

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen

Faculté des Sciences, Département d'Informatique



**Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en
Informatique**

Option : Réseaux et systèmes distribués (RSD)

Thème

**Conception et développement d'une application de cartographie
interactive pour la navigation au sein du Campus Université de
Tlemcen**

« ATVIM »

Réalisé par :

- **Mr Difallah Mohammed Ayoub**
- **Mr Taouli Oualid**

Présenté le 27 Juin 2024 devant le jury composé de :

Mr Mana Mohamed	Président
Mme Abdeldjelil Hanane	Examinatrice
Mme Labraoui Nabila	Encadrante
Mr Fekar Ryad	Expert I2E

Année universitaire : 2023-2024

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le Tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force nécessaire et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nos sincères remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner et d'évaluer notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous tenons à remercier notre encadrante Mme LABRAOUI Nabila, pour ses précieux conseils, orientation et aide durant la période du travail.

Nous remercions tous nos enseignants du département d'Informatique durant le cycle de notre formation universitaire.

Nous remercions également tous les enseignants du centre de l'étudiant I2E pour leurs formations qui rentrent dans le cadre de l'Arrêté ministériel n° 1275.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Dédicace

Je tiens à exprimer ma grande gratitude à mes parents pour la longue période de mon parcours éducatif. J'ai également beaucoup apprécié les moments passés avec mes amis, notamment Erafad Youcef et Didda Oussama , qui m'ont aidé et soutenu à chaque étape de mon projet. Leur inspiration, leurs idées et leur soutien ont été inestimables. Ces moments de partage et de joie sont essentiels et ont été une grande source de motivation. Leur importance dans ma réussite est primordiale.

N'oublions pas mes amies de ces années d'éducation : TAOULI Oualid, HABRI Zakaria. ERFAD Youcef, AICHI Mohammed, RABHI Amine, SEFRAOUI Merouane, DIDDA Oussama, HOUARI Oussama, HINOUN Abdelillah et NEDROMI Naoufel.

Difallah Mohammed Ayoub

Dédicace

Je tiens à exprimer ma grande gratitude à mes parents pour la longue période de mon parcours éducatif. Je souhaite également remercier toute ma famille, en particulier ma grand-mère. J'ai également beaucoup apprécié les moments passés avec mes amis, notamment MEHIAOUI Badr Eddine, TAOULI Houssam, TAOULI Adam et GHIYAT Ibrahim, qui m'ont aidé et soutenu à chaque étape de mon projet. Leur inspiration, leurs idées et leur soutien ont été inestimables. Ces moments de partage et de joie sont essentiels et ont été une grande source de motivation. Leur importance dans ma réussite est primordiale.

N'oublions pas mes amies de ces années d'éducation : DIFALLAH Mohammed, Ayoub, HABRI Zakaria, HAMED Sabirou, ERFAD Youcef, AICHI Mohammed, RABHI Amine, SEFRAOUI Merouane, HINOUN Abdelillah et NEDROMI Naoufel.

Taouli Oualid

Résumé

La cartographie interactive crée des cartes numériques permettant une interaction en temps réel avec les données géographiques. Contrairement aux cartes statiques, elles offrent des fonctionnalités telles que le zoom, le déplacement, les calques d'information et la possibilité de cliquer pour obtenir des informations supplémentaires. Utilisant des technologies avancées, elles facilitent l'analyse et la visualisation dynamique des informations géographiques.

Notre projet de fin d'étude vise à fournir une solution innovante via le développement d'une application mobile nommée ATVIM (Advanced Three-dimensional Virtual Mapping), destinée à faciliter la navigation au sein du campus universitaire de Tlemcen, notamment à la faculté des sciences. En utilisant des outils comme VS Code pour la programmation et Unity pour l'intégration 3D, nous avons conçu une application avec une interface intuitive pour améliorer l'expérience utilisateur en fournissant des informations précises et en temps réel.

Mots-clés : Cartographie interactive, Application mobile, Navigation, Campus universitaire, Expérience utilisateur, VS Code, Unity, Information en temps réel

Abstract

Interactive cartography creates digital maps that allow real-time interaction with geographical data. Unlike static maps, they offer features such as zooming, panning, information layers, and clickable elements to obtain additional information. Using advanced technologies, they facilitate dynamic analysis and visualization of geographical information.

Our final project aims to provide an innovative solution by developing a mobile application named ATVIM (Advanced Three-dimensional Virtual Mapping), to facilitate navigation within the University of Tlemcen campus, particularly in the Faculty of Sciences. By using tools such as VS Code for programming and Unity for 3D integration, we designed an application with an intuitive interface to enhance user experience by providing accurate and real-time information.

Keywords : Interactive cartography, Mobile application, Navigation, University campus, User experience, VS Code, Unity, Real-time information

ملخص

تهدف الخرائط التفاعلية إلى إنشاء خرائط رقمية تسمح بالتفاعل في الوقت الحقيقي مع البيانات الجغرافية. على عكس الخرائط الثابتة، توفر الخرائط التفاعلية ميزات مثل التكبير والتحويل وطبقات المعلومات، بالإضافة إلى إمكانية النقر على العناصر للحصول على معلومات إضافية. باستخدام التقنيات المتقدمة، تسهل هذه الخرائط التحليل الديناميكي والتصور للمعلومات الجغرافية.

يهدف مشروعنا الختامي إلى تقديم حلاً مبتكراً من خلال تطوير تطبيق محمول لتسهيل التنقل داخل حرم جامعة تلمسان، بالأخص في كلية العلوم. باستخدام أدوات مثل VS Code للبرمجة و Unity للدمج ثلاثي الأبعاد، قمنا بتصميم تطبيق يحتوي على واجهة سهلة الاستخدام لتعزيز تجربة المستخدم من خلال توفير معلومات دقيقة وفي الوقت الحقيقي.

الكلمات الرئيسية : خرائط تفاعلية، تطبيق محمول، تنقل، حرم جامعي، تجربة المستخدم، VS Code، Unity، معلومات في الوقت الحقيقي

Table des matières :

Introduction générale	1
Chapitre 1.....	1
La cartographie interactive	1
1 Introduction	4
2 La cartographie	4
3 La cartographie interactive	5
4 Historique de la cartographie interactive	5
4.1 Les premiers pas.....	5
4.2 L'ère numérique	5
4.3 La cartographie interactive aujourd'hui.....	6
5 Caractéristique de la cartographie interactive	6
5.1 Interactivité	6
5.2 Visualisation dynamique	6
5.3 Fonctionnalités avancées	7
5.4 Accessibilité	7
5.5 Intégration avec d'autre outils.....	7
6 Application de la cartographie interactive	7
6.1 Navigation et géolocalisation	8
6.2 Urbanisme et aménagement du territoire.....	8
6.3 Environnement et sciences de la Terre	8
6.4 Tourisme et loisir.....	8
7 Les défis de la cartographie interactive dans les environnements complexes	8
7.1 Diversité des points d'intérêt (POI).....	8
7.2 Complexité de la structure physique	9
7.3 Flux de circulation	9
7.4 Besoin d'orientation précise	9
7.5 Accessibilité	9
8 Outils et technologie de la cartographie interactive	10
8.1 Systèmes d'information géographique (SIG)	10
8.2 Bases des données spatiales	10

8.3	Services web cartographiques	10
8.4	Framework de développement d'applications	10
9	Applications de cartographie interactive existantes	11
10	Conclusion.....	11
Chapitre 2.....		13
Conception de l'application de cartographie interactive de la faculté des sciences		13
1	Introduction	14
2	Présentation de notre application	14
2.1	Amélioration de l'expérience utilisateur	14
2.2	Représentation réaliste du campus	14
2.3	Facilitation de la navigation	15
3	Architecture modulaire de l'application.....	15
3.1	Modélisation 3D	15
3.2	Interface utilisateur (UI)	15
3.3	Gestion des données.....	15
3.4	Module d'authentification	15
4	Conception détaillée de l'application	16
4.1	Expression des besoins.....	16
4.1.1	Identification des acteurs	16
4.1.2	Spécification des besoins	16
4.2	Diagramme de cas d'utilisation.....	17
4.3	Diagramme de séquence.....	18
5	Modélisation 3D des bâtiments et des points d'intérêt	20
5.1	Processus de modélisation dans Blender.....	20
5.2	Mise en valeur des détails architecturaux	21
5.3	Optimisation des modèles	21
5.4	Conception des interfaces utilisateur et de l'expérience utilisateur	21
6	Fonctionnalités de l'application.....	21
6.1	Maps 3D de la faculté.....	21
6.1.1	Modélisation 3D des bâtiments et des points d'intérêt	22
6.1.2	Textures et matériaux réalistes	22
6.1.3	Système de navigation interactif	22

6.2	Modes de visualisation.....	22
6.2.1	Mode 2D (Plan simple de la faculté).....	22
6.2.2	Mode 3D (Vue immersive de la faculté)	22
6.2.3	Free mode :	22
6.3	Informations contextuelles	23
6.4	Support multi plateformes	23
7	Conclusion.....	23
	Développement et implémentation de l'application ATVIM.....	25
1	Introduction	26
2	Réalisation de l'application « ATVIM »	26
2.1	Environnement de développement	26
2.1.1	Développement du modèle 2D et 3D	26
2.1.2	Développement de l'Application	29
2.1.3	Langage de programmation.....	32
2.2	Création des modèles.....	32
2.3	Authentification	40
3	Contrôle des interactions de l'application.....	41
3.1	Une scène pour chaque mode de visualisation	41
3.2	Les Scripts C#.....	42
3.3	Gestion des assets.....	42
4	Présentation des interfaces	43
4.1	Gestion de profil d'un utilisateur pour l'authentification :.....	43
4.2	Modes de Navigation	47
4.3	Mode 2D.....	48
4.3.1	L'utilisateur active la localisation.....	48
4.3.2	L'utilisateur n'active pas la localisation	49
4.4	Mode 3D.....	52
4.4.1	L'utilisateur active la localisation :.....	52
4.4.2	L'utilisateur n'active pas la localisation :	53
4.5	Free mode :	54
5	Support multiplateformes :	55
5.1	Interfaces Utilisateur :.....	56

5.2	Contrôles :	56
5.3	Accès aux Fonctionnalités Matérielles :	56
5.4	Gestion des Permissions :	56
5.5	Optimisation des Performances :	57
6	Difficultés rencontrées.....	57
7	Conclusion.....	59
	Conclusion Générale	60
	Bibliographie	63
	Webographie	64

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Diagramme de cas d'utilisation	17
Figure 2 : Diagramme de séquence	19
Figure 3 : Blender mode objet	20
Figure 4 : Autocad	27
Figure 5 : Inkscape.....	28
Figure 6 : Blender	29
Figure 7 : Schéma de création du modèle	29
Figure 8 : développement en Unity.....	31
Figure 9 : modification d'une scène en Unity	31
Figure 10: Script C#.....	32
Figure 11 : Plan Autocad avant simplification.....	33
Figure 12 : Plan après l'optimisation	33
Figure 13 : Version PDF de plan	34
Figure 14 : Calcul de distance avec GoogleMap	35
Figure 15 : Mise à l'échelle et vérification des distances dans blender	35
Figure 16 : Construction du modèle.....	36
Figure 17 : suppression des faces.....	37
Figure 18 : Réglages de matériaux	38
Figure 19 : prévoie de model après le rendre dans Blender	39
Figure 20 : Création des effets dans le mode Shading.....	40
Figure 21 : Schéma d'authentification	41
Figure 22 : Etape de connexion.....	44
Figure 23 : Etape d'inscription	44
Figure 24 : : Inscription en utilisant numéro de téléphone	45
Figure 25 : Mot de passe oublié	46
Figure 26 : Email de récupération.....	46
Figure 27 : Choix des modes	47
Figure 28 : Localisation en utilisant GPS	48
Figure 29 : Choisir une source.....	49
Figure 30 : Choisir une destination	50
Figure 31 : Vue le la premier étage de faculté.....	51
Figure 32 : Vue de le deuxième étage de faculté	51
Figure 33 : Localiser en utilisant GPS	52
Figure 34 : Localiser par saisir la source.....	53
Figure 35 : Vue en free mode.....	54
Figure 36 : Vue de la version PC	55

Introduction générale

La cartographie, l'art et la science de représenter des espaces sur des surfaces planes, est un domaine qui a évolué de manière significative à travers les siècles. Initialement destinée à documenter et à naviguer dans le monde physique, elle est devenue un outil essentiel dans une multitude des domaines, reflétant non seulement le monde tel qu'il était et tel qu'il pourrait être. Cette discipline combine à la fois des aspects techniques, artistiques et fonctionnels pour créer des représentations qui sont à la fois utiles et informatives.

Depuis les premières cartes gravées sur des tablettes d'argile jusqu'aux cartes numériques interactive d'aujourd'hui, la cartographie a toujours été un reflet de technologie et des besoins de son époque. Les anciens cartographes utilisaient des étoiles et des constellations comme guides, tandis que les explorateurs du Moyen Age dessinaient des cartes pour naviguer sur les océans et découvrir de nouveaux mondes. À l'ère moderne, la cartographie a bénéficié des avancées en mesure et observation, permettant une précision jusqu'alors inégalée.

