Le cercle est divisé en quatre parties : la partie haute pour avancer, les parties latérales pour tourner sur soi même et la partie basse pour reculer. La partie haute est en asymétrie par rapport à la partie inférieure car les mouvements en avant sont plus importants, et le module profite de cette plus grande largeur pour cacher en réalité trois boutons en un. en effet, les parties latérales du bouton supérieur permettent à la fois d'avancer et de se tourner en même temps. Cela permet une plus grande fluidité d'action, sans utiliser un système entièrement graduel, qui serait plus difficile à implémenter et à représenter.



Croquis de recherche

Une des interrogations portait sur la présence d'un moyen de cacher le cercle.

La trop grande utilisation du cercle a rendu contre-productif son absence.

Interactions hors-interface

Les interactions avec les éléments extérieurs aux menus ne revêtent pas la même représentation car on agit ici directement sur les éléments du monde. une couleur permet de lier les différentes interaction : un orange légèrement sombre, qui se détache visuellement du reste du monde virtuel.

Les actions manuelles sont l'ouverture des portes et les interactions avec l'ascenseur.

Pour ces deux types d'interactions, on abandonne le changement de couleur pour indiquer le temps de chargement par l'apparition d'un contour orange autour de l'objet touché.



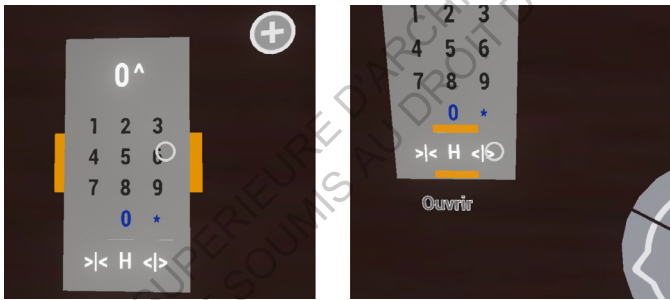
Un contour apparaît autour de l'objet pour l'activer

Techniquement parlant, ce «contour» est un simple mesh plan qui est étiré pour donner l'effet désiré. L'ouverture de la porte est ensuite automatisée, le joueur sera donc poussé par la porte s'il se met dans son ouverture pour l'empêcher de se fermer. Toutes les portes ne sont pas ouvrables, le message «fermé» apparaît donc au-dessus de celles-ci pour que l'utilisateur aie un retour d'information pour ne pas être frustré, et l'explication claire ne laisse pas de place au doute.

Le cas de l'ascenseur

Les boutons d'appel de l'ascenseur permettent de lancer l'animation d'ouverture des portes, qui se referment automatiquement après 5 secondes. Une fois à l'intérieur, l'utilisateur peut soit regarder le haut du panneau de commande pour monter à l'étage, ou le bouton d'ouverture en partie inférieure du panneau. Ce bouton s'est avéré utile à simuler au cas où la personne ne serait pas sortie à temps de l'ascenseur une fois arrivé et que les portes se seraient refermées.

Le haut du panneau permet de monter au 5ème étage où se trouve l'appartement, ne laissant pas le choix à l'utilisateur, et évitant de la même manière de devoir créer des interactions pour chaque bouton d'étage, qui deviendrait peu maniable vu la petite taille des boutons.



Panneau de contrôle de l'ascenseur, divisé en deux éléments interactifs

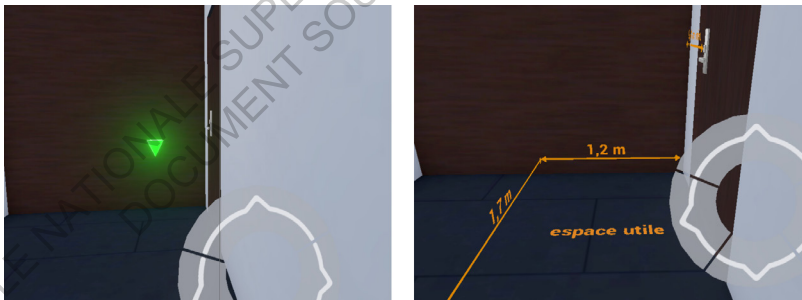
Une première version de l'ascenseur possédait l'animation de l'ascenseur montant à l'étage désiré, seulement un problème de collision comme évoqué page 58 empêchait le bon fonctionnement de la montée. Le problème ne se produisait qu'une fois l'application sur le téléphone, et lors de la montée, le fauteuil glitchait avec le sol, le retournant dans tout les sens, et le faisant parfois traverser les parois de l'ascenseur pour ensuite voir l'avatar tomber infiniment sous le modèle 3D du monde virtuel.

Avec plusieurs essais de réglages, j'ai finalement décider de «truquer» la montée en créant deux ascenseurs fixes, un au RDC, l'autre à l'étage désiré, et lorsque le personnage rentre dans l'ascenseur du RDC, l'animation des chiffre se lance, laissant penser

à l'utilisateur que l'ascenseur s'est bien lancé, et une fois le temps écoulé, l'avatar est téléporté dans l'autre ascenseur, identique en tout point, mais ouvrant ses portes sur le couloir du 5ème étage. L'illusion est imperceptible pour qui ne le sais pas, et règle ainsi le souci de catapultage.

Interaction invisible: Les Triggers

Passons maintenant à la façon donc apparaît l'affichage des normes dans l'environnement virtuel. Un des buts de l'application est de faire le lien entre l'expérience vécue en fauteuil et ce qu'elle représente selon la loi, par le truchement de dimensions normées. Ainsi l'application permet de montrer les différentes mesures en superposition du mobilier ou des lieux dans lequel elles prennent effet. Sont donc indiquées les hauteurs à laquelle doivent se trouver les éléments du logement, les espaces utiles aux manœuvres du fauteuil que ça soit devant une porte ou à côté des toilettes, mais aussi le fameux cercle de retournement.



Apparition des normes quand le fauteuil est assez proche pour les lire

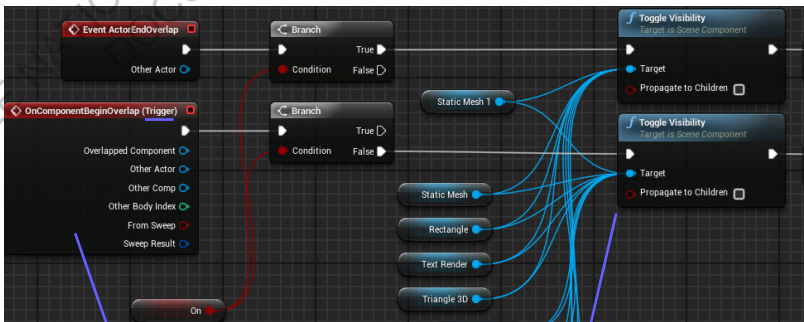
Pour ne pas brouiller la vue, les éléments d'informations ne s'affichent que lorsque l'on s'en approche, et seul une flèche lumineuse indique les emplacements à aller voir pour les faire apparaître.

Pour inviter l'utilisateur à se déplacer dans la bonne direction, il fallait utiliser un élément de gameplay attirant l'œil. A l'origine un simple point lumineux, j'ai finalement opté pour un cône vert clignotant, car rappelant la forme d'une flèche, et qui fait écho à bon nombre de tutoriels de jeux vidéos indiquant d'une flèche colorée les actions à effectuer et les endroits où aller.



Flèche indiquant l'action à effectuer dans Grand Theft Auto: San Andreas (Gauche) et The Simpson : Hit and Run (Droite)

La façon dont apparaissent les normes uniquement lorsque l'usager est assez proche repose sur l'utilisation de déclencheurs invisibles : les Trigger Volumes. Les Triggers fonctionnent un peu comme les volumes de collision, mais plutôt que d'empêcher un élément de passer à travers, le volume fait le contraire en envoyant une information lorsque le volume de collision du joueur chevauche le Trigger Volume. Il fonctionne comme un interrupteur à l'intérieur des Blueprints, ce qui permet dans mon cas d'afficher les modèles voulus.



«OnComponentBeginOverlap(Trigger)»: Affichage des éléments : On/Off Chevauchement avec le trigger

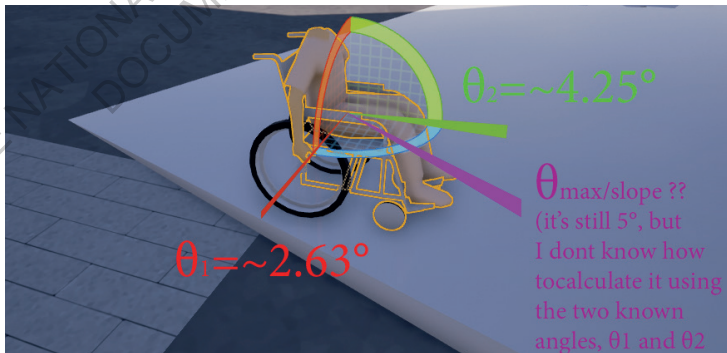
Attention à la marche

Pour indiquer d'une manière plus dynamique les règles liées à la non planéité du sol, le pourcentage de la pente sur laquelle le fauteuil se trouve est indiquée au centre du cercle directionnel, quand celui-ci se situe dans la zone de la rampe d'accès à l'entrée de l'immeuble.

La valeur indiquée change de couleur en fonction de la catégorie dans laquelle elle se trouve : entre 0 et 5%, la valeur est verte car une personne en fauteuil n'as pas besoin de palier de repos, au dessus la couleur passe successivement du jaune, orangé puis rouge au delà de 12%, car non accessible même avec un palier de repos.

L'indication était à l'origine présente tout le long de l'expérience, mais elle ne se révélait utile uniquement au niveau de la rampe, et pouvait aussi mettre l'accent sur le défaut lié aux collisions, qui font que le fauteuil peut se cambrer légèrement lorsqu'il heurte un élément solide, affolant le compteur qui passerait alors régulièrement au rouge si une personne venait à essayer de longer un mur.

N'ayant plus beaucoup de rappels de mes années lycée, le calcul du degré d'inclinaison du plan sous le fauteuil à partir des orientations dans les trois axes XYZ de l'avatar s'est avéré plus complexe que je ne l'imaginais.



Explication visuelle de mon problème de math

Je me permets donc de remercier ici un utilisateur de Reddit pour m'avoir apporté la solution cherchée (u/waterloozier sur le sousreddit r/cheatatmathhomework)¹

La solution (imparfaite, mais avec un très faible écart d'imprécision) - est tout simplement $\theta_1^2 + \theta_2^2 = \theta_{\max}^2$, où conformément à l'image précédente, θ_1 correspond à l'angle selon l'axe longitudinal (Roll) et θ_2 l'angle selon l'axe latéral (Pitch). L'angle en degrés de la pente est donc égal à : $\sqrt{\theta_{\max}^2} = \theta_{\max}$.

Ce calcul est retranscrit dans le script et convertit en pourcentages (avec pente de 45° = pente de 100%) pour ensuite l'afficher à l'écran.

MODÉLISATION ET TEXTURAGE

Un environnement neutre

Afin de réaliser une application informative sur des règles générales liées à l'accessibilité, un environnement neutre s'est imposé de lui-même, qui ne ressemble à aucun exemple concret, mais qui rappelle des éléments communs à un bon nombre de logements collectifs auquel l'utilisateur a des chances de s'identifier.

Comme expliqué dans ma méthodologie de création de l'application, une liste des espaces principaux à intégrer à mon application m'a permis d'ensuite les assembler pour former le parcours final dans un bâtiment de logement collectif.

Le style des immeubles est inspiré des bâtiments qui proviennent d'une production architecturale contemporaine de logements collectifs que l'on retrouve partout en France dans les quartiers neufs à l'image du quartier de la création à Nantes, du quartier

1: https://www.reddit.com/r/cheatatmathhomework/comments/66iq5o/inclinaison_of_a_slope_using_two_known_angles/

Confluences à Lyon ou encore le quartier Ginko à Bordeaux par exemple. Je me suis servi de multiples références photos provenant de ces lieux afin de les hybrider lors du dessin des textures des bâtiments.



Textures des différentes façades

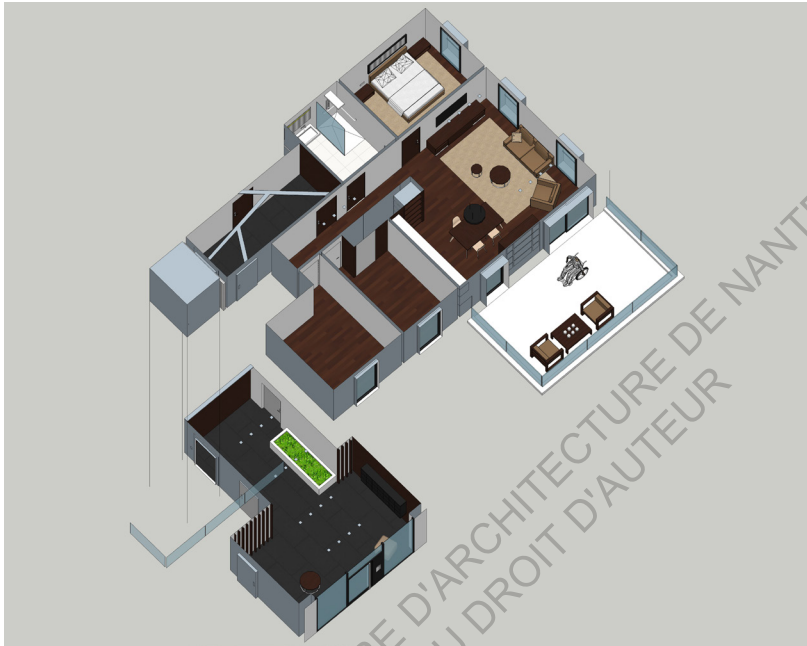


Skyline lointaine

De la même manière, l'appartement s'inspire de plans existants, que l'on peut trouver sur les sites des promoteurs immobiliers ayant fait construire dans les quartiers cités plus haut. N'ayant pas la nécessité de faire plus que les pièces sélectionnées au préalable, l'appartement contient deux chambre inaccessibles, économisant sur la puissance de calcul du téléphone le mobilier complet d'un logement de type T4.

L'ensemble a été modélisé sous Sketchup et importé par petits groupes dans Unreal Engine.

Les jeux créés sur smartphone sont limités par la puissance du téléphone, ainsi chaque économie de polygone composant les objet est la bienvenue. Le choix d'un mobilier minimaliste et très orthogonal n'y est donc pas totalement étranger. C'est la raison pour



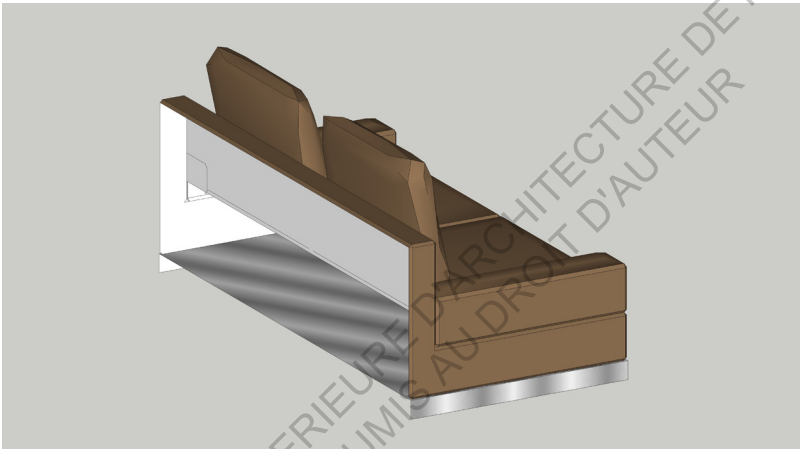
Axonométrie des intérieurs



Catalogue des différents éléments meublant l'appartement et le hall

laquelle les éléments comme les poignées de porte ou les robinets reprennent un design aussi rectangulaire, car les formes courbes ou arrondies peuvent multiplier le nombre de polygones d'un objet très rapidement.

Les faces qui ne sont pas visibles ne sont pas non plus obligées d'être modélisées. Les objets ne sont donc qu'une façade, comme un décors de cinéma.



La face collée au mur n'a pas besoin d'être modélisée, elle est donc supprimée

Duplicatas

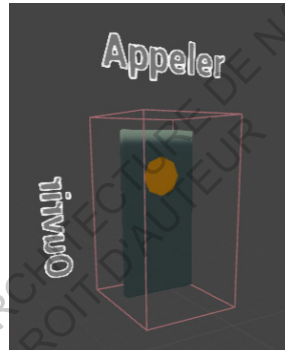
Parmi les méthodes d'optimisations expérimentées, on peut aussi citer les instances.

Les instances sont des copies d'un modèle 3D qui permettent à l'ordinateur de ne calculer les modèles qu'en une fois plutôt que de rendre chaque modèle un par un.

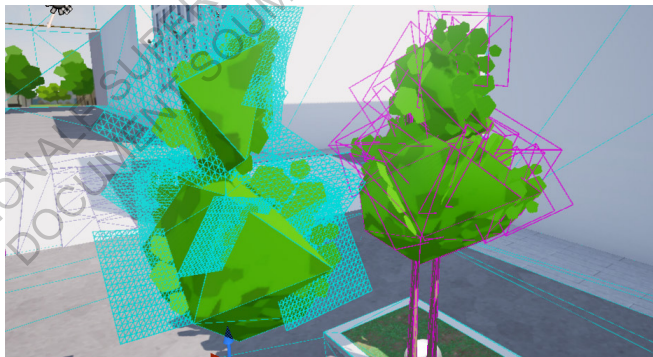
On peut créer ces instances grâce aux Blueprints, et c'est de cette façon qu'on étés placés les arbres dans la rue. Une instance d'un mesh garde obligatoirement la même composition polygonale, mais on peut néanmoins changer sa couleur et sa taille et rotation pour apporter des variations.

Le nombre de mesh doit aussi être le plus réduit possible pour économiser de l'espace de stockage, c'est pourquoi certains objets peuvent se voir confier plusieurs utilités. Un des mesh les plus utilisés est un simple carré orange, qui une fois étiré sert de ligne droite pour former les flèches indiquant les mesures, mais aussi sert de «contour» orange lors d'une interaction avec un objet comme les poignées de portes ou les boutons d'ascenseur.

Le bouton d'ascenseur est d'ailleurs lui même composé de deux face, la première qui correspond au boîtier extérieur à l'ascenseur, et au verso du bouton se trouve se qui sert de bouton «ouvrir les portes» sur le panneau de commande à l'intérieur de l'ascenseur. Étant donné que les deux boutons avaient la même finalité d'action, je les ai fusionnés en un seul objet car on ne voit jamais les deux faces en même temps.



Les messages indiquent les interactions possibles des deux côtés



Visualisation des polygones avant et après avoir résolu l'erreur

Il est nécessaire de toujours vérifier chaque modèle 3D car on peut avoir des surprises, comme mes modélisation d'arbres, où certaines faces contenaient beaucoup trop de polygones alors qu'elles n'en nécessitaient que 2.

Un autre moyen de réduire le nombre de polygones affichés à l'écran est l'utilisation des Level Of Detail (LOD) qui permettent d'afficher un modèle 3D simplifié d'un objet si il est situé assez loin. On peut définir différents stades de LOD pour avoir des changements graduels du niveau de définition d'un modèle.



Style graphique

Le style général donné par les textures se veut simple et minimaliste, et légèrement cartoonesque à la manière de Zelda Wind Waker ou plus récemment de RiME.

Cela se traduit par des texture avec peu de détails ou d'impuretés, des aplats de couleurs unis et l'absence d'effets d'ombres que pourraient apporter des «normal maps» (simulant une réaction à la lumière de la texture pour donner une impression de relief sur une surface plate)



Zelda Windwaker (Nintendo)



Rime (Tequila Works)

Les matériaux sur Unreal Engine utilisent aussi un Blueprint¹ pour fonctionner, ce qui fait ressembler l'éditeur de matériaux au logiciel Substance, utilisant le même système de développement visuel. Les matériaux ne présentent pas de shaders complexe. La plupart n'utilisent qu'une «texture map» avant d'être appliqué, seul les matériaux bois et métallique possèdent une «reflection map» pour donner un aspect plus brillant ou réfléchissant.



Les textures ont été dessinées sous Photoshop, d'une résolution assez basse de 128 x 128 pixels.