L'avènement de l'informatique et des technologie numérique à transformer la cartographie de manière fondamentale. Les cartes ne sont plus seulement des images statiques ; elles sont devenues dynamiques, capables de représenter des changements en temps réel et d'interagir avec les utilisateurs.

Dans notre projet de fin d'étude, nous nous sommes penchés sur ce contexte de transformation rapide et de complexité croissante. Nous avons développé une application mobile pour répondre à un besoin spécifique : la navigation au sein du campus universitaire de Tlemcen. Cette application est nommée ATVIM : Advanced Three-dimentional Virtual Mapping. Les campus sont souvent vastes et complexes, rendant la navigation difficile pour les nouveaux étudiants, les visiteurs et même le personnel. Une solution efficace de cartographie numérique pourrait améliorer considérablement, l'expérience utilisateur en fournissant des information précises et en temps réel. Notre application, développée avec les outils VS Code pour l'écriture des scripts et Unity pour l'intégration des éléments 3D, vise à simplifier la navigation dans

le campus, plus particulièrement à la faculté des sciences. En combinant les dernières avancées en matière de cartographie numérique avec une interface utilisateur intuitive, nous espérons offrir une solution qui non seulement guide les utilisateurs, mais enrichit également leurs expériences du campus.

L'organisation du présent document est la suivante :

Chapitre 1 : La cartographie interactive : ce chapitre présente les concepts de base et les technologies utiliser dans les systèmes de cartographie interactive.

Chapitre 2 : Conception de l'application de cartographie interactive de faculté des sciences : ce chapitre détaille le processus de conception de note application, y compris les choix techniques et spécifications fonctionnelles.

Chapitre 3 : Développement et implémentation de l'application ATVIM : ce chapitre décrit le développement et la mise en œuvre de notre application, mettant les défis rencontrés et les solutions apportées.

Et enfin nous concluons ce manuscrit avec une conclusion générale et perspectives.

Chapitre 1

La cartographie interactive

1 Introduction

Dans un monde où la mobilité est devenue un aspect essentiel de la vie quotidienne, la cartographie des environnements complexes s'avère être d'une importance croissante. Que ce soit pour les campus universitaires, les parcs d'attractions grouillants d'activités, les vastes centres commerciaux ou les complexes industriels étendus, les capacités à naviguer efficacement à travers ces espaces est devenue un enjeu majeur [1].

L'importance de la cartographie des environnements complexes ne se limite pas seulement à la sphère individuelle, mais s'étend également à des aspects économiques et sociaux plus larges.

En effet, une navigation fluide et efficace dans ces espaces contribue à améliorer l'expérience des utilisateurs, que ce soit des étudiants sur un campus, des familles dans un parc d'attraction ou des clients dans un centre commercial [2]. De plus, une meilleure gestion des flux de personnes et des déplacements peut avoir un impact significatif sur la productivité, la sécurité et l'efficacité opérationnelle, notamment dans le cas des complexes industriels.

Ainsi, dans un contexte où la rapidité et la précision sont devenues des exigences incontournables, les cartes 2D et 3D émergent comme des outils essentiels pour répondre aux besoins de navigation dans les environnements complexes. En offrant des solutions adaptées à ces défis, ces cartes jouent un rôle crucial dans la facilitation des déplacements et la maximisation de l'efficacité dans ces aspects variés et dynamiques [3].

Dans ce chapitre, nous explorerons en détail les défis spécifiques rencontrés lors de la navigation dans les environnements complexes, ainsi que le rôle crucial que jouent les cartes interactives dans la résolution de ces défis.

2 La cartographie

La cartographie est l'art et la science de représenter graphiquement des informations géographiques sur une carte. Elle permet de visualiser des données spatiales complexes

telles que des frontières, des reliefs, des réseaux de transport et bien d'autres éléments, afin de mieux comprendre notre environnement.

La cartographie s'appuie sur des techniques précises et des outils de visualisation numériques sophistiqués pour créer des cartes précises.

Les experts en cartographie peuvent créer des cartes sur mesure répondant aux besoins spécifiques des entreprises et des organisations [4].

3 La cartographie interactive

La cartographie interactive fait référence à l'utilisation des cartes numérique interactive sur des plates-formes informatique, telles que des sites web ou application mobiles [4]

Contrairement aux cartes statiques traditionnelles, les cartes interactives permettant aux utilisateurs d'explorer et de manipuler les données cartographiques en temps réel. Les utilisateurs peuvent zoomer, faire pivoter, déplacer et interagir avec les éléments de la carte pour obtenir des informations détaillées sur des lieux spécifiques, rechercher des adresses, calculer des itinéraires, superposer des couches d'informations, etc [5].

La cartographie interactive offre une expérience utilisateur plus dynamique et personnalisée, facilitant ainsi l'exploration et l'analyse des données spatiales

4 Historique de la cartographie interactive

La cartographie interactive est un domaine qui a connu une évolution significative au fil des années. Elle a commencé avec des cartes simple et statiques et a évolué pour devenir un outil dynamique et interactif qui permet aux utilisateurs d'explorer et de comprendre les données géographiques de manière plus approfondie [7].

4.1 Les premiers pas

L'histoire de la cartographie interactive remonte à l'époque où les cartes étaient principalement dessinées à la main. Cependant, avec l'avènement de la technologie, la cartographie a gagné en précision et en fiabilité [10].

4.2 L'ère numérique

Avec l'avènement de l'ère numérique, la cartographie interactive a pris un tout nouveau sens. Des plateformes comme l'IGN (Institut Géographique National) en France ont

commencé à offrir un accès gratuit à leur bibliothèque constituée de près de 4 millions de cartes et photos aériennes [4]. Ces ressources ont permis aux utilisateurs d'observer les évolutions du territoire de la période de l'anthropocène en seulement quelques clics.

4.3 La cartographie interactive aujourd'hui

Aujourd'hui, la cartographie interactive est devenue un outil indispensable dans de nombreux domaines, allant de la recherche scientifique à la planification urbaine. Des sites web comme GeaCron offrent un Atlas Historique Interactive du monde à partir de 3000 avant JC, permettant aux utilisateurs de visualiser l'évolution historique de différentes régions du monde [11].

5 Caractéristique de la cartographie interactive

La cartographie interactive, également connue sous le nom de cartographie dynamique ou web mapping, se distingue des cartes statiques traditionnelles par sa capacité à offrir une expérience utilisateur plus immersive et riche en information [5].

Voici quelques-unes des caractéristiques clés de la cartographie interactive :

5.1 Interactivité

Cette caractéristique comprend :

Zoom et panoramique : l'utilisateur peut librement explorer la carte en zoomant et en se déplaçant pour examiner des zones spécifiques en détail.

Sélection et interrogation : en cliquant sur des éléments de la carte, les utilisateurs peuvent accéder à des informations contextuelles, des attributs et des données associés.

Filtrage et recherche : Des options de filtrage et de recherche permettent aux utilisateurs d'affiner l'affichage de la carte en fonction de critères spécifiques, tels que le type de données, la période ou les mots-clés.

5.2 Visualisation dynamique

Superposition de couches : Plusieurs couches de données thématiques peuvent être superposées sur la carte pour révéler des relations spatiales et des tendances complexes [6].

Styles et légendes : Les utilisateurs peuvent personnaliser l'apparence de la carte en choisissant des styles de symboles, de couleur et légendes adaptés à leurs besoins [7].

Mise à jour en temps réel : Les cartes interactives peuvent être connectées à des sources des données en temps réel, permettant une visualisation dynamique des changements et des événements en cours.

5.3 Fonctionnalités avancées

Analyse spatiale : des outils d'analyse spatiale intégrés permettant aux utilisateurs d'effectuer des mesures, de calculer des distances, de détecter des modèles et d'identifier des zones présentant des caractéristiques similaires [12].

Simulation et modélisation : des simulations et des modèles peuvent être intégrés aux cartes interactives pour visualiser des scénarios hypothétiques et explorer l'impact de différents facteurs [12].

Narration et collaboration : Les cartes interactives peuvent être enrichies des textes, d'images et de vidéo pour créer des récits captivants et faciliter la collaboration entre les utilisateurs [12].

5.4 Accessibilité

Conception réactive : les cartes interactives sont conçues pour s'adapter à différents appareils et tailles d'écran garantissant une accessibilité optimale aux utilisateurs.

Option d'accessibilité : des fonctionnalités, telles que des alternatives textuelles et des palettes de couleur adaptées aux daltoniens, peuvent être intégrées pour répondre aux besoins des utilisateurs ayant des handicaps.

5.5 Intégration avec d'autres outils

Partage et collaboration : Les cartes interactives peuvent être facilement partagées et intégrées à d'autres sites web, applications et plateformes de médias sociaux.

API et SDK : des API et des SDK permettent aux développeurs d'intégrer des fonctionnalités de cartographie interactive dans leurs propres applications et logiciels.

6 Application de la cartographie interactive

Parmi les différentes applications de la cartographie interactive, nous citons :

6.1 Navigation et géolocalisation

Les applications de cartographie interactive utilisée pour la navigation routière, la planification d'itinéraires et la recherche d'adresses.

6.2 Urbanisme et aménagement du territoire

Les outils de cartographie interactive utilisés pour la gestion urbaine, la planification urbaine et la visualisation des projets d'aménagement.

6.3 Environnement et sciences de la Terre

Les applications de cartographie interactive utilisées pour la surveillance environnementale, la gestion des ressources naturelles et l'étude des phénomènes géologiques.

6.4 Tourisme et loisir

Les applications de cartographie interactive utilisées pour la planification de voyages, la découverte des lieux touristiques et la promotion du patrimoine culturel.

7 Les défis de la cartographie interactive dans les environnements complexes

Dans les environnement complexes tels que les campus universitaires et les centres commerciaux, la navigation peut être particulièrement difficile en raison de la densité des bâtiments, des multiples niveaux, des changements fréquents de configuration et de l'absence de repères visuels familiers. Voici quelques défis rencontrés lors de la navigation dans ces environnements et les exigences particulières en matière de cartographie interactive pour les surmonter :

7.1 Diversité des points d'intérêt (POI)

Les campus universitaires et les centres commerciaux abritent une multitude de points d'intérêt, tels que des salles de cours, des bureaux, des magasins, des restaurants, etc...

La cartographie interactive doit permettre aux utilisateurs de rechercher rapidement des POI spécifiques et visualiser leur emplacement sur les cartes pour une navigation efficace.

7.2 Complexité de la structure physique

Les campus universitaires et les centres commerciaux peuvent être composés de multiples bâtiments, niveaux et corridors, ce qui rend la navigation difficile pour les utilisateurs.

La cartographie interactive doit fournir une représentation détaillée de la structure physique de l'environnement, y compris les niveaux, les escaliers, les ascenseurs et les passages piétonniers, pour aider les utilisateurs à se déplacer facilement.

7.3 Flux de circulation

Les flux de circulation dans les environnements complexes peuvent varier en fonction de l'heure de la journée, des événements spéciaux et des travaux de construction, ce qui peut entraîner des changements fréquents dans les itinéraires recommandés.

La cartographie interactive doit être capable de fournir des itinéraires en temps réel en tenant compte des conditions de circulation actuelles et des éventuels obstacles sur les chemins.

7.4 Besoin d'orientation précise

Dans les environnements complexes, il est essentiel que les utilisateurs puissent obtenir des indications précises sur la direction et la distance à parcourir pour atteindre leur destination.

La cartographie interactive doit inclure des fonctionnalités telles que la boussole numérique, les indications vocales et visuelles étape par étape, ainsi que des repères visuels pour aider les utilisateurs à s'orienter facilement.

7.5 Accessibilité

Certains utilisateurs peuvent avoir des besoins spécifiques en matière d'accessibilité, tels que les personnes à mobilité réduite ou les utilisateurs non familiers avec la langue locale.

La cartographie interactive doit être conçue de manière à être accessible à tous les utilisateurs, en offrant des options de personnalisation telles que la taille du texte, les couleurs contrastées et les indications alternatives pour les utilisateurs nécessitant une assistance supplémentaire.

La cartographie interactive pour les environnement complexes doit reprendre à une variété de défis spécifique pour offrir une expérience de navigation intuitive et efficace aux utilisateurs. Elle doit fournir des fonctionnalités avancées de recherche des destinations, de calcul d'itinéraires et d'orientation précise, tout en tenant compte des besoins individuels des utilisateurs et des conditions en temps réel.

8 Outils et technologie de la cartographie interactive

Les cartes interactives reposent sur une gamme de technologie qui permettant la collecte, le stockage, l'analyse et la visualisation des données géographiques. Voici un aperçu des principales technologies utilisées dans le développement des cartes interactives :

8.1 Systèmes d'information géographique (SIG)

Les SIG sont des systèmes informatiques conçue pour capturer, stocker, manipuler, analyser et visualiser les données géographiques. Ils permettant des informations spatiales avec d'autres types de données pour créer des cartes interactives riches en informations [12].

8.2 Bases des données spatiales

Bases des données spatiales sont des systèmes de gestion de bases de données conçus pour stocker et interroger des données géographiques. Elles permettent de gérer efficacement de grandes quantités de données spatiales et de les rendre accessibles aux applications de cartographie interactive [12].