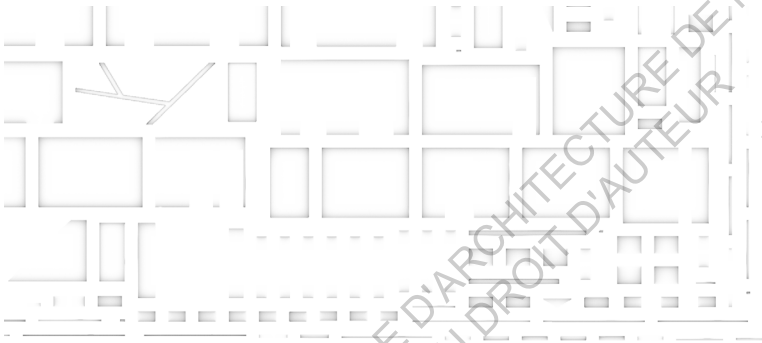
La plupart des textures sont appliquées directement sur le modèle, mais d'autres utilisent un mode appelé Decals². Les decals sont des matériaux appliqués par projection à un mesh, avec la possibilité d'être déplaçables et modifiables dans toutes les directions directement dans la fenêtre de l'éditeur.

Ces decals sont appliqués en transparence, il est donc préférable d'avoir une base de couleur claire en dessous. L'utilisation de decals pour les fenêtres par exemple, permet de minimiser le nombre de textures tout en pouvant disposer des fenêtres où l'on veut sur une même surface, évitant la répartition en matrice venant avec un texturage habituel.

1: Cf. Annexe 1

2: https://docs.unrealengine.com/latest/INT/Resources/ContentExamples/Decals/1_1/

L'Occlusion Ambiante n'étant pas une paramètre graphique applicable pour une application mobile, il a fallu la pré-calculer et l'intégrer aux textures. L'occlusion ambiante est une simulation des ombres de proximités pour mieux faire ressortir visuellement les différents modèles. L'Occlusion Ambiante est calculée sous Cinema 4D, et se présente sous forme de texture suivant l'UV Map. Pour expliquer ce qu'est une UV Map, il est nécessaire de voir comment fonctionne la lumière dans un moteur comme Unreal Engine.

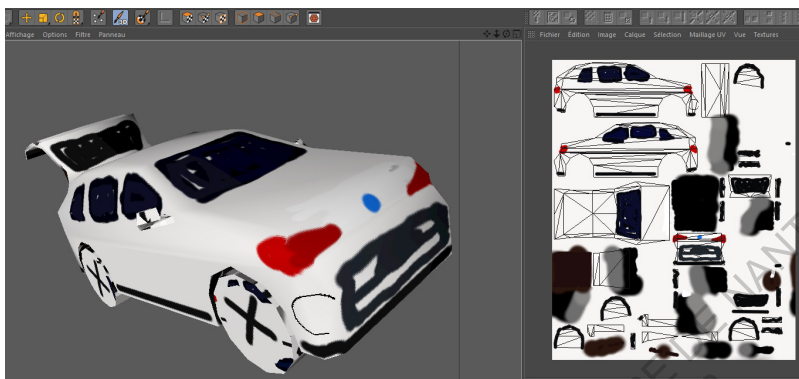


Extrait de la texture correspondant au modèle de l'appartement

Éclairage du modèle

La lumière est calculée au sein du logiciel. Il existe plusieurs paramètres pour régler la qualité des ombres et de l'illumination globale. L'illumination globale correspond au calcul de la lumière sur une surface en prenant en compte l'éclairage direct ainsi que la lumière indirecte venant des rebonds des photons sur une autre surface. Il est nécessaire d'avoir des UV maps correctement dépliées pour éviter les problèmes d'ombres se chevauchant.

Les UV maps sont la représentation à plat d'un modèle 3D, comme si chaque face du modèle était dépliée et posée sur une grande surface contenant toutes les faces d'un objet. Plus l'objet possède de faces, plus les morceaux dépliés seront petits à l'intérieur de la surface.



Peinture en 3D retranscrite sur la texture 2D tirée de l'UV Map

La lumière étant calculée puis appliquée au modèle en passant par les UV maps (les ombres sont peintes sur le modèle déplié, on appelle la texture résultante une «lightmap») comme l'occlusion ambiante, il est nécessaire d'avoir une texture assez grande de base pour ne pas finir avec des ombres pixelisées. Au contraire, un petit modèle n'a pas besoin d'avoir une grande lightmap.

#NoFilter

Unreal Engine intègre des volumes dédiés au Post processing, une couche d'effets visuels appliqués une fois la scène rendue par l'ordinateur. Les réglages permettent entre autres de gérer l'exposition, le contraste, la saturation, le profil colorimétrique...

Un de ces effet est appelé «Bloom» et donne une lueur brillante aux éléments fortement lumineux comme le soleil ou les indicateurs lumineux verts présents dans l'application, pour accentuer leur effet.

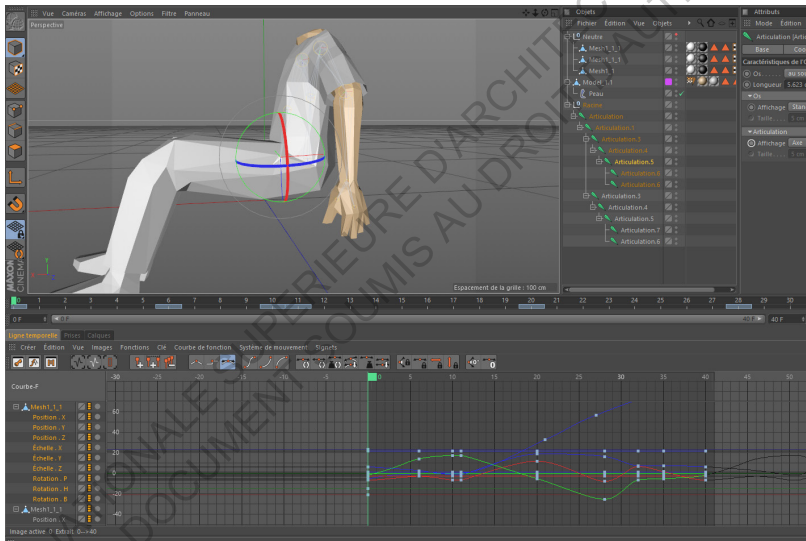
L'utilisation de volumes de Post Processing permet d'appliquer différents filtres visuels en fonction de la position du joueur. Dans mon cas, j'ai appliqué un volume de post processing général englobant tout l'espace de jeu, ainsi qu'un volume uniquement pour les espaces intérieurs. Il me permet ainsi de rendre les intérieurs

plus lumineux et de retranscrire un léger effet d'adaptation visuelle en passant d'un environnement sombre à l'extérieur lumineux.

Une dernière chose

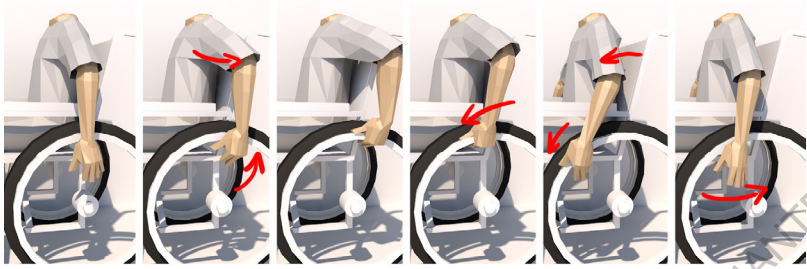
Presque tous les éléments qui composent l'application ont été évoqué, mais il y a cependant des expérimentations qui n'ont hélas pas été retenues pour la version finale. Un des retraits les plus important est l'animation de l'avatar.

En partant du modèle 3D, j'ai utilisé le logiciel d'animation Cinema 4D pour simuler les mouvements des bras lorsque le fauteuil avance.



Interface du logiciel d'animation. Un système de clés permet de fixer les différentes positions des éléments.

Je me suis basé sur plusieurs vidéos pour étudier et décomposer le mouvement, la façon dont la main agrippe la roue, la pousse vers l'avant et la laisse partir avant de revenir à son point de départ pour recommencer, ainsi que la position des épaules et des coudes durant l'action.



Décomposition du mouvement - Extrait de l'animation en jeu

L'animation s'importe facilement dans Unreal Engine et peut être déclenchée via les scripts.

La raison pour laquelle j'ai abandonné l'intégration de cet élément fut lorsque je me suis rendu compte qu'une fois dans le casque, on ne prêtait pas attention aux mouvements des bras. J'ai donc décidé de m'en passer car le gain de réalisme n'était pas suffisant face au léger gain de performance que cause son absence malgré le temps passé à le mettre en place.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT DE PATENTEUR

«Version22_VraieFinaleV2-FINI.apk»

L'application pourrait encore être travaillée mais tout le but de l'exercice était d'estimer jusqu'où je pouvais développer mon «mémoire action» dans un temps défini, et c'est en partie pourquoi j'ai pris un an et demi pour produire ce mémoire. J'ai réussi à obtenir un résultat qui me satisfaisait sur mes objectifs initiaux :

Produire une application immersive, pratique et simple à utiliser, visuellement attrayante, et informative.

En rentrant en contact avec l'association de l'APAJH, il m'ont fait part de leur intérêt vis à vis de l'application, mais souhaiteraient qu'elle ne se restreigne pas seulement au handicap moteur. Je suis moi même partant pour continuer cette expérience mais dans un cadre hors-mémoire, c'est pourquoi je réfléchit déjà à ce qui pourrait être amélioré (comme les problèmes de collision, ou une meilleure fluidité d'image en travaillant l'optimisation) ou ajouté (pouvoir choisir 2-3 autres modes de handicap dans le menu.

Pour un usage personnel et professionnel, je pourrais utiliser mon fichier Unreal Engine pour y importer mes propres bâtiments et ainsi les tester. l'idéal aurait été de pouvoir le faire en tant qu'application, mais les limites du logiciel ne le permettent pas. Un recours à ce problème revient à une de mes premières recherches, l'utilisation d'un logiciel tiers, appelé TrinusVR, permettant d'envoyer par wifi l'image de l'ordinateur sur l'écran du téléphone portable, et prenant en compte les mouvements de tête. Cependant cela nécessitait l'utilisation d'un ordinateur assez puissant pour profiter du gain de performance qu'offre une telle technique, mais qui du coup aurait rendu mon projet beaucoup moins accessible.

DÉROULEMENT D'UNE SESSION TYPE AVEC L'APPLICATION

L'application est disponible sur le Google PlayStore sous le nom HandiVR (ou à cette adresse : <https://goo.gl/qk8xwJ>), si vous voulez l'essayer maintenant que vous avez suivi les étapes de sa fabrication.



HandiVR

Pierre LAURENT

 PEGI 3



INSTALLER

Cette partie montre le déroulement type d'une session dans l'application. (Pour une meilleure lisibilité les captures d'écran ne sont pas en stéréoscopie)



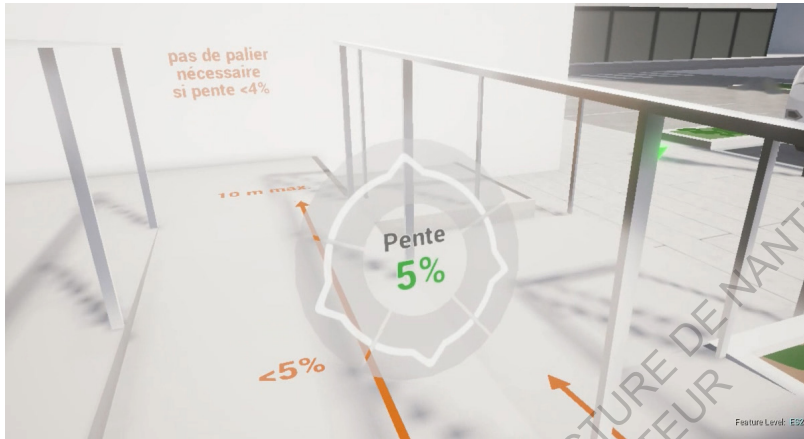
Un écran de chargement permet de lancer l'application en laissant le temps à l'utilisateur de mettre son portable à l'intérieur d'un casque avant de commencer l'expérience.



L'utilisateur apparaît face à un panneau d'information indiquant les bases permettant de profiter pleinement de l'application. De cette façon il n'y a pas besoin d'un temps de tutoriel, l'utilisateur est libre de revenir consulter le panneau à tout moment.



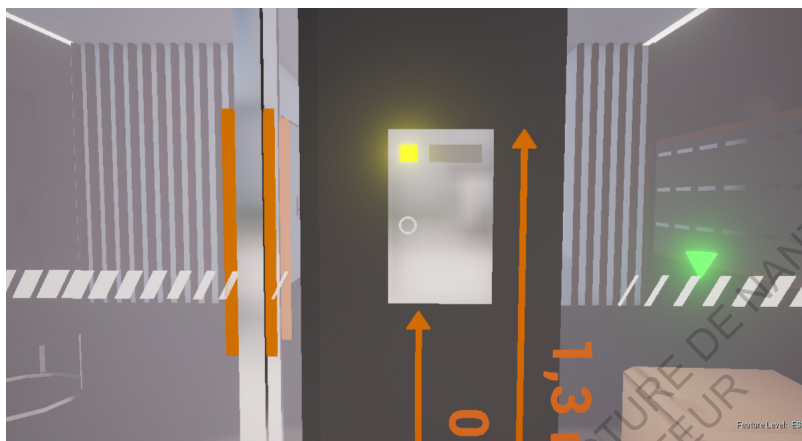
On commence en sortant du véhicule adapté, et on remarque tout de suite en tournant un peu sur soi-même les indicateurs lumineux, montrant la marche à suivre. Au fur et à mesure que le fauteuil avance, les informations apparaissent.



En prenant la rampe, une indication en temps réel du pourcentage de pente dynamise la façon de représenter l'information, avec une couleur changeant en fonction de la valeur .



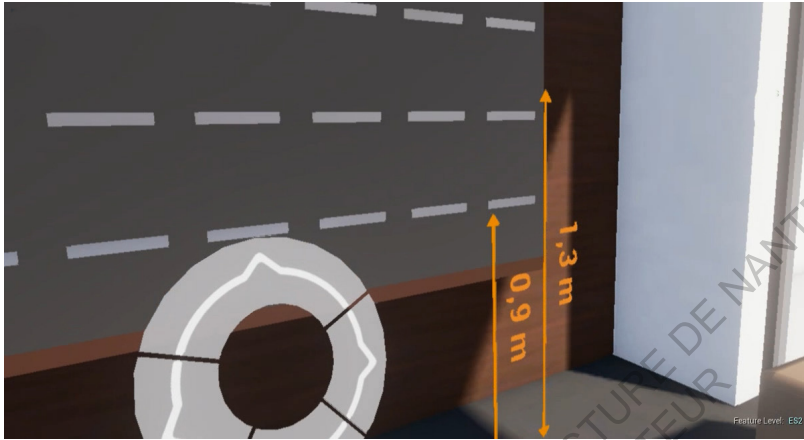
Un exemple d'élément interactif : la porte d'entrée. Le joueur arrive sur l'indicateur lumineux face à la porte.



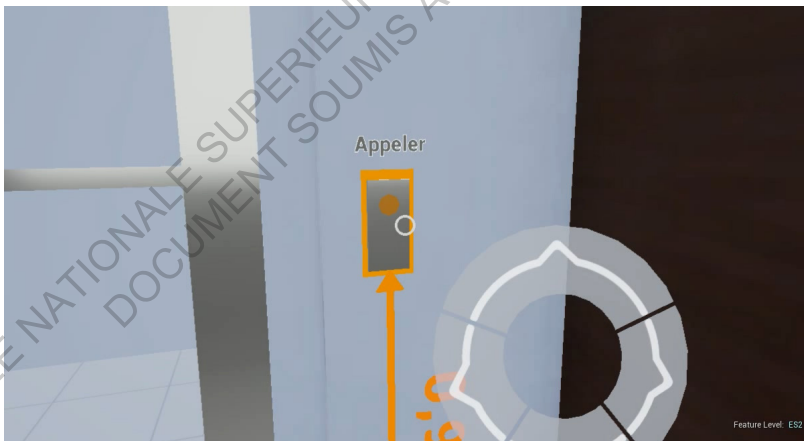
Il peut soit regarder le panneau de commande, dont la lumière clignotante jaune indique l'interactivité, ou directement la poignée de porte, pour que l'animation de validation d'action se lance (un contour orange se dessine autour de la poignée)



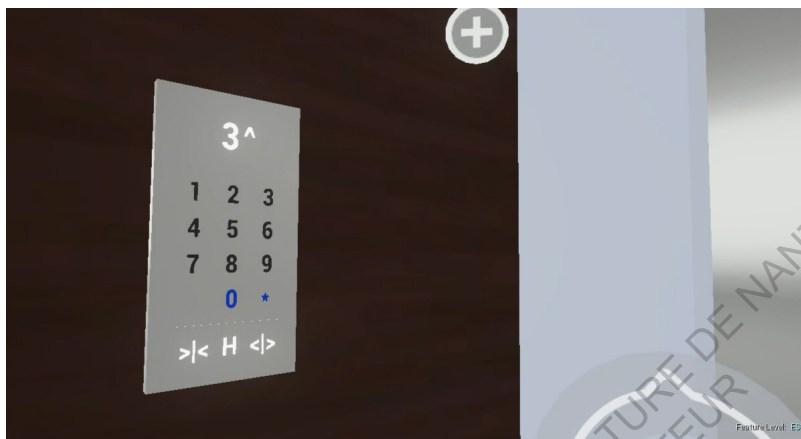
Une fois l'action validée, la porte s'ouvre sur le hall d'entrée.



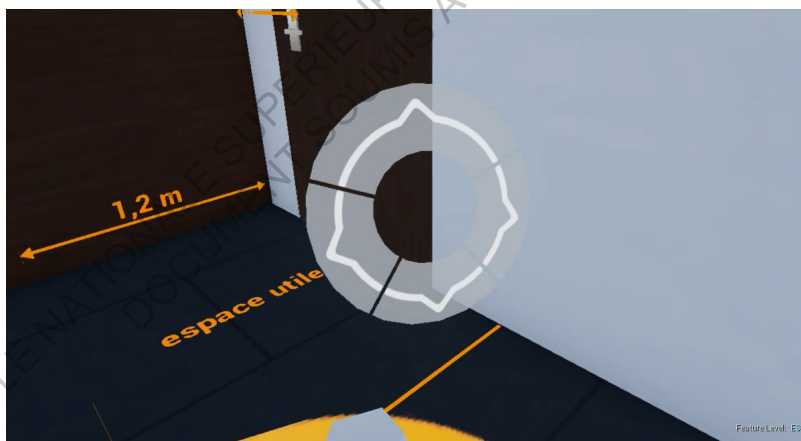
A droite se situent les boîtes aux lettres



Un bouton jaune clignotant indique l'endroit à regarder pour appeler l'ascenseur. Quand le bouton est en focus, un message «Appeler» apparaît pour confirmer l'activabilité, en plus du contour orange se dessinant.



A l'intérieur de l'ascenseur, le panneau de commande permet d'aller au 5eme étage, l'animation du défilement des chiffres se joue en même temps que la montée de l'ascenseur. (Cf p.65)



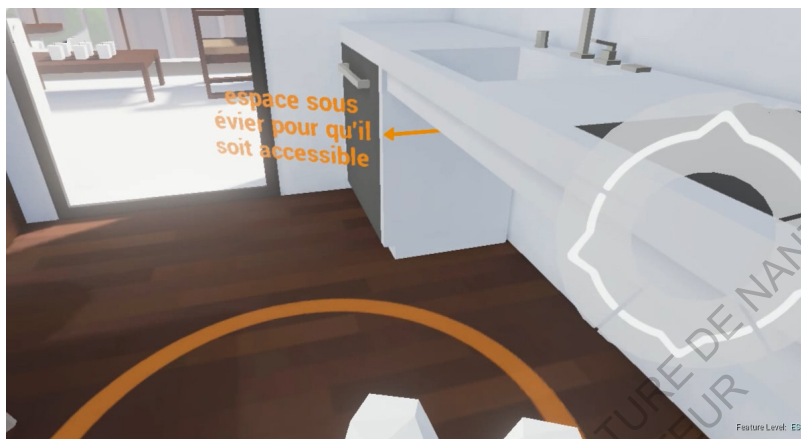
Devant la porte d'entrée du logement, une indication au sol indique la surface utile nécessaire à un fauteuil pour effectuer sa manœuvre d'ouverture de porte (Cf p.40)



Une fois rentré, l'utilisateur découvre la pièce de vie du logement.



Il est possible de se positionner à table, qui se situe à la bonne hauteur par rapport au fauteuil pour pouvoir en profiter.



Les évier ne doivent pas avoir d'obstacles sous eux pour être accessibles (Cf. p.39), on peut se déplacer devant pour estimer la distance du robinet en tendant le bras (on ne voit pas de bras dans l'application, mais tendre le bras dans la réalité aide à comprendre la distance des objets dans la simulation, si le casque est bien configuré)



On peut ensuite visiter les pièces accessibles comme la chambre. On retrouve les dimensions réglementaires en plus du cercle de retournement.