8.3 Services web cartographiques

Les services web cartographiques fournissent un accès aux données cartographique via internet. Ils permettant aux développeurs d'intégrer des fonctionnalités de cartographie dans des application Web et mobiles en utilisant des API (interfaces de programmation d'applications) standardisées telles que RESTful ou SOAP [12].

8.4 Framework de développement d'applications

Les framework de développement d'applications, tels que Leaflet, OpenLayers Mapbox, et Google Maps API, fournissent des outils et des bibliothèques de programmation pour créer des applications de cartographie interactive. Ils simplifient

le processus de création d'interfaces utilisateur conviviales et gestion des fonctionnalités de cartographie [8].

9 Applications de cartographie interactive existantes

Dans cette section, nous examinerons les applications de cartographie interactive déjà disponibles sur le marché, telles que :

Google Maps : l'une des applications de cartographie les plus populaires, offre une gamme complète de fonctionnalités de cartographie interactive. Elle permet aux utilisateurs de rechercher des lieux, de trouver des itinéraires, et intégré également des vues en 3d pour certaines zones. Cependant, elle présente des limitations en ce qui concerne les détails sur la disposition interne des bâtiments et l'intégration de données en temps réel [13]

Apple Maps : l'alternative native sur les appareils Apple, offre des fonctionnalités similaires à Google Maps, bien que certaines fonctionnalités soient plus limitées. Par exemple, la fonctionnalité de recherche et de navigation est robuste, mais elle présente des limitations en termes de détails sur la disposition interne des bâtiments et de personnalisation des préférences [14].

Bing Maps : proposée par Microsoft, offre également des fonctionnalités de cartographie interactive, mais elle est souvent considérée comme moins complète que Google Maps et Apple Maps. Elle propose des fonctionnalités de base telles que la recherche des lieux et les itinéraires, mais elle a des limitations similaires en termes de détails sur la disposition interne des bâtiments et de personnalisation des préférences [15].

10 Conclusion

Nous avons abordé dans ce chapitre la cartographie interactive qui joue un rôle crucial dans la navigation et l'analyse des environnements complexes. Elle transforme la façon dont nous comprenons et interagissons avec l'espace autour de nous, rendant la navigation plus intuitive et efficace grâce à une richesse de fonctionnalités dynamique et interactives.

La cartographie est essentielle pour répondre aux besoins de mobilité moderne, améliorer les expériences utilisateur, et optimiser l'efficacité opérationnelle dans divers contextes.

Dans le chapitre suivant, nous aborderons les détails de la conception de notre application.

Chapitre 2

Conception de l'application de cartographie interactive de la faculté des sciences

1 Introduction

L'essor des technologies de l'information et de la communication a ouvert la voie à des innovations remarquables dans divers domaines, y compris l'éducation. Les applications de cartographie en 3D représentent l'une de ces avancées, offrant des moyens novateurs d'interagir avec des environnements complexes.

Ce chapitre présente la conception de notre application de cartographie 3D, conçue pour la faculté des sciences de l'université de Tlemcen. Il explore en détails les choix architecturaux et technologiques qui sous-tendent l'application, notamment l'utilisation de Unity pour les vues 3D et les interactions, la modélisation 3D des bâtiments, les conceptions d'interface utilisateur et les systèmes de navigation sont également abordés, mettant en lumière les efforts déployés pour créer une application non seulement fonctionnelle mais aussi engageante et réactive.

2 Présentation de notre application

Notre application se positionne comme une solution innovante visant à transformer l'expérience des utilisateurs au sein du campus universitaire. Conçue pour offrir une interface immersive et interactive, elle vise à faciliter la navigation et l'accès à des informations cruciales pour les étudiants, les visiteurs et le personnel de l'université. Les objectifs principaux sont :

2.1 Amélioration de l'expérience utilisateur

L'application est spécifiquement conçue pour offrir une expérience utilisateur optimale. En combinant des fonctionnalités intuitives et une interface attrayante. Elle vise à rendre la navigation sur le campus aussi simple et agréable que possible.

2.2 Représentation réaliste du campus

Notre objectif est de fournir aux utilisateurs une représentation fidèle et détaillée du campus universitaire. Cela inclut la modélisation précise des bâtiments de la faculté des sciences.

2.3 Facilitation de la navigation

Grace à des fonctionnalités avancées de navigation, notre application permettra aux utilisateurs de trouver facilement leur chemin à travers le campus. Des itinéraires personnalisés, en temps réel et des fonctionnalités de recherche avancées contribueront à rendre la navigation plus fluide et efficace.

3 Architecture modulaire de l'application

Pour concevoir notre application de cartographie interactive, nous avons pour une architecture modulaire afin de faciliter la gestion de la complexité et d'assurer une évolutivité optimale. Voici les principaux modules constituant de l'application :

3.1 Modélisation 3D

Au cœur de l'application se trouve le module de modélisation 3D, qui gère la création, l'optimisation, et le rendu des modèles 3D utilisés pour représenter le campus. Ce module utilise des logiciels et des technologies avancées pour assurer que les modèles sont à la fois précis et performants sur une gamme d'appareils.

3.2 Interface utilisateur (UI)

L'interface utilisateur est conçue pour être intuitive et accessible à tous les utilisateurs, qu'ils soient familiers ou non avec les technologies de navigation 3D. Elle inclut des éléments de navigation, des outils de recherche, des menus d'informations, et des options de personnalisation qui permettent aux utilisateurs de manipuler la vue 3D et d'accéder facilement aux informations dont ils ont besoin.

3.3 Gestion des données

Ce module est responsable de la manipulation de toutes les données entrantes et sortantes dans l'application. Cela inclut la récupération des données depuis des sources externes, leur stockage, et leur mise à jour. Les données gérées peuvent inclure des informations détaillées sur les bâtiments, et d'autres métadonnées associées à des points d'intérêt spécifiques.

3.4 Module d'authentification

Ce composant utilisera Firebase Authentication pour gérer l'inscription des utilisateurs, la connexion, et la sécurisation des sessions utilisateur. Firebase offre une gamme complète de service d'authentification, y compris l'authentification par e-mail et mot

de passe, les authentification tierces comme Google ou Facebook, et même la récupération de mot de passe.

4 Conception détaillée de l'application

Après avoir présenté l'architecture modulaire de notre application, nous plongeons maintenant dans les détails de sa conception.

4.1 Expression des besoins

Dans ce qui suit, nous présentons l'expression des besoins :

4.1.1 Identification des acteurs

Les acteurs principaux de notre système sont :

✓ **Utilisateur :**

L'utilisateur interagit avec l'application pour naviguer à travers le campus en utilisant les différents modes de visualisation proposés. Ce rôle est destiné à faciliter l'accès et l'utilisation des ressources du campus, en fournissant une expérience de navigation intuitive et efficace.

✓ **Développeur**

Le développeur est responsable de la mise à jour et de l'amélioration de l'application. Ce rôle inclut le développement de nouvelles fonctionnalités, la correction de bugs, et l'optimisation des performances de l'application pour garantir une expérience utilisateur améliorée et maintenir l'application à jour avec les dernières technologies et pratiques.

4.1.2 Spécification des besoins

• **Les besoins fonctionnels :**

Les fonctionnalités clés de notre application ATVIM sont :

- ✓ **Authentification** : Les utilisateurs peuvent se connecter, créer un compte, ou utiliser une connexion anonyme.
- ✓ **Sélection du Mode** : Après l'authentification, l'utilisateur choisit entre le Mode 2D, le Mode 3D, et le FreeMode pour la navigation.

- ✓ **Navigation et Itinéraire** : Dans le mode sélectionné, l'utilisateur peut ajouter une source et une destination pour calculer et afficher le chemin le plus court.
- **Les besoins non fonctionnels** :
 - ✓ **Performances** : Temps de réponse rapide et fluidité de l'interface utilisateur.
 - ✓ **Disponibilité** : Accessibilité constante de l'application pour les utilisateurs.

4.2 Diagramme de cas d'utilisation

Les diagrammes de cas d'utilisation permettent de représenter un ensemble de cas d'utilisation, d'acteurs et leurs relations. Ils présentent la vue statique des cas d'utilisation d'un système et sont particulièrement importants dans l'organisation et la modélisation des comportements d'un système.



Figure 1 : Diagramme de cas d'utilisation

- **Utilisateur** :

Choisir un Mode de Navigation : Sélectionner parmi les modes de visualisation disponibles (Mode2D, Mode3D, et FreeMode) pour naviguer sur le campus.

Rechercher un Itinéraire : L'utilisateur peut localiser par GPS ou choisir une source et une destination pour calculer et afficher le chemin le plus court dans le mode de visualisation choisi.

- **Développeur :**

Mettre à Jour l'Application : Déployer des mises à jour pour introduire de nouvelles fonctionnalités, améliorer les interfaces existantes, et corriger les bugs.

Optimiser les Performances : Analyser et optimiser le code pour améliorer la fluidité et la réactivité de l'application.

Développer de Nouvelles Fonctionnalités : Travailler sur l'ajout de fonctionnalités innovantes pour enrichir l'expérience de navigation et étendre les capacités de l'application.

4.3 Diagramme de séquence

Voici comment un utilisateur interagit avec l'application ATVIM, voir figure 2 :

Lancement de l'Application : L'utilisateur ouvre l'application.

Page d'Authentification : L'application affiche la page d'authentification où l'utilisateur peut se connecter, s'inscrire, ou continuer anonymement.

Sélection du Mode : Après l'authentification, l'application affiche les options de mode: Mode 2D, Mode 3D, et FreeMode.

Choix du Mode et Navigation : L'utilisateur sélectionne un mode et est redirigé vers la page correspondante où il peut entrer une source et une destination.

Calcul du Chemin : L'application calcule et affiche le chemin le plus court basé sur les données de la carte.

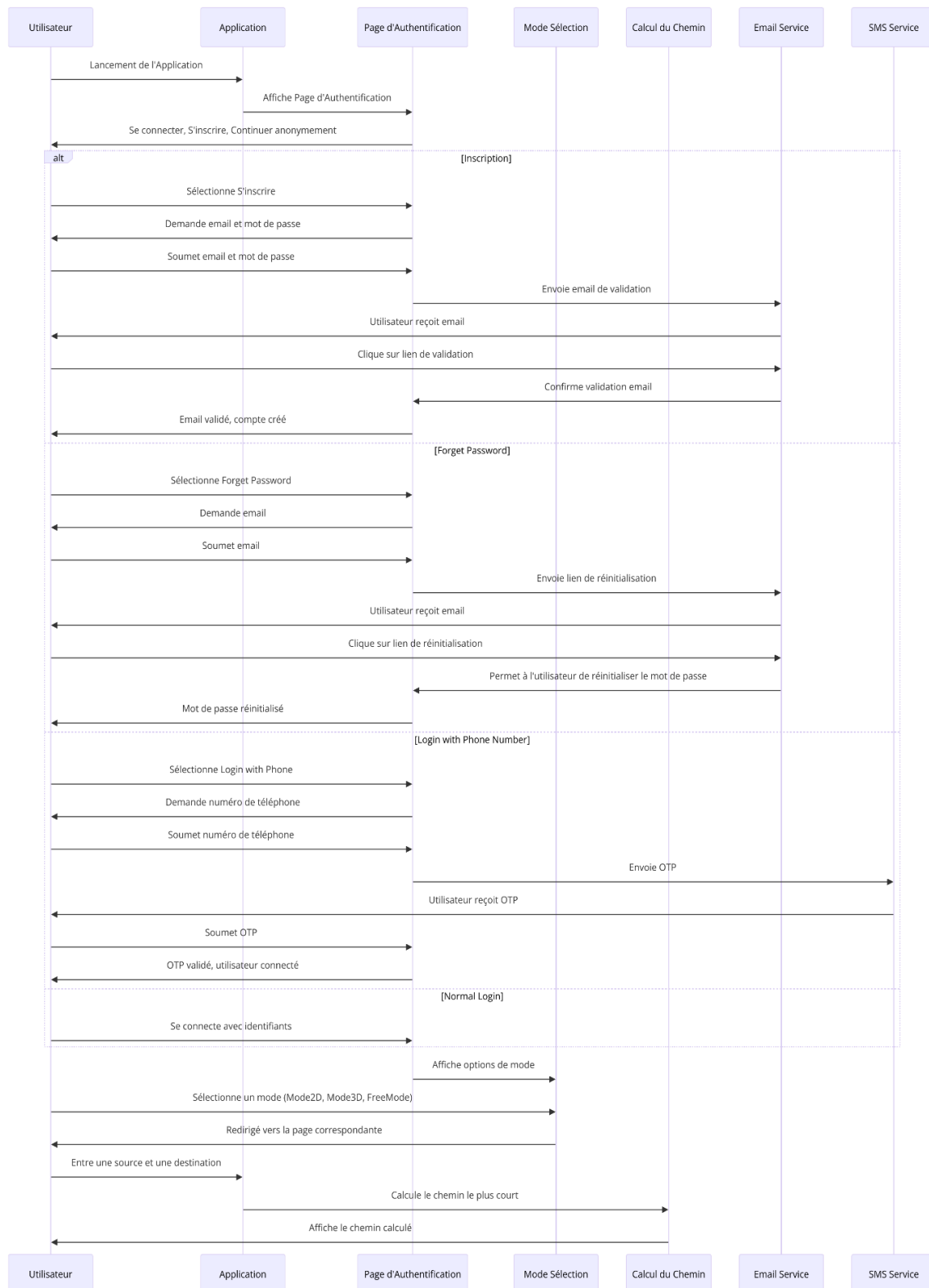


Figure 2 : Diagramme de séquence

5 Modélisation 3D des bâtiments et des points d'intérêt

La modélisation 3D est un aspect central de la map 3D de la faculté, nécessitant une grande précision et un souci du détail pour assurer une représentation réaliste et utile du campus universitaire.

5.1 Processus de modélisation dans Blender

Le processus de modélisation dans Blender est une étape cruciale de notre projet. Blender, en tant qu'outil avancé pour la création de contenu 3D, nous permet de modéliser chaque bâtiment du campus avec une grande précision. Ce processus débute par la collecte de références architecturales, telles que des plans et des photographies, afin de garantir que les proportions et les détails architecturaux des modèles 3D correspondent fidèlement à leurs homologues réels.

Les plans 2D de notre faculté nous ont été fournis par le rectorat de l'université de Tlemcen. Toutefois, pour garantir la qualité et la fidélité de nos modèles 3D, nous avons effectué d'importantes améliorations sur ces plans. Ces améliorations ont été essentielles pour créer des modèles 3D à la fois précis et dimensionnellement conformes à la réalité du campus. (Voir la figure ci-dessous).

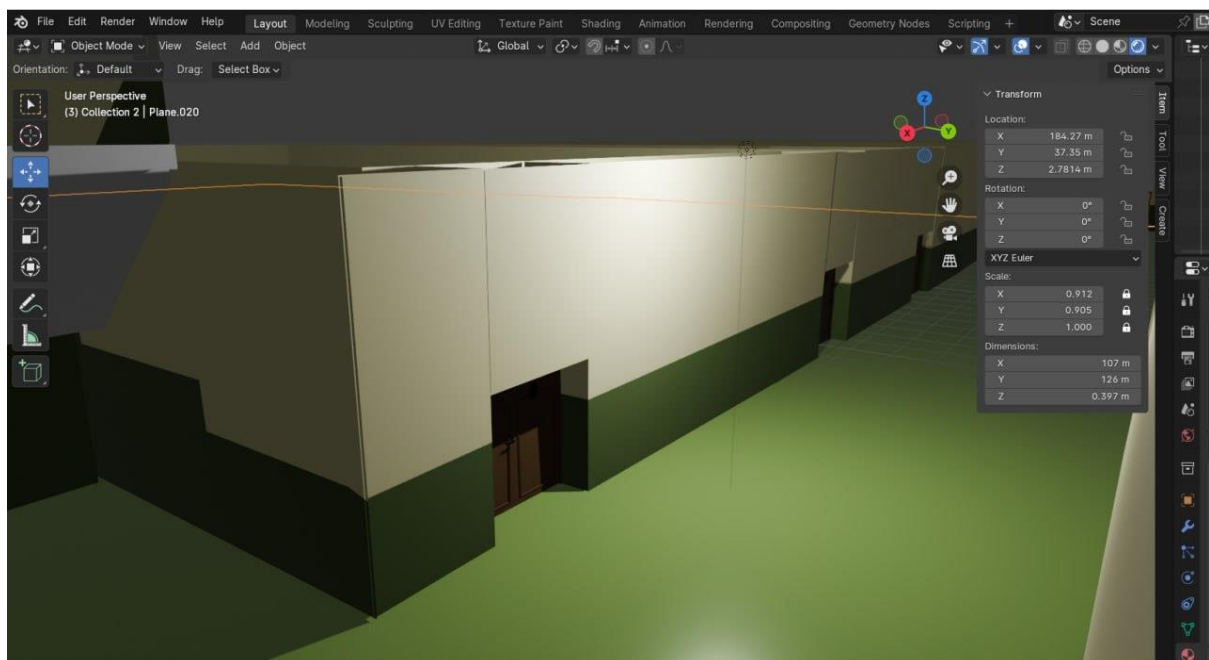


Figure 3 : Blender mode objet

5.2 Mise en valeur des détails architecturaux

Pour chaque modèle, des détails comme les encadrements de fenêtres, les corniches, et les textures des matériaux de construction sont méticuleusement reconstitués. Cela implique souvent un travail détaillé sur les petites structures et ornements qui caractérisent l'architecture d'un bâtiment.

5.3 Optimisation des modèles

Les modèles sont également optimisés pour le rendu en temps réel, ce qui implique de réduire la complexité des mesh tout en préservant la qualité visuelle. Cette optimisation est essentielle pour garantir que l'application fonctionne de manière fluide sur différentes plateformes, y compris les appareils mobiles.

5.4 Conception des interfaces utilisateur et de l'expérience utilisateur

L'interface utilisateur (UI) et l'expérience utilisateur (UX) sont conçues pour être intuitives et engageantes, facilitant la navigation et l'interaction avec la map 3D.

- **Design de l'interface utilisateur** : L'interface de l'application est épurée et moderne, avec des menus contextuels et des icônes facilement identifiables pour une navigation intuitive. Les utilisateurs peuvent facilement basculer entre les vues 2D et 3D et accéder aux informations sur les points d'intérêt via des interactions simples comme le toucher ou le clic.
- **Adaptabilité sur divers dispositifs** : L'interface est responsive, ce qui signifie qu'elle s'adapte aux différentes tailles et résolutions d'écran, assurant une expérience utilisateur cohérente que ce soit sur un smartphone, une tablette ou un ordinateur de bureau.

6 Fonctionnalités de l'application

Nous présenterons dans cette section les fonctionnalités de notre application.

6.1 Maps 3D de la faculté

La map 3D de la faculté est une solution innovante conçue pour améliorer significativement la manière dont les étudiants et les visiteurs interagissent avec l'espace

universitaire. Cette carte est développée avec plusieurs fonctionnalités clés pour enrichir l'expérience utilisateur :

6.1.1 Modélisation 3D des bâtiments et des points d'intérêt

Utilisant des techniques avancées de modélisation 3D, chaque structure sur le campus est créée avec une attention méticuleuse aux détails architecturaux. Cela non seulement améliore l'esthétique visuelle mais aussi augmente la précision, permettant aux utilisateurs de reconnaître et de se familiariser avec des bâtiments réels lors de leurs déplacements.

6.1.2 Textures et matériaux réalistes

Les textures appliquées sur les modèles 3D sont choisies pour imiter fidèlement les matériaux utilisés dans la construction réelle des bâtiments, comme le verre translucide, la brique poreuse, et le béton lisse. Cette approche renforce l'immersion en fournissant une expérience visuelle qui reflète fidèlement la réalité.

6.1.3 Système de navigation interactif

La map offre un système de navigation dynamique où les utilisateurs peuvent se déplacer, zoomer, et faire pivoter la vue pour explorer le campus sous différents angles.

6.2 Modes de visualisation

6.2.1 Mode 2D (Plan simple de la faculté)

Ce mode offre une carte traditionnelle en deux dimensions, utile pour obtenir rapidement un aperçu du campus et planifier des itinéraires simples d'un point à un autre.

6.2.2 Mode 3D (Vue immersive de la faculté)

En mode 3D, les utilisateurs peuvent naviguer dans une reproduction virtuelle du campus qui offre une perception de la profondeur et du volume, enrichissant ainsi l'expérience de navigation.

6.2.3 Free mode :

Offre la possibilité de se déplacer librement sur le campus sans être limité par une localisation spécifique. Cela signifie que les utilisateurs peuvent explorer toutes les zones du campus sans contraintes, découvrir différents bâtiments, installations et

services à leur propre rythme. En mode libre, aucune destination prédéfinie n'est requise, permettant ainsi une navigation plus flexible et spontanée. Cette fonctionnalité est particulièrement utile pour les nouveaux arrivants souhaitant se familiariser avec le campus, pour ceux qui veulent explorer des endroits qu'ils n'ont pas encore visités, ou simplement pour ceux qui préfèrent une expérience de navigation moins structurée.

6.3 Informations contextuelles

Affichage d'informations sur les bâtiments et les points d'intérêt : Des textes descriptifs et informatifs aident l'utilisateur à identifier et localiser les salles et les bâtiments importants. Chaque bâtiment clé et point d'intérêt sur le campus est marqué et accompagné de descriptions pertinentes. Cela permet aux utilisateurs de se repérer facilement et d'accéder rapidement aux ressources et services dont ils ont besoin.

6.4 Support multi plateformes

Le support multiplateforme de notre application signifie qu'elle est conçue pour fonctionner de manière transparente sur différents types de dispositifs et systèmes d'exploitation, tels que les smartphones Android et iOS, ainsi que les ordinateurs de bureau sous Windows. Cela permet à notre application d'être accessible à un large public, quel que soit l'appareil utilisé par l'utilisateur. Cette approche unifiée simplifie le processus de développement, de déploiement et de maintenance de l'application, tout en assurant une expérience utilisateur cohérente et optimale sur l'ensemble des plateformes prises en charge.

7 Conclusion

Ce chapitre a détaillé la conception modulaire et la modélisation 3D de notre application de cartographie, mettant en évidence les choix technologiques et les méthodologies employées pour offrir une expérience utilisateur immersive et interactive. La structure modulaire de l'application, combinée à l'utilisation de Unity et Firebase, permet de gérer efficacement les ressources et de sécuriser les interactions utilisateur, tout en maintenant des performances élevées sur diverses plateformes.

La modélisation 3D des bâtiments, effectuée avec une grande précision à l'aide de Blender, garantit une représentation réaliste et détaillée du campus universitaire. Les interfaces utilisateur intuitives et engageantes, conçues pour être accessibles sur divers dispositifs, facilitent la navigation et l'interaction avec l'application. Les systèmes de navigation sophistiqués et les modes de visualisation variés enrichissent l'expérience utilisateur, permettant une exploration dynamique et informative du campus.

Dans le chapitre suivant, nous verrons en détails le développement et la mise en œuvre de notre application.

Chapitre 3

Développement et implémentation de l'application ATVIM

1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons explorer le développement de l'application ATVIM, conçue pour offrir une navigation assistée à travers un campus universitaire en utilisant des modes de visualisation 2D, 3D et un mode libre. Nous discuterons des outils et langages utilisés pour le développement, ainsi que des tests effectués pour assurer la fiabilité et l'efficacité de l'application.

2 Réalisation de l'application « ATVIM »

Dans cette section, nous allons présenter la réalisation de notre application

2.1 Environnement de développement

Pour la mise en œuvre de notre projet ATVIM, il nous a fallu d'abord développer les modèles 2D et 3D, ensuite nous avons développé l'application mobile.

2.1.1 Développement du modèle 2D et 3D

Les logiciels utilisés pour le développement du modèle 2D et 3D de la faculté des sciences sont :

- **Autocad** : un logiciel de conception assistée par ordinateur développé par la société Autodesk (d'où le nom AutoCAD). Il vous permet de dessiner et de modifier des conceptions numériques plus rapidement et plus facilement qu'à la main. Les fichiers peuvent également être facilement enregistrés et stockés dans le cloud, afin d'être accessibles n'importe où et à tout moment (Voir la figure ci-dessous).

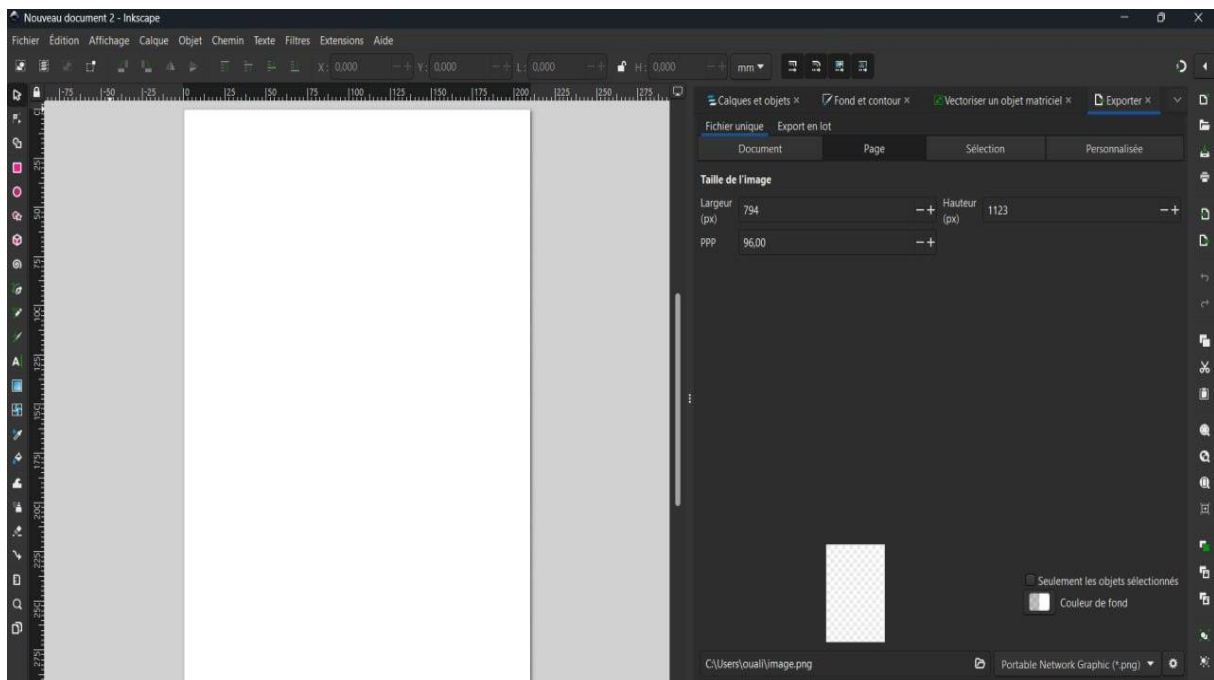


Figure 5 : Inkscape

- **Blender** : est un logiciel libre de modélisation, d'animation par ordinateur et de rendu en 3D, créé en 1994. Il est actuellement développé par la Fondation Blender. Depuis 2019 le logiciel Blender est de plus en plus reconnu par les entreprises du secteur de l'animation 3D, comme Epic Games, Ubisoft et NVIDIA. Il propose des fonctions avancées de modélisation (dont la sculpture 3D, le texturage et dépliage UV, etc), d'animation 3D (rigging, Blend Shape), et de rendu (sur GPU comme sur CPU). (Voir la figure ci-dessous).