On se rends compte qu'un seul côté du lit est accessible (conformément à la loi) car l'espace pour accéder à l'autre bord est trop restreint pour effectuer une manœuvre. Cela montre les limites de telles normes.



Les portes au fond du couloir ne peuvent pas s'ouvrir, l'indication «fermé» apparaît au dessus de la poignée lorsque l'on essaye de les ouvrir.



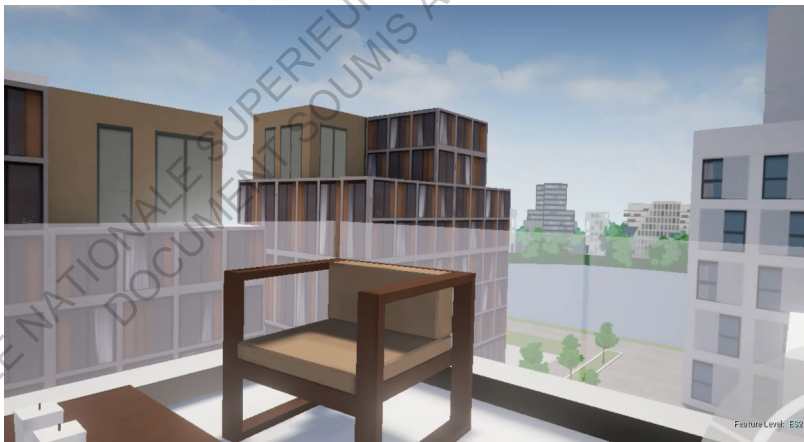
A l'intérieur de la salle de bain on retrouve une douche et des WC accessibles.



La même indication que dans la cuisine est présente pour le lavabo.



On peut aussi sortir sur la terrasse de l'appartement pour profiter de l'extérieur.



Enjoy the view...

CONCLUSION

La réalité virtuelle en est encore à ses balbutiements et c'est ce qui la rend si intéressante. Tout au cours de l'année j'ai pu voir de nouvelles façon d'utiliser la réalité virtuelle, de nouvelles promesses avec les présentations de nouveaux casques et de nouvelles technologies les accompagnant, une baisse des prix du matériel existant, ce qui fait que l'état de la VR au début du mémoire est bien différent de l'état actuel des choses, et aussi directement pendant la création de mon application, j'ai pu voir apparaître des tutoriels pour créer des éléments que je n'arrivais pas à faire, car la communauté autour du logiciel est elle aussi en effervescence autour des outils de réalité virtuelle.

La VR en architecture se démocratise, et s'immisce dans les agences en ne devenant plus seulement un outil de visualisation, mais aussi de développement qui peut se faire à plusieurs.

De façon générale la visualisation architecturale en 3D est le moyen privilégié pour communiquer un projet car les clients ou les autres acteurs ne sont pas forcément initiés à la lecture d'un plan en 2D, et la réalité virtuelle apporte une nouvelle approche de l'espace plus sensible et encore plus tangible.

Le second chapitre évoque le sujet concret de l'accessibilité universelle. Ma rencontre avec l'association APAJH 44 m'a permis d'en savoir plus sur ce qui se cache derrière les textes de loi et les statistiques, et de la façon dont la réflexion sur une accessibilité handicapée peut valoir pour plusieurs autres types d'utilisateurs.

Le handicap en architecture est souvent vu comme un ajout sur un bâtiment, à l'image d'une rampe ou d'un monte-charge, qui paraissent incongrus et sortent de la cohérence architecturale d'un bâtiment.

Cette manière de construire stigmatise encore plus le handicap, alors que bon nombres d'exemples d'architectures remarquables dans leur réalisations prouvent que l'on peut habilement transformer la contrainte en enjeu de projet.

Le dernier chapitre est la finalité de mon travail, la réalisation d'une application en réalité virtuelle, pour me confronter à la sources aux problématiques et au potentialités de cette technologie. C'est un début de réponse, à mon niveau, pour rendre compte de la façon dont la réalité virtuelle peut servir à la fois de moyen de sensibilisation et d'outil pour les concepteurs. Environ 352 heures ont été nécessaires à la production de cette application, étalés sur une année entière. Cette expérience fut enrichissante et m'a permis une meilleure compréhension de la technologie VR et du développement d'une application ou d'un jeu.

Si la sortie de l'application sonne comme le glas de ce travail, les outils et les connaissances qu'il m'a apporté m'ouvrent la voie vers de nouvelles expérimentations.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

Bibliographie

- BONVALET Nicolas, DONIKIAN Stéphane. L'humain virtuel à l'œuvre en architecture et en urbanisme. *Presses des Mines*, 2009. 364p.
- BOYER Elsa. Le Conflit des Perceptions. *Editions MF*, 2015, 210p.
- CAMPION Claire-Lise, Rapport Campion, 2015
- CNSA, Les chiffres clés de l'aide à l'autonomie 2016, 2016, 20 pages.
- COULAIS Jean-François. Images virtuelles et horizons du regard : Visibilités calculées dans l'histoire des représentations. *MétisPresses*, 2014. 342 p.
- FUCHS Philippe, Le traité de la réalité virtuelle, Ed. *Les Presses de l'Ecole de Mines*, 2003
- GUELTON Bernard. Les figures de l'immersion. *Presses universitaires de Rennes*, 2014, 208p
- HERZBERG, Architects Open Computer Dialogue, 21 Avril 1968, *New York Times*, VIII, 1:7
- LINGARD Brian, Human Interfacing Issues of Virtual Reality, 1995
- METZ Christian, Le film de fiction et son spectateur, 1975
- NINISS H. et NADIF A. Simulation of the behaviour of a powered wheelchair using virtual reality, *Laboratoire d'Automatique des Systèmes Coopératifs (L.A.S.C), Université de Metz*, 2000, 16p.
- QUEAU Philippe, Le virtuel : vertus et vertiges, *Champ Vallon, Seyssel*, 1993
- RHEINGOLD Howard, Virtual reality, *Summit Books*, 1991
- LE MONITEUR, no 5804, 20 février 2015, p. 15.

Sitiographie

En gras sont indiqués les lien web.archive.org pour accéder au sites tels qu'ils l'étaient lors de leur consultation, pour pallier aux modifications ou aux sites qui deviendraient inaccessibles par le futur. Ces liens sont réduits avec l'URL Shortener par Google pour garantir une plus grande facilité d'accès.

L'histoire de la naissance du Google Cardboard, 2 mai 2015

<https://www.lecardboard.com/lhistoire-de-la-naissance-du-google-cardboard/>

<https://goo.gl/bwvi6i>

<https://www.malea.fr/2012/11/handicap-moteur-decouvrez-difficultes-leur-quotidien/>

<https://goo.gl/ogMZDn>

Parcours de sensibilisation au handicap à Nantes

<https://www.lecardboard.com/lhistoire-de-la-naissance-du-google-cardboard/>

<https://goo.gl/aBHThz>

Projets ArchVirtual

<http://archvirtual.com/projects/>

<https://goo.gl/RQt9Zo>

Université de Pittsburg, VR pour l'amélioration des fauteuils

<http://www.herl.pitt.edu/virtual-reality-projects>

<https://goo.gl/nQfJge>

VirtualWheelchair Simulation, 1994

<http://www.cgrrg.ohio-state.edu/accad/re-3.html>

<https://goo.gl/AqYfjw>

Doing Disability Differently

<https://www.architectural-review.com/archive/doing-disability-differently/8668802.article>

<https://goo.gl/87CEce>

Arch2o

<http://www.arch2o.com/architecture-design-disabled/>

<https://goo.gl/bXKQ8w>

VR Design Workflow - Revit to Tilt Brush to Unreal Engine

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

<https://goo.gl/vykDKY>

Opening a door with a wheelchair - Tutorial

<https://www.youtube.com/watch?v=GV-At6hQRjg>

<https://goo.gl/Rps5ns>

ANNEXES

ANNEXE I

Blueprints / annexe virtuelle

ANNEXE II

Entretiens avec Michel Boureau

- 18 octobre 2017

- 4 janvier 2018

ANNEXE I Blueprints

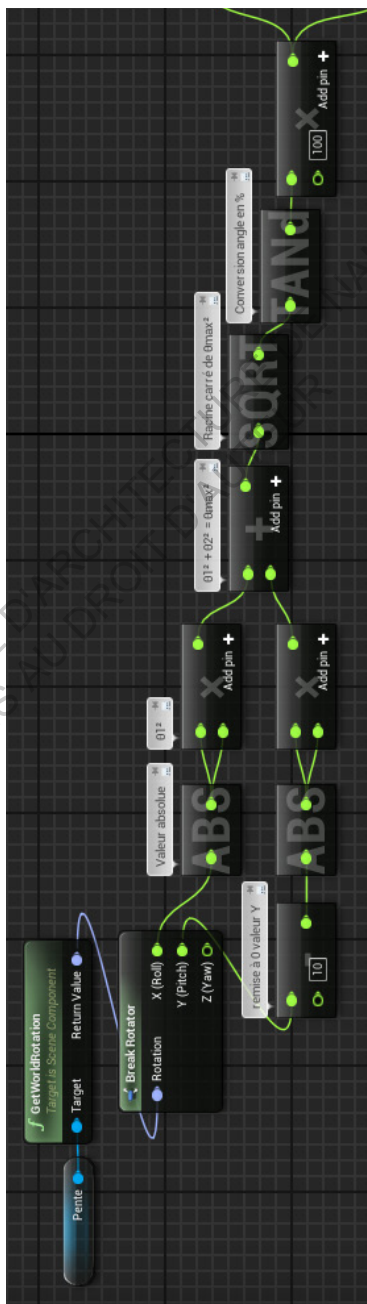
Étant donné le format sous lequel se présentent les Blueprints, j'ai décidé de n'en montrer ici que deux morceaux, mais le reste des Blueprints sont sous la forme d'annexes virtuelles, accessibles depuis cet album :