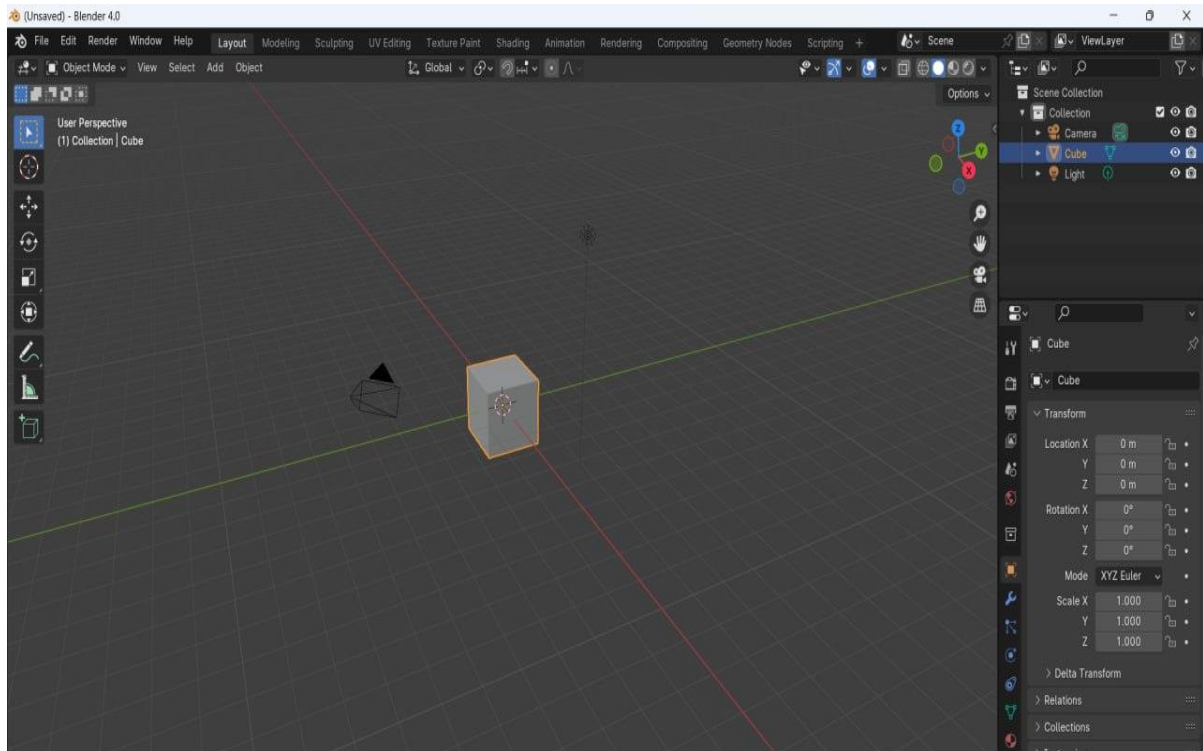


Figure 6 : Blender

Voici un schéma récapitulatif du développement du notre modèle de la Faculté des Sciences en utilisant les logiciels précédents :

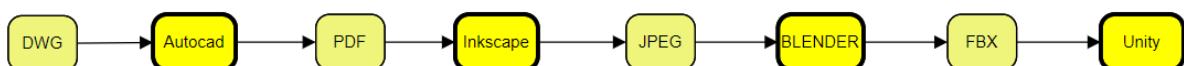


Figure 7 : Schéma de création du modèle

2.1.2 Développement de l'Application

Le développement de l'application se fait à l'aide de deux logiciels principaux : VS Code et Unity. VS Code est utilisé pour écrire les scripts, offrant un environnement de développement intégré (IDE) puissant et flexible pour coder

efficacement. Unity, est employé pour la création et l'intégration des éléments 3D, ainsi que pour le déploiement de l'application. Cette combinaison permet de tirer parti des atouts de chaque outil, assurant ainsi un développement fluide et cohérent de l'application.

- **VS Code**

Visual Studio Code (VS Code) est un éditeur de code source développé par Microsoft, très apprécié pour sa légèreté et sa flexibilité. Il supporte une multitude de langages de programmation grâce à son système d'extensions. Pour le développement de l'application ATVIM, VS Code est utilisé pour écrire le code, permettant ainsi de structurer l'interface utilisateur et la logique métier. Il offre des fonctionnalités comme le débogage intégré, le contrôle de version Git, la complétion de code IntelliSense, et une personnalisation poussée à travers des thèmes et des extensions spécifiques pour le développement multiplateforme (comme Flutter/Dart, C#, etc.)

- **Unity**

Unity est un moteur de jeu puissant et polyvalent utilisé pour créer des jeux vidéo en 2D et 3D, ainsi que des simulations interactives et d'autres expériences visuelles. Dans le cadre de notre projet, Unity est essentiel pour le développement de la carte **3D** interactive de l'application ATVIM. Grâce à Unity, nous pouvons intégrer des modèles 3D créés sous Blender, appliquer des textures, et gérer les interactions utilisateurs. Le Scripting en C# sous Unity permet de programmer des comportements dynamiques pour les objets dans la carte, tels que des animations, des détections de collision, et la gestion des événements de l'utilisateur. Unity facilite également l'intégration de l'interface utilisateur et des éléments multimédias, rendant la carte plus intuitive et réactive (voir les figures 8 et 9).

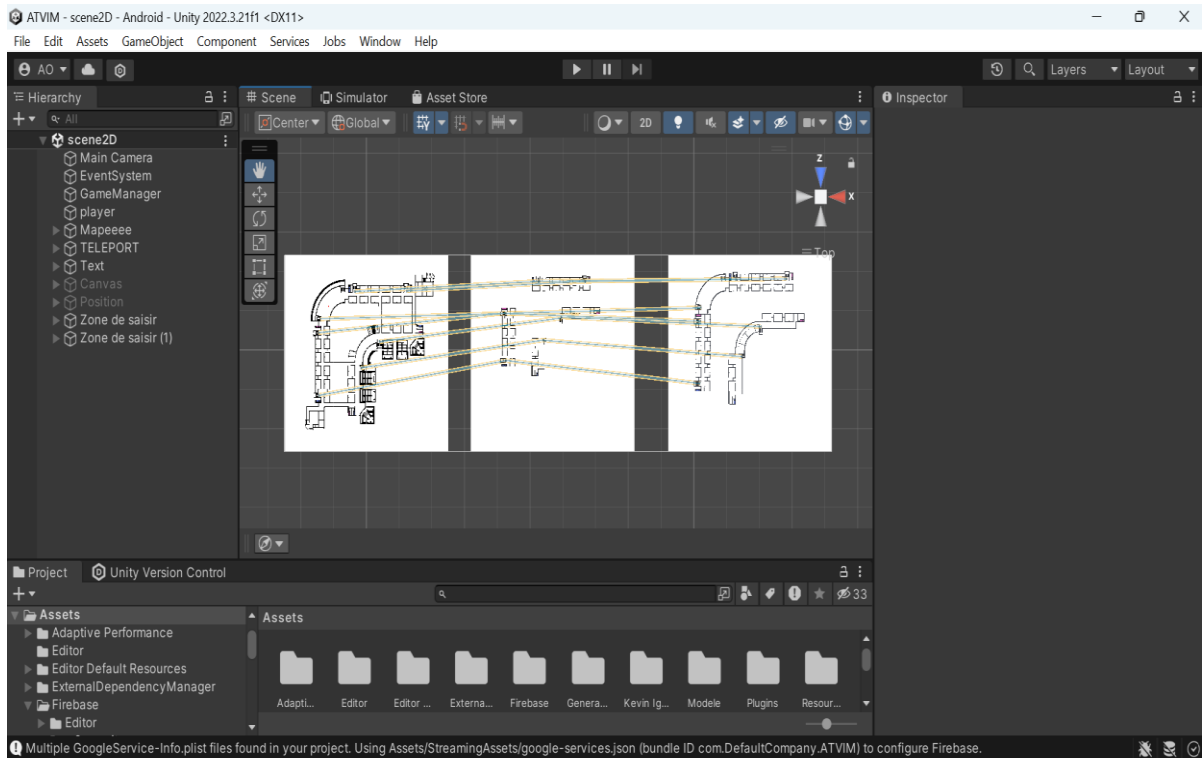


Figure 8 : développement en Unity

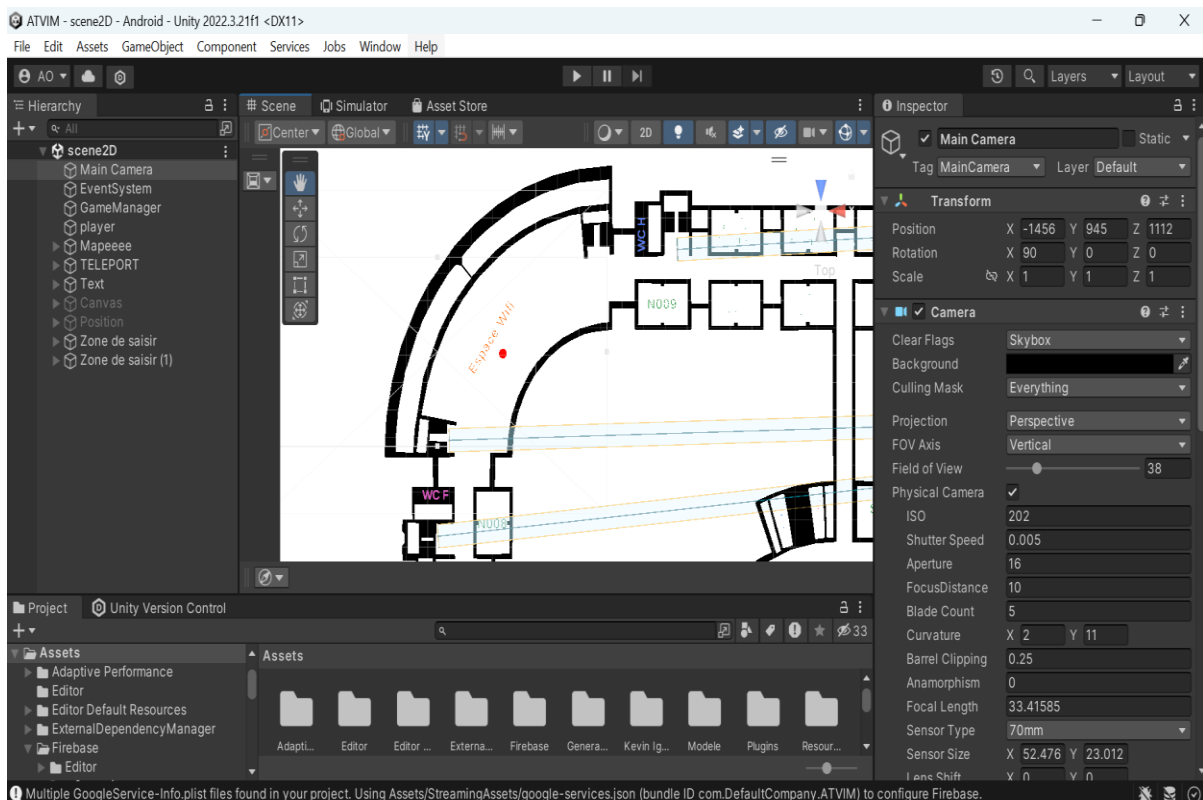


Figure 9 : modification d'une scène en Unity

2.1.3 Langage de programmation

Le langage de programmation utilisé est C#. C# (prononcé "C Sharp") est un langage de programmation moderne, orienté objet et fortement typé, développé par Microsoft. C# est particulièrement populaire dans le développement d'applications Windows, de services web, et de jeux avec Unity. Pour notre projet ATVIM, C# joue un rôle crucial dans le développement de la carte 3D (Voir la figure ci-dessous)

```
5 public class PlayerNavMeshLinkDetection : MonoBehaviour
6 {
7     void Update()
8     {
9         // Met à jour la référence au OffMeshLink actuel
10        if (navMeshAgent.isOnOffMeshLink)
11        {
12            ///
13
14            currentOffMeshLink = navMeshAgent.currentOffMeshLinkData.offMeshLink; // Récupère le OffMeshLink actuel
15
16            // Debug pour vérifier si currentOffMeshLink est valide
17            Debug.Log("Current OffMeshLink: " + currentOffMeshLink);
18            position2 = navMeshAgent.transform.position;
19            Debug.Log("po2"+position2);
20            // Affiche le nom du NavMeshLink actuel dans la console
21            Debug.Log("Player is walking on an OffMeshLink: " + GetCurrentNavMeshLinkName(currentOffMeshLink));
22            canvasObject.SetActive(true);
23            if (position1.x > position2.x)
24            {
25                Debug.Log("position1.x est plus grand que position2.x");
26                displayText.text = "Utilisez les escaliers pour descendre";
27            }
28        }
29    }
30 }
```

Figure 10: Script C#

2.2 Création des modèles

Afin de créer les modèle 2D et 3D, plusieurs étapes ont été suivies.