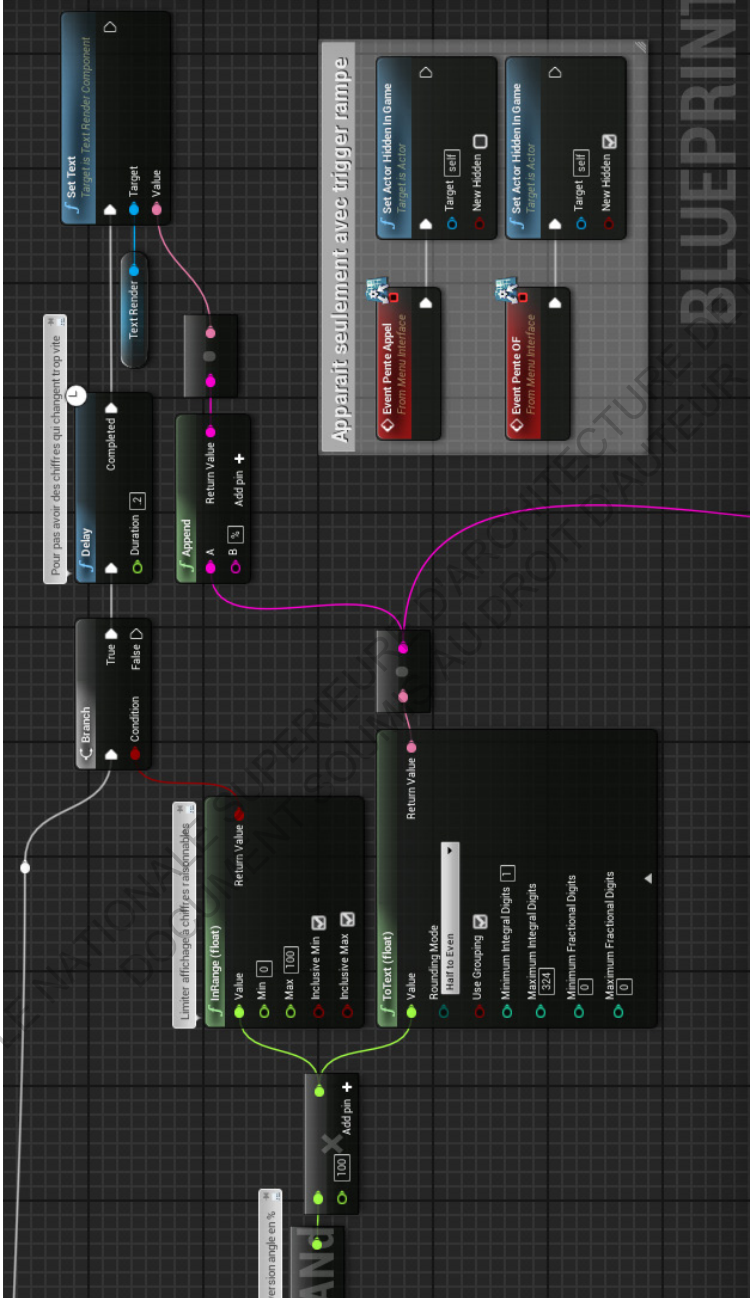
imgur.com/a/kchpX

De cette façon vous pourrez zoomer dans les scripts pour pouvoir lire les différents éléments et comprendre plus facilement leur rôle.

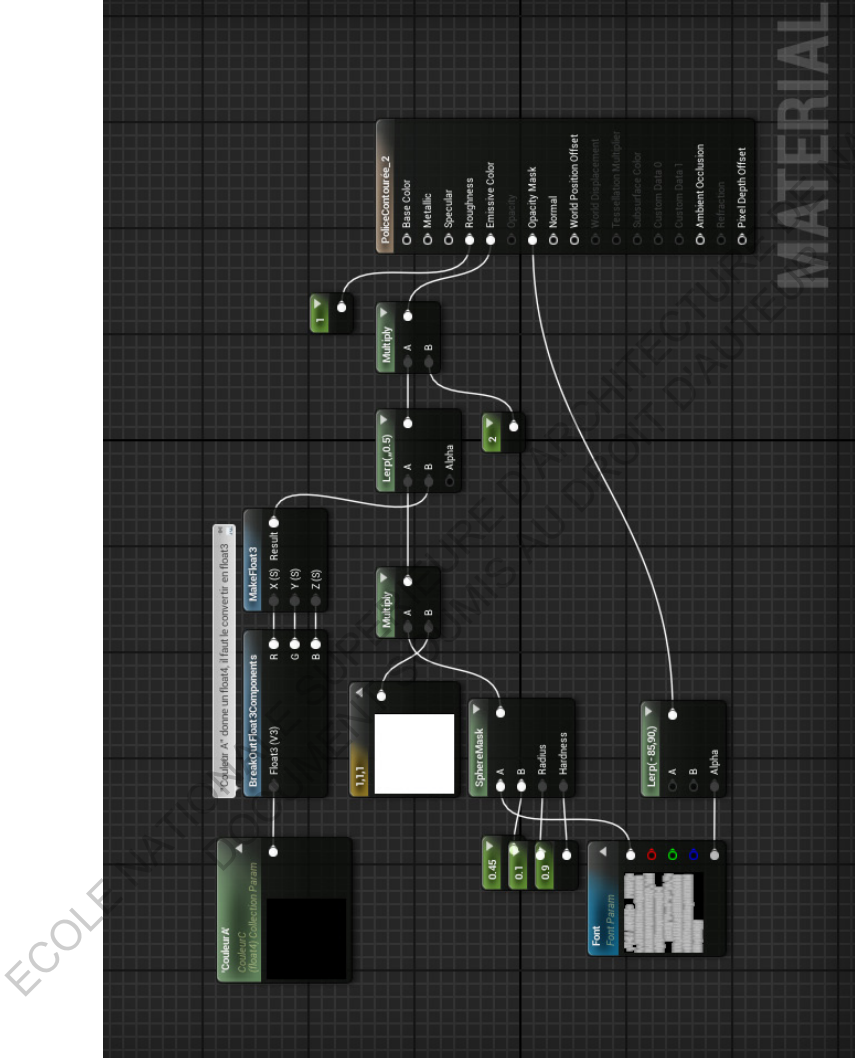
Cet album regroupe les Blueprints suivants:

- BP_Ascenseur (4 parties)
- BP_Portes_Ascenseur
- BP_Bouton_Ascenseur
- BP_Poignée_Porte
- BP_Menu (2 parties)
- BP_Menu_2D
- BP_Calcul_Pente (2 parties)
- BP_Cercle_Retournement
- BP_Instances
- BP_Trigger





Conversion du pourcentage de pente en élément affichable, et 4 blocs permettant de n'afficher l'information qu'en chevauchement du Trigger de la rampe



Blueprint de matériau : Police avec contour, avec couleur paramétrique.

ANNEXE II

Entretien avec Michel Boureau - 18 octobre 2017

P = Pierre, moi même et MB = Michel Boureau

P: Si je viens vers vous c'est que je suis en train de faire un mémoire action, enfin c'est ce qu'on appelle un mémoire action. Donc le principe ce n'est pas seulement de faire un mémoire écrit, c'est de développer quelque chose à côté, et moi du coup le cœur de mon mémoire c'est de faire une application en réalité virtuelle pour visualiser un petit peu toutes ces normes plutôt que de les mettre en application en plan, pour vraiment voir ce que ça fait d'être dans la peau de quelqu'un en situation de handicap moteur.

MB: Moteur uniquement ?

P: Oui du coup c'est un fauteuil roulant parce que moi après au niveau handicap, c'est assez large, j'aurais pu traiter du handicap visuel ou autre, mais là par exemple c'est plus pour le handicap moteur.

MB: Parce qu'on est plus..., à l'APAJH, on regroupe tous types de handicaps. Donc on tends vers l'accessibilité universelle. On tient à ce thème d'ailleurs, pour nous et pour même pour moi c'est une autre approche du projet. C'est que le handicap n'est pas un handicap, enfin d'une certaine façon j'aborde le projet d'une autre façon : je l'aborde par les poussettes par les personnes âgées je l'aborde pour les gens un fauteuil etc.. pour les non-voyants etc... enfin de toute façon à mon avis de revoir complètement le projet, comment je rentre, comment je déambule, voilà.

P: Parce que de toute façon oui c'est ce qu'on voit dans les normes c'est ce qui peut être au niveau de l'accessibilité, la hauteur des panneaux par exemple, pour les boîtes aux lettres ou pour le bouton d'appel et tout, on a des hauteurs limitées mais c'est pas forcément que pour les fauteuils roulants oui, ça peut être pour les personnes âgées...

MB: Ce qui est bon pour les personnes en fauteuil c'est bon pour tout le monde, donc voilà c'est c'est ça, là on devrait le faire peut-être, l'interrupteur, bah un non voyant ne le voit pas, blanc sur blanc c'est pas terrible alors qu'il suffit de donner un tout petit coup de peinture, de belles peintures autour pour que le malvoyants le perçoive. Même s'il a l'habitude quand il rentre dans une pièce.

P: Ça c'est vrai qu'au début de mémoire j'avais essayé de regarder un

petit peu ce que je pouvais faire, mais si je m'étais un peu plus recentré sur la partie du handicap moteur sais parce que j'ai vu pas mal aussi d'exemples aussi en architecture, j'ai vu par exemple une école pour les sourds je crois, et il y avait pas mal de petites astuces qui permettaient... par exemple une porte, elle serait limite opacifiée mais on pourrait voir s'il y a quelqu'un derrière la porte même si on peut pas l'entendre. Sauf que pour mon application je me disais : il faut que je me sens un peu plus sur un type de handicap parce que si j'essaye de faire trop de trucs ça va être trop dur, donc voilà, c'est un peu pour ça aussi que j'ai décidé de me recentrer. Donc oui je voulais savoir un petit peu avec vous quel est le but de l'association, comment je pourrais travailler avec vous, et ce que vous pourriez m'apporter quoi.

MB: Bah je crois que les règles vous les connaissez certainement aussi bien que moi.

P: Oui on y accède en ligne...

MB: Voilà je crois que de toute façon heu... moi, nous on est prêt à travailler avec vous de toute façon, toutes les bonnes volontés sont bienvenues. Vous dites et puis j'essaierai de me m'adapter. Donc nous on regroupe de toute façon tout type de handicap. L'APAH 44 est plus dirigée vers les jeunes. On est très présents en milieu scolaire que ce soit la petite enfance parce qu'on a un établissement de handicap jusqu'au lycée quoi en gros. Et quelques ateliers aussi comment on appelle ça déjà... d'aide au travail, qui est à Saint-Herblain. Ils font de la blanchisserie et des espaces verts.

P: Et après est-ce que vous faites, enfin je crois que j'avais vu sur le site qu'une partie de l'association, enfin peut-être pas ici, mais qu'il y avait une partie qui travaille beaucoup au niveau des lois, enfin pour aider à faire passer certaines lois...