Étape 1 : Intégration des modèles 2D dans Blender

Simplification des plans dans AutoCAD : Il est conseillé de simplifier les plans en éliminant les détails superflus qui ne sont pas nécessaires pour la modélisation 3D pour faciliter le positionnement des murs. Cela inclut souvent la suppression des éléments de décoration et des textures fines qui n'apportent pas de valeur ajoutée à la structure principale.(Voir les figures ci-dessous 11 et 12).



Figure 11 : Plan Autocad avant simplification

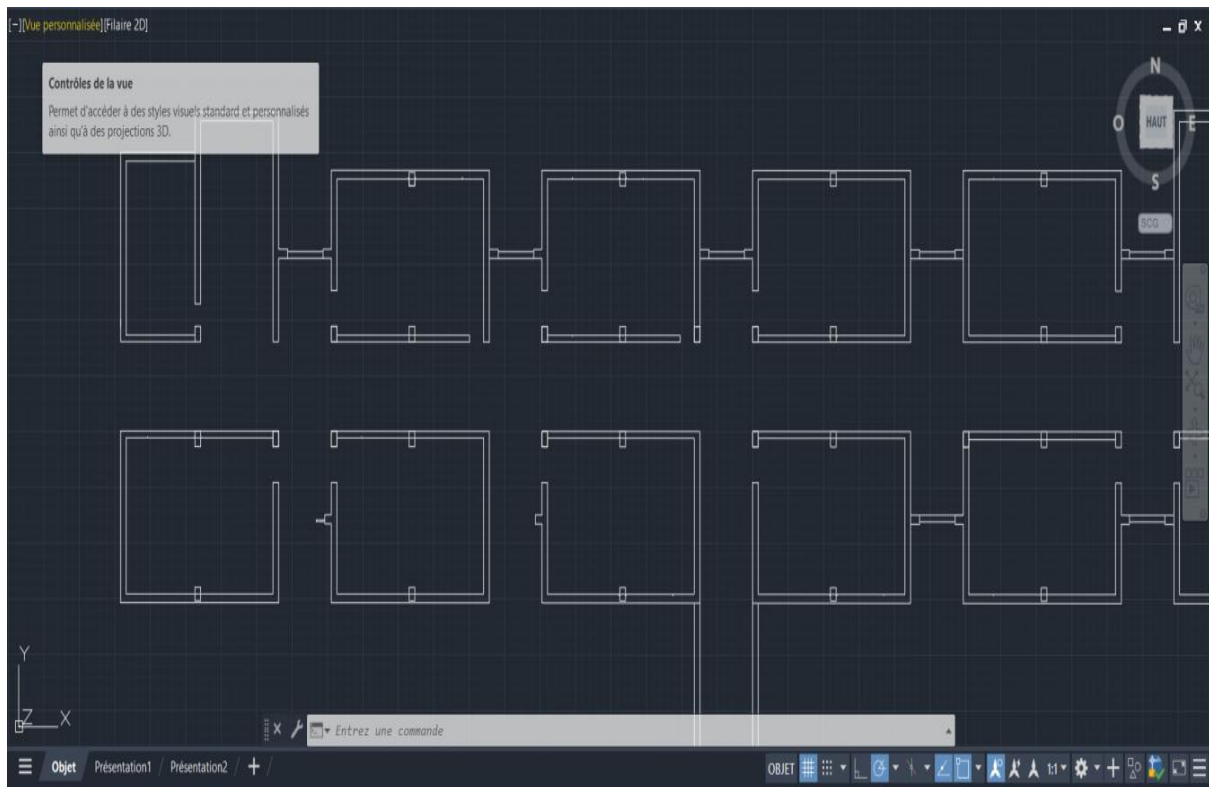


Figure 12 : Plan après l'optimisation

Conversion et utilisation des fichiers dans Inskape : Les plans AutoCAD devraient être exportés en format PDF, puis importés dans Inskape. Dans Inskape, il est possible de transformer ce PDF soit en une image matricielle (PNG ou JPEG) pour l'utiliser comme guide dans Blender, soit en un fichier SVG pour maintenir une précision vectorielle, idéale pour les détails fins.(Voir la figure ci-dessous).

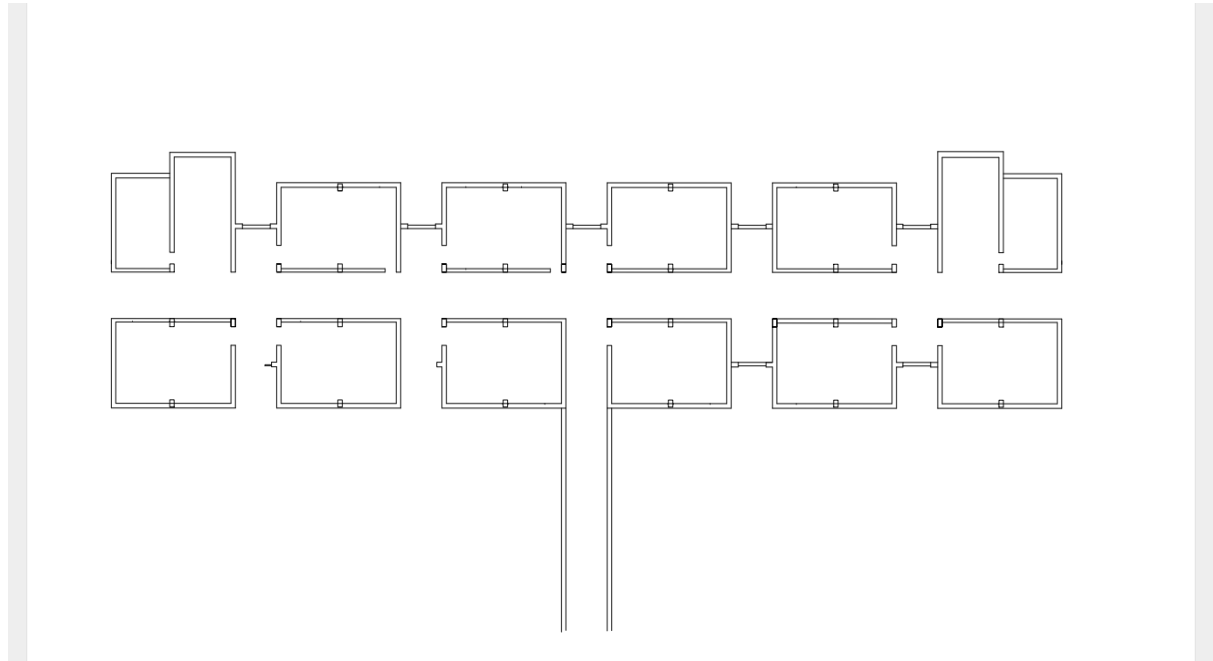


Figure 13 : Version PDF de plan

Étape 2 : Mise à l'échelle des modèles en dimensions réelles

Utilisation de Google Maps : Google Maps peut être employé pour obtenir les mesures extérieures du bâtiment, facilitant ainsi la calibration des dimensions dans Blender.

Mesure des espaces intérieurs : Il est important de mesurer précisément les dimensions des couloirs, salles et portes, soit directement à partir des plans, soit physiquement, afin de garantir la correspondance du modèle 3D avec la réalité. Voir les figures 14 et 15.

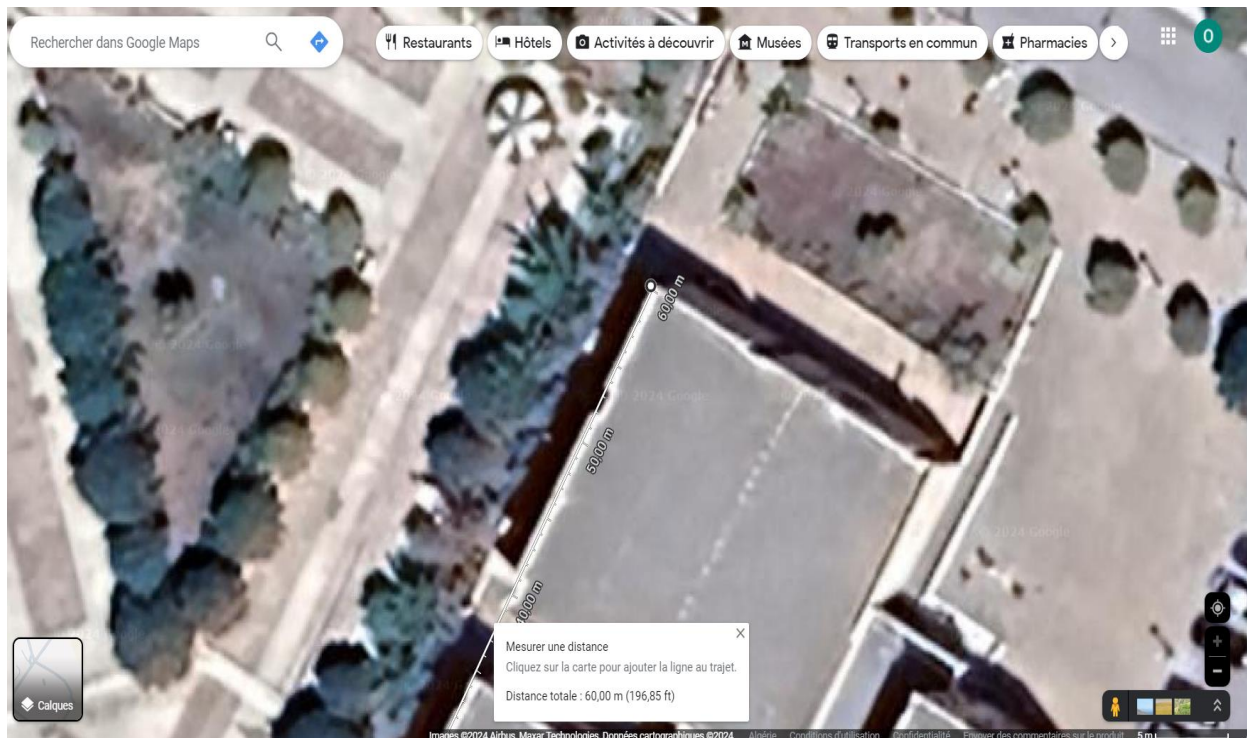


Figure 14 : Calcul de distance avec GoogleMap

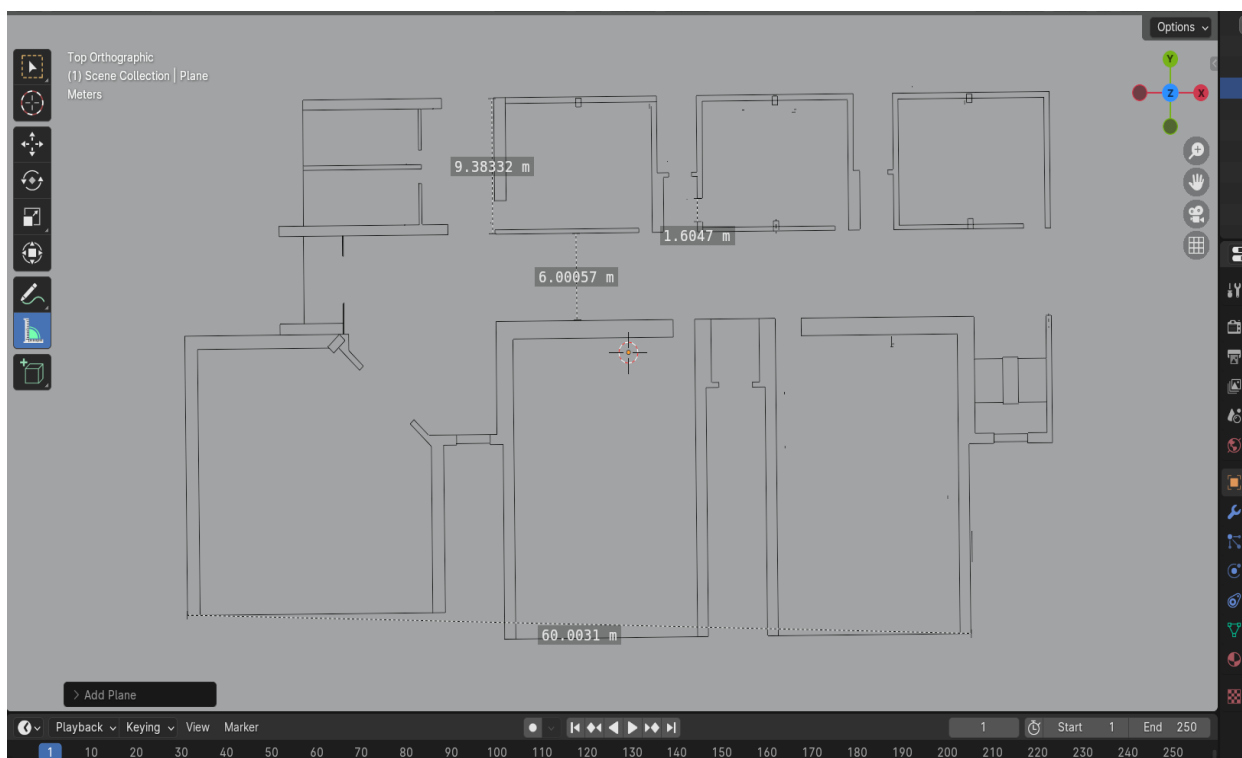


Figure 15 : Mise à l'échelle et vérification des distances dans blender

Étape 3 : Modélisation de la faculté

Construction des murs : Il convient de commencer par modéliser les murs extérieurs, en utilisant les guides obtenus précédemment, puis de procéder avec les murs intérieurs selon les plans détaillés. (Voir la figure ci-dessous)