MB: En ce qui me concerne pas directement...

P: Je veux dire est-ce qu'il y a un peu de communication que ce soit auprès du public ou des politiques..

MB: bah après c'est inter-associations un petit peu, vous avez dû entendre parler des ADAP

P: plus ou moins

MB: Ça s'appelle l'accessibilité programmée, donc bah ça c'est une ordonnance, qui a été passée en 2014 et moi j'avais vent par d'autres

associations des discussions des points d'accord, surtout des points de désaccord, et puis des points d'amélioration qui sont venus après, donc j'ai eu vent par d'autres biais des informations parce que je siége entre autres, à la commission départementale d'accessibilité. Et je vais aussi au conseil Nantais ... alors comment c'est... oui, c'est le conseil Nantais à l'accessibilité universelle, c'est un peu, pas nébuleux, mais enfin c'est un peu... on voit des projets essentiellement, donc entre autres le réaménagement de Feydeau-Commerce.

P: D'accord donc en fait vous agissez un petit peu avec les urbanistes ?

MB: On agit, enfin on agit directement. En tout cas en ce qui concerne Feydeau c'est un petit peu compliqué parce qu'il y avait trop de monde, donc c'était plutôt un brouhaha qu'autre chose, mais maintenant on rentre dans le concret, j'ai un collègue qui est allé hier en réunion pour voir certainement sur le terrain exactement les codes précis, parce que là c'est plutôt... on agit plutôt sur le terrain sur des projets, sur des points précis sur des améliorations sur régler la petite chose qui pourrait être une catastrophe 1 est-ce que c'est bien souvent aussi des astuces donc on met on a des gens qui viennent aussi de toute façon qui viennent en fauteuil. Et après il y a aussi beaucoup d'associations comme vous qui travaillent dans cette assemblée. Alors Y a l'AFM, les APF vous devez les connaître plus je pourrais vous en donner des noms si vous voulez. [...] Je peux me faire le relais avec eux.

P: Est-ce que du coup c'est deux associations elles sont plus spécialisées dans quel domaine ?

MB: Oui comme l'APF sont les l'Association des Paralysés de France en tout cas ils sont plus tournés vers le fauteuil mais il y a pas que le fauteuil et aussi handicap visuel psychique acoustique donc on essaie d'être attentif partout. Comme on est présent on est encore très présents sur le projet de la gare. On fait une passerelle c'est pas une nouvelle gare en soi si on regarde l'intitulé du permis de construire c'est pas une nouvelle carte SIM passerelle signé par un grand nom de l'architecture paraît-il. Oui.

C'est un bel objet mais ça va être très gris aussi quoi pour le handicap visuel il va falloir qu'il y a des repères quoi et qu'il y a une signalétique pas qui que qu'il y ait une signalétique SNCF pour se diriger facilement. D'autant plus que 7 passerelles c'est vraiment pour la traversée c'est la liaison entre le jardin des plantes et puis le sud pour aller prendre le noeud multimodal, le bus. Il y a ça et puis elle part vivre si c'est un peu compliqué Nantes et son agglomération, parce que je parlais du conseil nantais à l'accessibilité universelle il y a la commission métropolitaine à l'accessibilité universelle, alors déjà de nom qui se ressemblent, on va pas

dire que ce sont les mêmes salut parce que certains sont vraiment dentaire non mais comme le personnel est mutualisé c'est le même personnel donc il y a un peu de confusion relativiser le parvis la gare et entre nous on arrive à faire le joint parce qu'il faudrait pas qu'il y ait de marche comme ça parce qu'on accessibilité ce serait pas terrible.

P: Est-ce que du coup vous travaillez sur des projets comme ça avec la ville de Nantes sur de gros projets mais est-ce que des fois il y a des projets un peu ambitieux mais qui sont privés ou autres sur lesquels vous pouvez agir aussi ?

MB: Pas de l'administration, parce que du département région oui, on participe pour tout ce qui est entre autres les lycées de la région, et pour le département, là, on va lancer un musée. On est intervenu aussi sur les collèges, oui. Sur les autres non, c'est du privé donc on va aller les voir en commission consultatives, donc ça veut bien dire ce que ça veut dire. Je pense qu'en principe on est souvent écouté quoi, on capte l'attention.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'ACCES

Entretien avec Michel Boureau - 4 janvier 2018

P: Je me posais quelques questions un petit peu au niveau de l'accessibilité, alors par exemple pendant mes recherches j'ai vu qu'avec le système des AD'AP il y avait en 2015 seulement 20 % des ERP qui étaient accessibles aux handicapés alors que le but c'était de les avoir tous accessibles. Alors je sais plus c'était quel loi qui les voulait tous accessibles..

MB: C'était la loi de 2005.

P: Et du coup à cause des dérogations et tout ça, ça a pris plus de temps que prévu, c'est pour ça qu'il y a eu une simplification de la loi en 2016 je crois, pour permettre de simplifier le processus et essayer d'avoir 80 % d'ERP accessibles en 2018. Du coup je me demandais qu'est-ce qui peut causer ça ?

MB: Donc je pense que ça a été... l'ensemble des associations énormément râlé là dessus, voire étaient toutes opposées aux AD'AP sauf l'APAJH, ce qui a mis l'APAJH parfois dans une situation un peu délicate. Il n'y avait pas eu de suivi sur la loi de 2005, on disait il faut que tous les ERP soient accessibles en 2015, point final, pas de sanction derrière, et aussi pas de suivi. Et notamment on gérait ça chez les institutionnels, comme les grosses collectivités...

J'ai vu des grosses collectivités de la région qui sont intéressés au sujet qu'en fin 2014, donc j'ai dit vous allez avoir des difficultés à être au top en 2015. Donc je pense que le gouvernement de l'époque a fait faire - mais ça je peux vous donner les textes - Il y a eu le rapport Campion, je sais pas si vous l'avez lu, qui était soutenu par Jean-Marc Ayrault qui était le premier ministre de l'époque. Ils ont décidé - alors là je dois voir des trucs dessus - c'est que de la mémoire maintenant mais je peux peut-être vous faire un petit topo.

Moi j'avais dû présenter ça au représentants de l'APAJH qui sont dans les commissions, donc je dois avoir un petit topo là-dessus. Qui rappelle un petit peu l'historique de la loi de 2005, et qui rappelle ce pourquoi on est arrivé aux AD'AP. Alors c'est vrai que j'ai plus vraiment en mémoire... Dans les AD'AP il y a de vraies sanctions. Et ce qui a fait râler la plupart des associations ce sont les dérogations, parce qu'avant il n'y avait pas de dérogation possible. Tous les ERP, quels qu'ils soient devaient être accessible. Alors ça va du cabinet médical au bureau d'avocat en passant par le coiffeur la boulangerie et cetera point et donc les AD'AP permettent des dérogations. Alors il y a les dérogations financière, les gens qui peuvent pas - enfin vous avez dû lire ça... - qui peuvent pas financièrement, compte tenu de leurs chiffres d'affaires, faire des travaux et refus de la copropriété

notamment pour les cabinets médicaux dans les immeubles. C'est vrai que les médecins, ils sont pas très participatifs dans le sujet.

Enfin là c'est un point de vue personnel, que l'ordre des médecins leur a dit "vous inquiétez pas voilà vous pouvez déroger", j'ai un médecin dans mon immeuble, je crois que j'ai commencé à aborder le sujet mais je voulais pas... donc refus de copropriété et il n'y avait pas... alors ça s'est passé en deux fois. Il y a eu une ordonnance, où il y a eu de petites améliorations entre les ordonnances et la loi. Parce que normalement les ordonnances doivent être suivies par une loi. Donc après, en ce qui concerne les AD'AP, il y a une loi qui a été votée avec quelques petites améliorations, notamment avec les sanctions qui devaient être motivés, parce qu'on a eu des refus de copropriété et point final. Maintenant il faut que ce soit motivé point donc on s'est battus tous là-dessus association était toujours contre les AD'AP.

P: Parce que quand vous disiez qu'avant il fallait que tous les ERP soit accessible, justement les AD'AP c'était pour aider à rendre plus d'établissements accessible au public ?

MB: Oui, oui, non mais je pense que finalement les attaques c'était un recul par rapport à la loi de 2005 dans l'esprit des associations.

P: À cause des dérogations du coup ?

MB: À cause des dérogations entre autres, et puis on avait déjà fixé un délai de 10 ans, on s'est dit c'est reparti ça ne se fera jamais... selon le type d'adapter vous déposer ça peut être jusqu'à 9 ans, donc ils se sont dit ça fait 19 ans, et encore on est pas sûr que ça soit accessible. Est-ce que c'était une vue utopique ? Je crois qu'il faut l'être un petit peu quand même mais aussi pragmatique. C'est ce qu'a décidé de faire l'APAJH. Mais bon on s'entend très bien entre assos. Bon on a des points de divergence c'est normal, mais en règle générale, ça se passe ... au niveau national c'est pas pareil qu'au niveau local.

P: Et après ce sont juste des orientations en fonction de certains. Vous n'êtes pas en désaccord sur tout ?

MB: Par rapport aux AD'AP c'était un peu... Je crois que maintenant c'est à peu près parti. Je crois que c'est à peu près suivi. Le préfet fait attention mais après il y a aussi des gens qui font des mauvaises esprits comme toujours qui disent "les handicapés ils nous embêtent"... On l'entend ça. Et bien le jour ils seront une jambe cassée on verra. C'est pour ça qu'on parle d'accessibilité universelle, parce que ce qui est bon pour les handicapés c'est bon pour tout le monde, c'est bon pour la maman avec la poussette ou son landau, c'est bon pour la personne âgée, je crois que c'est ce que

disent les associations de plus ou moins. Je pense que quand on parle d'accessibilité universelle, c'est une autre façon de concevoir, vous qui êtes un concepteur. Ce n'est plus un problème, ça fait partie des sujets à traiter dans un projet. On a le règlement d'urbanisme... ça fait partie intégrante du programme, on aborde le projet d'une autre façon en prenant compte des anciens, on dit pas "il y a ça qui m'embête", non. La région par contre par rapport au lycée elle s'était bien engagé. Parce qu'il y a des collectivités... que je ne citerais pas... (rires)

P: Parce qu'après les sanctions c'est qui qui les applique ?

MB: C'est le préfet.

P: Et est-ce qu'il a des obligations où est-ce qu'il peut se permettre de prendre son temps et de pas trop chercher la petite bête ?

MB: Je pense qu'il ne cherche pas la sanction à tout prix. C'est plutôt plus de pédagogie, enfin c'est comme ça que je le vois, c'est comme ça qu'on y arrivera. Je pense qu'en 2005 il manquait un volet important, il n'y avait pas de sanction, pas de suivi sur tout, pas de suivi très très formel donc... et c'est pour ça que les AD'AP ça a été mal vécu ça a été vue comme un recul.

-Arrive une collègue et repart-

P: Donc est-ce que vous pensez que l'objectif 80 % d'ERP accessibles en 2018 sera réalisable ?

MB: Je pense pas. Je pense pas, je sais pas. Si, il y a des gens, la DDTM ils peuvent peut-être vous donner des stats là-dessus. Je vous enverrai le contact que l'on a. Donc eux on fait des stats pendant un an sur le suivi des AD'AP. C'est difficile à évaluer le nombre d' ERP c'était entre 15 et 30000, enfin je sais plus je dis n'importe quoi comme chiffre mais c'était très difficile parce qu'elle d'il y a des tout petits machins qui apparaissent et disparaissent, des changement d'affectation qui ne se font pas. Mais ils sont très vigilants, on a de la chance. Des gens qui fouillent bien. Il y a des ERP qui seront toujours inaccessible, et il y a aussi de la mauvaise volonté, ça se sent. Il y en a qui font des projets totalement utopique et on leur dit "vous voyez c'est pas possible", par exemple de faire une rampe de 10 m à l'intérieur c'est pas trop recherché. Et aussi de la mauvaise volonté des services de voirie qui ne veulent pas qu'il y a de rampe à l'extérieur, même si ça peut se comprendre aussi, mais des fois on a vu, comme récemment, un sujet qui était un peu litigieux comme ça, où la collectivité aurait très bien pu l'accepter parce que ça ne gênait en rien.

P: Après il y a des projets qui seront toujours difficilement accessible même si c'est pas forcément ici. Par exemple j'avais un ami qui m'avait montré ses projets d'archi où il avait par exemple des bâtiments sur des pans de montagne assez abrupts si on veut, et du coup il disait que c'était très compliqué de penser à l'accessibilité sur un tel espace. Alors c'est vrai qu'ici en Loire Atlantique on ne trouve pas forcément de cas comme ça, mais en montagne il y a peut-être plus de difficultés à rendre accessible tous les établissements.

MB: Rendre accessible, oui

P: Après est-ce que ces bâtiments qui sont difficiles à mettre en norme seront forcément obligé d'être mis en norme ou pas ?

MB: Ils trouveront forcément des dérogations avec un peu de technique, la disproportion entre le gain et la perte financière. Les adap permettent un petit peu ça aussi c'est pas ce qu'il y a de mieux. Comme je dis, il y en a qui vont direct chercher les dérogations. "Faut que je dépose mon dossier d'AD'AP, allez je file directement sur les dérogations", on le sent quand les gens présentent les dossiers. Ici on voit les grands établissements mais aussi les dérogations donc on voit les état d'esprit un peu. C'est pas la même façon, on voit des gens qui vont faire des efforts financiers, même si on va peut-être pas forcément pouvoir rentrer avec un fauteuil, mais on aura prévu des dispositifs pour alléger les difficultés d'y accéder on aura pensé aux autres types de personnes, et c'est une autre façon de penser que de dire "je ne veux pas". Mais ça on en aura toujours.

P: Mais malgré tout ce que vous avez vu une amélioration dans l'évolution des mentalités, des gens qui sont un peu moins réfractaires ?

MB: Alors je voulais revenir un petit peu sur le système des AD'AP, ou pourquoi ça a été mal perçu. Je pense qu'il y a eu un manque derrière, de pédagogie vis-à-vis des associations. Pour les gestionnaires d'ERP c'était une contrainte supplémentaire. il n'y a pas eu suffisamment de pédagogie, mais malgré tout je pense que les choses avancent, lentement. On va pas changer le monde en l'espace de 9 ans. Ce qui m'agace le plus dans les dérogations ce sont les refus des architecte des Bâtiments de France.

P: C'est-à-dire ?

MB: C'est-à-dire vous êtes dans un bâtiment historique ou à proximité d'un monument historique, si lui il dit non, et bah c'est non. C'est le fait du prince. Alors qu'on peut très bien l'améliorer même sans défigurer, et puis de toute façon le monde bouge, on ne va pas rester au Moyen-âge, le bâtiment a

été construit comme ça et à chaque fois il y a eu des améliorations, des transformations, notamment de fameux architectes qui ont touché à de grandes bâtisses, et qui ont pris de quelques libertés, on trouve ça bien maintenant ou presque. Je pense notamment aux rues pavées enfin il y a des trucs que je trouve complètement absurde, comme la place Foch, il faut la prendre celle-là. La dernière fois j'ai pris le vélo... Il y a des cheminements piétons qu'ils ne veulent pas. On a des endroits où on a des pavés plats, d'ailleurs tout le monde marchait dessus c'était pas seulement les handicapés d'ailleurs, on va là où c'est le plus agréable de marcher, c'est une question de bon sens. Alors que de gros pavé tout glissants tout bombés, non. Alors je sais plus où est-ce qu'il voulait faire ça. Enfin voilà, je trouve que c'est le fait du prince, l'architecte des bâtiments de France qui fait ça... Alors qu'on nous a défigurés le château là, avec le toboggan, je croyais qu'il devait partir celui-là.

P: Il est toujours là ? Il sert encore ?

MB: Ben j'ai pas l'impression, non. Alors que non on peut pas toucher au château. En plus le truc marchait pas, les gens se brûlaient, mais c'est de l'art... J'ai du mal à comprendre des fois.

P: La loi 2005, à chaque fois que je tombe sur des sites, c'est un peu ce qui est présenté comme la référence, mais avant qu'est-ce qui existait pour garantir l'accessibilité, est-ce que ça a changé beaucoup de choses ?

MB: La première loi doit dater de 75. La loi de 2005, elle a peut-être par rapport à 75, c'était par rapport au handicap physique, le fauteuil. Pour moi il y a pas eu beaucoup de bouleversements. Les Ad'AP font référence à la loi de 2005. Mais lui beaucoup d'autres textes plus importants en 75 il me semble. C'est pour ça qu'on me présente des projets d'Ad'AP de bâtiment qui date d'après 75 je leur dis "écoutez, vous pouvez pas faire de rampe, mais je pense que c'était déjà imposé à l'époque." Mais il y avait pas de suivi, pas de contrôle..

P: Et il n'y avait pas de sanction non plus à l'époque ?

MB: Je pense qu'il n'y avait rien de particulier, oui, je suis même pas sûr que vous pouviez avoir un refus par rapport à ça, je ne pense pas. C'est ça qui est dommage, s'il n'y a pas le bâton, s'il n'y a pas de sanction, ça ne marche pas. C'est dommage...

Les Ad'AP ça a été fait un petit peu dans l'urgence parce qu'on sentait qu'on arrivait au terme de la loi de 2005, et que rien n'était fait, ça ne bougeait pas beaucoup, les associations on voulu, enfin je sais pas... Je n'étais pas à l'APAJH à cette époque-là je travaillais encore. Je suis arrivé en 2012.

P: Les AD'AP, est-ce que l'idée est venue que du gouvernement, où les associations étaient derrière ?

MB: Je ne sais pas, je pense que oui, enfin il y a eu des délais absurdes, complètement absurdes, c'est-à-dire qu'en six mois il fallait que les gens déposent un dossier. Je pense que ça, ça a été la pression, ça ne peut être que ça, la pression de certaines associations qui ont dit "vous vous en rendez compte", en 2014... On a parlé du rapport Campion, on s'aperçoit qu'il fait faire quelque chose, donc on se dit il y aura une ordonnance pour lancer les AD'AP. Il y avait six mois quoi. Parce que là il y a encore des dossiers qui arrivent... il y avait une grosse carence dans la loi de 2005, et encore quand on parle de suivi, il y en avait un peu. Mais moi je me rappelle encore je travaillais en collectivité, on a eu une demande de la préfecture sur les ERP de 1re, 2e, 3e et 4e catégorie, pas les 5e alors que le plus gros paquet est là, dans dans le 5e, le très très gros paquet. Donc il y avait quand même un suivi, un petit suivi. Même les collègues à l'époque il disait "ils nous embête avec leur stats." Mais maintenant les mentalités ont complètement changé on ne se pose plus la question, on le fait. Même si ce n'est pas la partie la plus intéressante du travail. Mais on en a besoin aussi.

P: Au niveau du suivi c'est quel organisme qui s'en occupe, pour vérifier ?

MB: Là c'est toujours la direction départementale des territoires et de la mer donc c'est le préfet derrière. Donc aussi la préfecture. Faut aller sur le site de la préfecture et vous allez voir la liste des dossiers déposés où il y a le suivi.

P: Je me posais une dernière question aussi, à l'APAJH vous travaillez beaucoup avec les jeunes, c'est du suivi de personnes handicapées, mais quel type de sensibilisation vous faites aussi auprès du jeune public ?

MB: Je sais pas. La sensibilisation c'est peut-être le festival Handiclap. C'est tout public. Moi je ne suis pas trop ça, je suis plus dans l'accessibilité, dans mon truc, c'est peut-être pas bien.... Alors le Festival Handiclap c'est tous les ans au mois de mars, l'APAJH fait appel à des bénévoles, donc si ça vous intéresse... pour monter le chapiteau ou pour accueillir les gens lors des spectacles. Donc maintenant ça se passe derrière les Machines de l'île, mais au début c'était sur le quai de la Fosse.

P: Et qu'est-ce qu'il se passe comme événement ?

MB: Le but c'est de faire connaître le handicap, de faire participer des jeunes qu'on accueille, enfin c'est tout public.

- Il va voir la personne qui s'en occupe -

MB: Donc voilà ma collègue de l' APAJH qui s'occupe du festival, qui peut vous expliquer ce que c'est que le festival, la programmation et aussi les démarches que l'on fait avec les jeunes. C'est un peu ce que je vous disais, c'est de faire connaître le handicap à travers des spectacles, je pense, je suis pas un spécialiste du festival.

On peut en discuter oui, et puis je vais vous présenter, on peut se voir tous les trois, Aurélie qui est une personne qui est en service civique et dont le travail s'articule autour de l'accessibilité pendant le festival Handiclap, donc elle pourra aussi vous donner un peu plus d'infos. Si vous voulez me suivre.

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE NANTES
DOCUMENT SOUMIS AU DROIT D'AUTEUR