Modélisation des escaliers et des portes : Les escaliers et les portes doivent être modélisés de manière à respecter les proportions et les emplacements définis dans les plans.

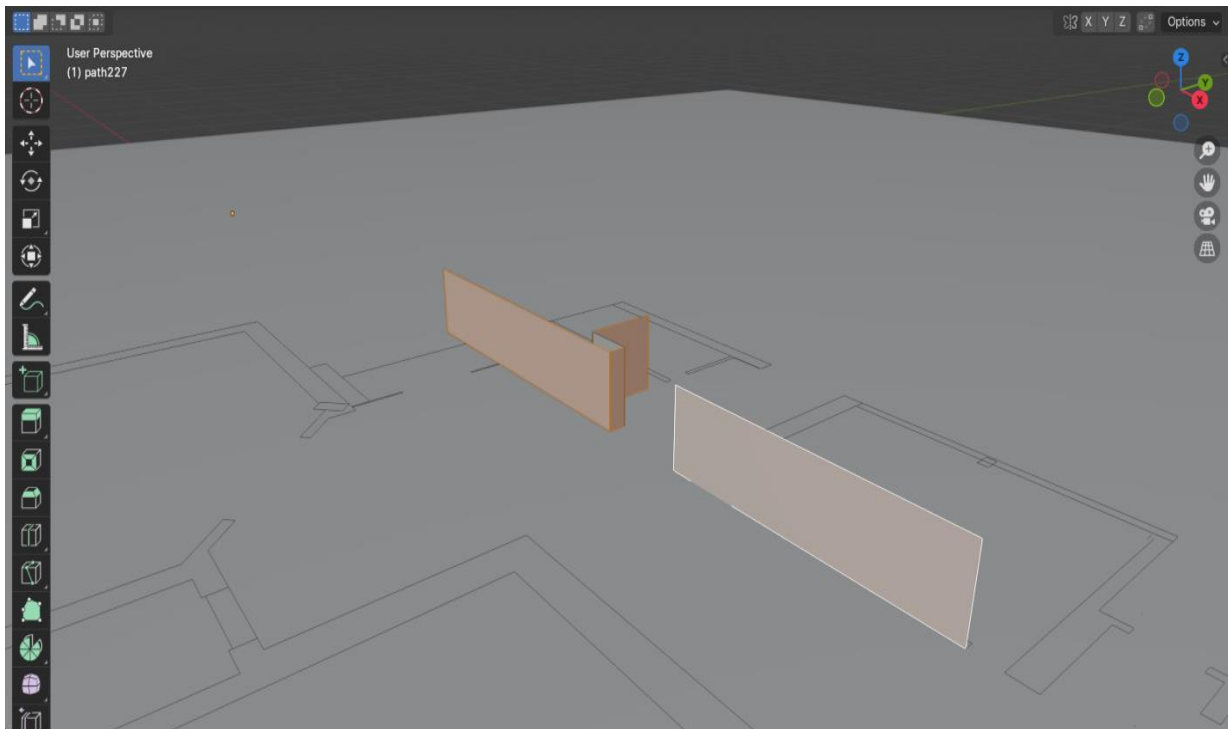


Figure 16 : Construction du modèle

Étape 4 : Optimisation des modèles

Fusion des sommet(vertices) et des arêtes : Le modèle peut être simplifié en fusionnant les sommets et les arêtes superflus, ce qui permet de réduire la complexité du modèle tout en préservant les détails essentiels.

Suppression des faces non visibles : Les faces qui ne contribuent pas à l'aspect final du modèle ou qui ne sont pas visibles doivent être supprimées afin d'alléger le modèle. (Voir la figure ci-dessous).

Limiter les Poids des Sommets : Cette technique consiste à restreindre le nombre d'influences que chaque sommet peut recevoir dans un modèle articulé, il est courant de limiter ce nombre à 4 ou 5 articulations (joints) par sommet.

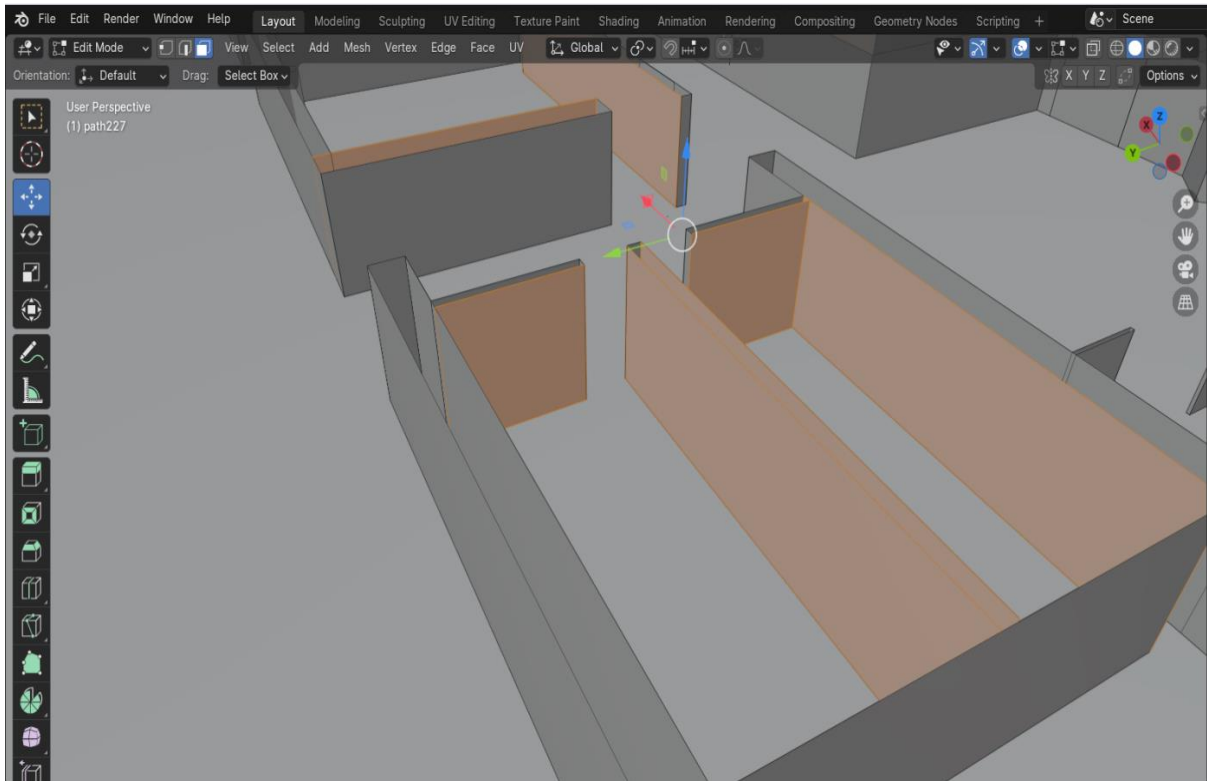


Figure 17 : suppression des faces

Backface culling : est une technique d'optimisation de rendu utilisée en infographie 3D pour augmenter l'efficacité du processus de rendu autrement dit, ne pas afficher les faces d'un objet qui ne sont pas visible par l'utilisateur. Elle joue un rôle crucial dans l'optimisation des performances en réduisant la charge de travail du GPU

Étape 5 : Concaténation de chaque modèle

Assemblage des différentes sections : Toutes les parties du bâtiment doivent être assemblées pour former un seul objet cohérent. Il est essentiel de vérifier que les jonctions sont correctes et que les textures se rencontrent de manière appropriée.

Étape 6 : Creation et affectation des matériaux :

les matériaux sont utilisés pour définir l'apparence visuelle des surfaces des objets 3D. Ils sont essentiels pour donner de la couleur, de la texture, et des effets réalistes comme la brillance, la transparence, ou l'aspect rugueux aux modèles. (Voir la figure ci-dessous)

✓ Réglages des Propriétés du Matériau

Couleur de Diffusion (Base Color) : Définit la couleur principale de l'objet.

Spéculaire (Specular) : Contrôle l'intensité et la clarté des reflets.

Rugosité (Roughness) : Détermine à quel point la surface est mate ou brillante.

Transmission : Utilisée pour les matériaux transparents comme le verre.

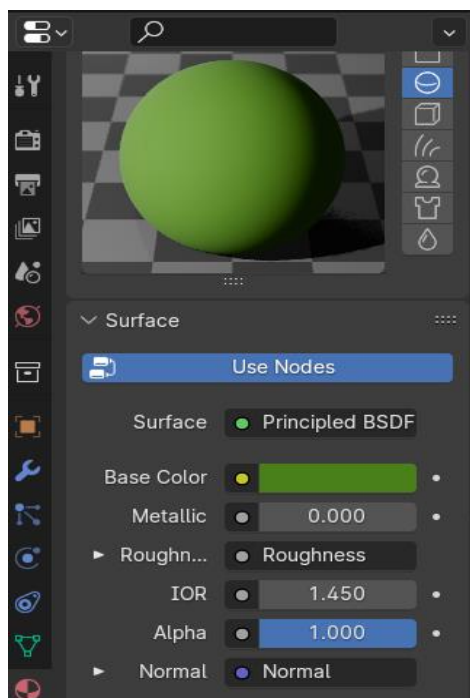


Figure 18 : Réglages de matériaux

✓ Utilisation des Textures

Les textures peuvent être ajoutées aux matériaux pour créer des détails plus complexes comme des motifs, de la saleté, ou des détails de surface. Les textures sont généralement des images ou des procédures générées qui sont mappées sur l'objet pour améliorer l'apparence visuelle.

✓ Shaders

Blender utilise des shaders pour déterminer comment les matériaux réagissent à la lumière. Le Shader principal est le « Principled BSDF », qui est un shader polyvalent conçu pour rendre la création de matériaux physiquement réalistes plus intuitive.

✓ Rendu des Matériaux

Pour voir l'effet complet des matériaux, vous devez rendre l'image ou la scène. Blender offre deux moteurs de rendu principaux : Eevee (temps réel, basé sur le raster) et Cycles (basé sur le tracé de rayon), chacun ayant ses propres méthodes pour traiter l'apparence des matériaux. (Voir la figure ci-dessous)

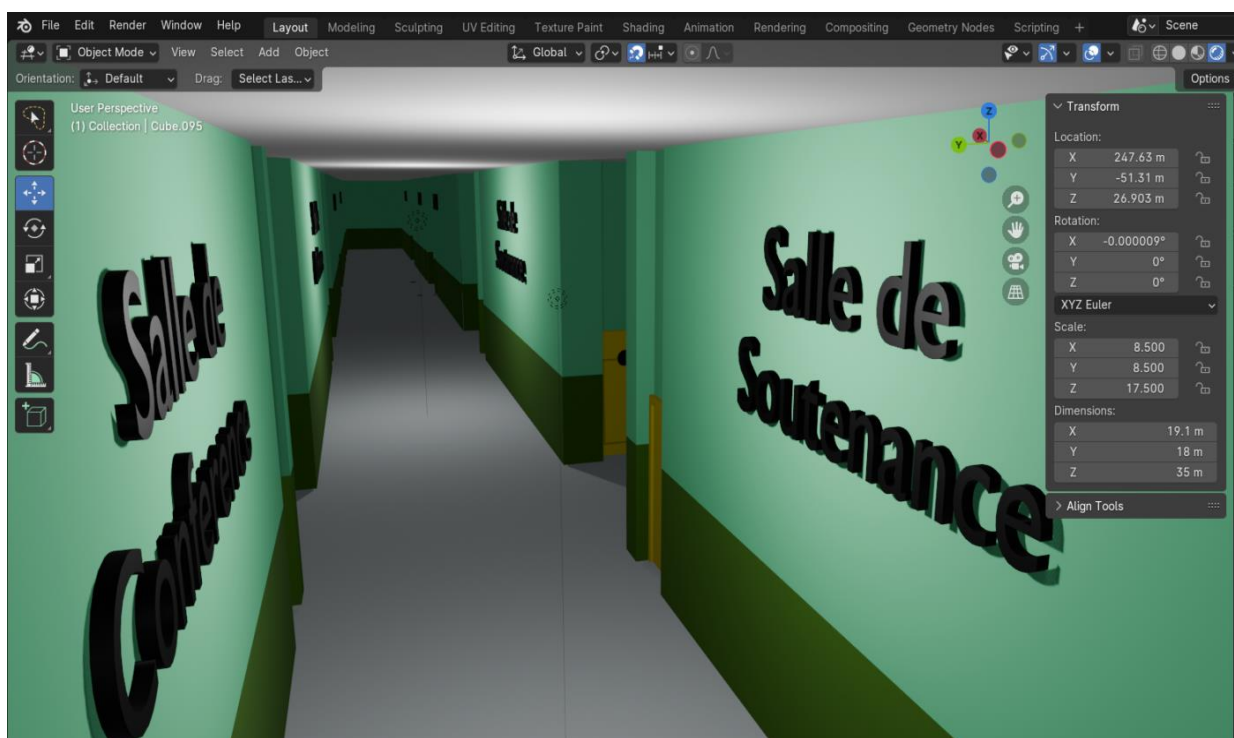


Figure 19 : model finale après le rendre dans Blender

✓ Effets Avancés

Des effets plus avancés peuvent être réalisés en utilisant des nodes. L'éditeur de nodes permet de combiner différents shaders, textures, et effets pour créer des matériaux complexes. Vous pouvez, par exemple, ajouter de la transparence, des motifs animés, ou des effets de vieillissement. (Voir la figure ci-dessous).

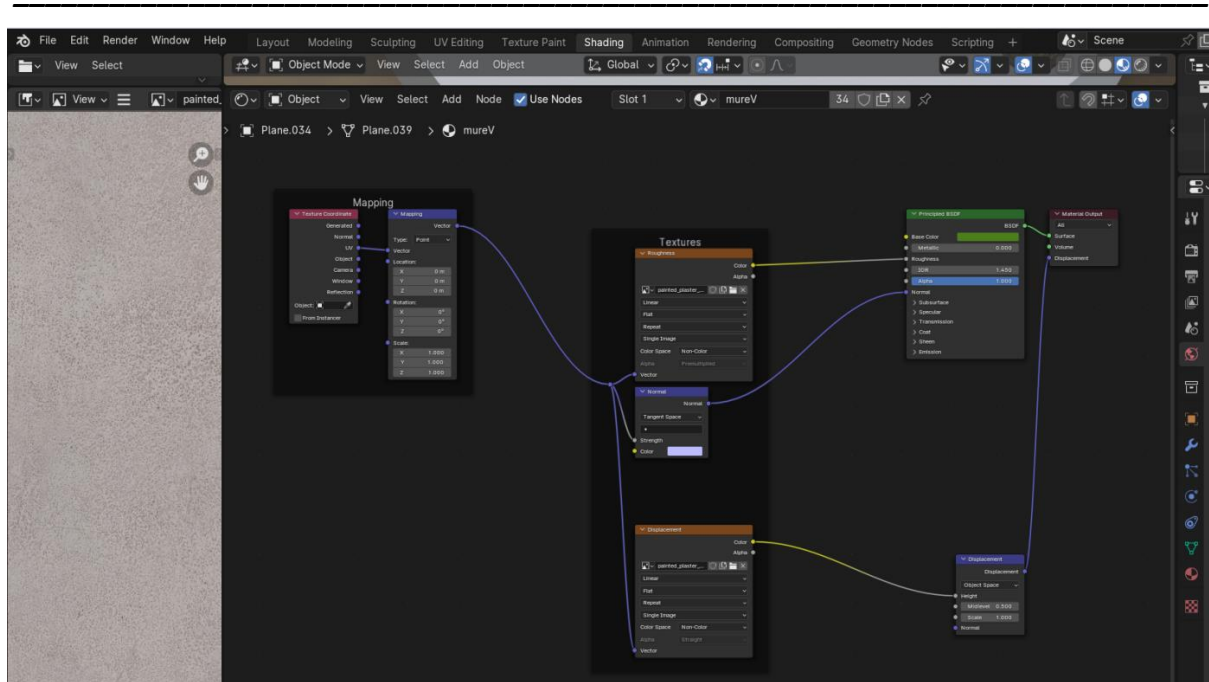


Figure 20 : Création des effets dans le mode Shading

Étape 7 : Vérification finale

Contrôle des détails : Une révision complète du modèle doit être effectuée pour s'assurer qu'aucun élément crucial n'est manquant et que tous les détails sont conformes aux plans originaux et en réalité.

Ajout de contenu supplémentaire : Selon le niveau de détail requis, des éléments supplémentaires tels que des salles, portes, escalier ou de la signalisation peuvent être ajoutés pour enrichir le modèle.

2.3 Authentication

Firebase Auth est utilisé pour gérer le système d'authentification de l'application
 ATVIM. Cela inclut l'inscription des utilisateurs, la connexion, la gestion des sessions,
 et la réinitialisation des mots de passe. Firebase Auth supporte plusieurs méthodes
 d'authentification, y compris l'email et le mot de passe, l'authentification par téléphone,
 et les fournisseurs d'identité tiers comme Google, Facebook, et Twitter. (Voir la figure
 22 ci-dessous).

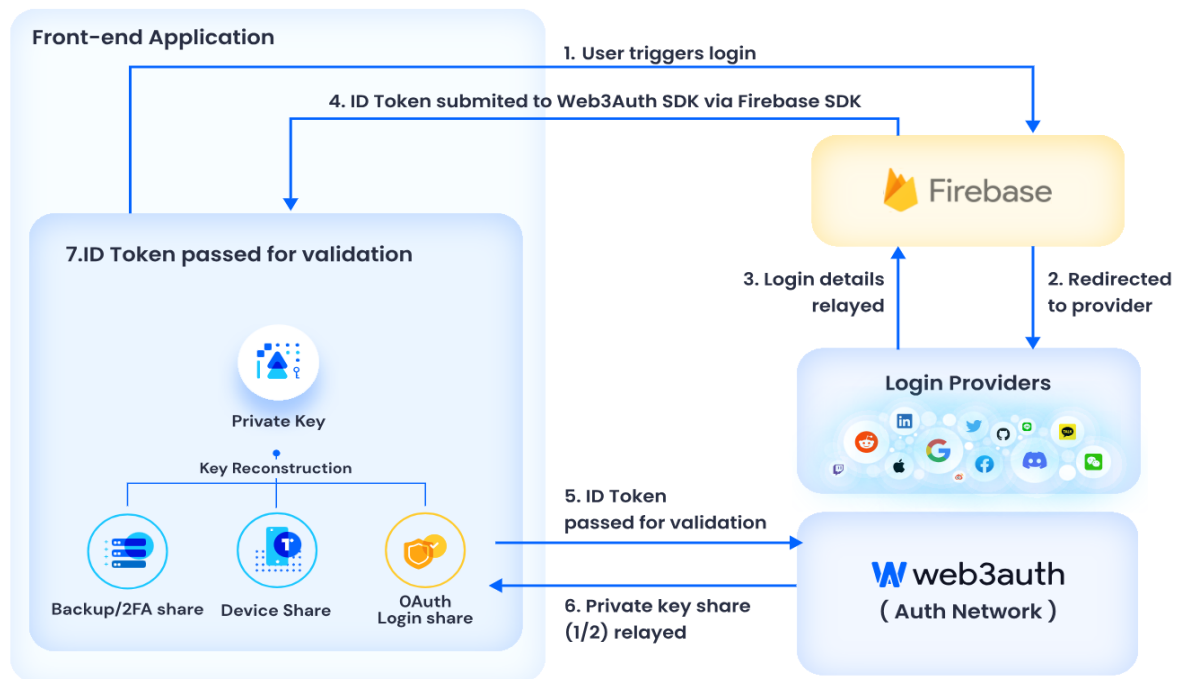


Figure 21 : Schéma d'authentification

3 Contrôle des interactions de l'application

3.1 Une scène pour chaque mode de visualisation

L'utilisation de scènes distinctes pour chaque mode de visualisation dans Unity est une stratégie essentielle pour gérer efficacement les ressources graphiques et garantir des performances optimales de l'application. Chaque scène est dédiée à un mode de visualisation spécifique, qu'il s'agisse de la vue en 2D, de la vue immersive en 3D ou du mode tours. Cette séparation permet de charger uniquement les assets nécessaires pour chaque mode, réduisant ainsi la consommation de mémoire et améliorant la réactivité de l'application. Par exemple, la scène de vue en 2D peut être simplifiée avec des éléments graphiques moins complexes, tandis que la scène de vue en 3D peut inclure des détails plus riches et des textures haute résolution pour une expérience immersive.

3.2 Les Scripts C#

Les scripts C# jouent un rôle central dans le contrôle des interactions utilisateur, la navigation et l'affichage dynamique des informations dans l'application. Ces scripts sont responsables de :

- **Interactions utilisateur** : Les scripts gèrent les entrées de l'utilisateur, telles que les clics, les touches et les gestes tactiles, pour permettre une interaction fluide et intuitive avec l'application. Ils assurent que les commandes de navigation, de zoom et de panoramique répondent de manière cohérente et immédiate.
- **Navigation** : Les scripts C# contrôlent les transitions entre les différentes scènes et modes de visualisation, ainsi que la gestion des itinéraires personnalisés. Ils intègrent des algorithmes de navigation sophistiqués qui permettent aux utilisateurs de passer sans effort d'une vue aérienne générale à des vues rapprochées des bâtiments.
- **Affichage des informations** : Les scripts gèrent l'affichage contextuel des informations en fonction des actions de l'utilisateur. Par exemple, lorsqu'un utilisateur clique sur un bâtiment, un script C# peut afficher une fenêtre contextuelle avec des détails sur le bâtiment, y compris des descriptions, des images et des liens vers des ressources supplémentaires.

3.3 Gestion des assets

La gestion des assets est une composante critique pour maintenir la performance et la cohérence visuelle de l'application. Cela implique :

- **Centralisation des assets** : Tous les assets, y compris les modèles 3D, les textures, les sons et autres ressources multimédia, sont centralisés dans une structure de répertoires organisée. Cette centralisation facilite la gestion des mises à jour et garantit que toutes les ressources sont facilement accessibles par les développeurs.
- **Optimisation des assets** : Les assets sont optimisés pour réduire la charge sur les dispositifs des utilisateurs sans compromettre la qualité visuelle. Par exemple, les modèles 3D sont simplifiés pour réduire le nombre de polygones, et les

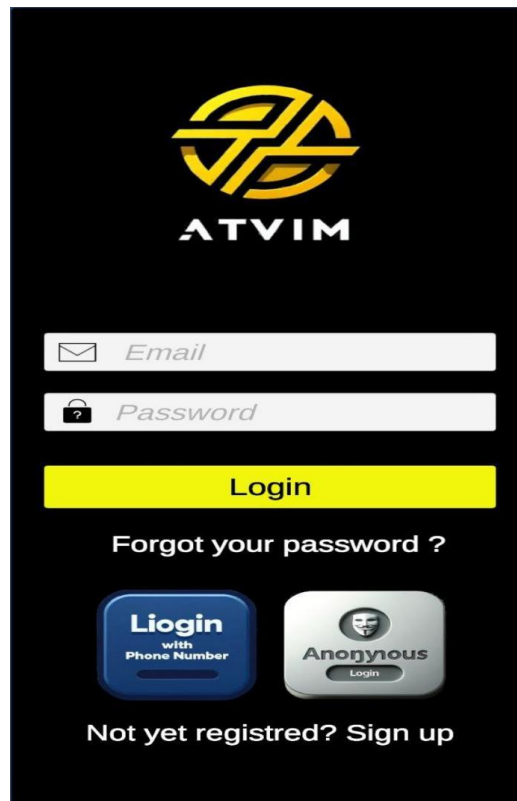
textures sont compressées pour minimiser l'utilisation de la mémoire. Les sons et autres ressources audio sont également compressés et normalisés pour assurer une performance audio cohérente.

- **Gestion des versions et des mises à jour** : Un système de gestion des versions est utilisé pour suivre les modifications apportées aux assets. Cela permet de revenir facilement à une version précédente en cas de problème et de déployer des mises à jour de manière contrôlée. Les mises à jour des assets peuvent être poussées vers les utilisateurs sans nécessiter une réinstallation complète de l'application.

4 Présentation des interfaces

4.1 Gestion de profil d'un utilisateur pour l'authentification :

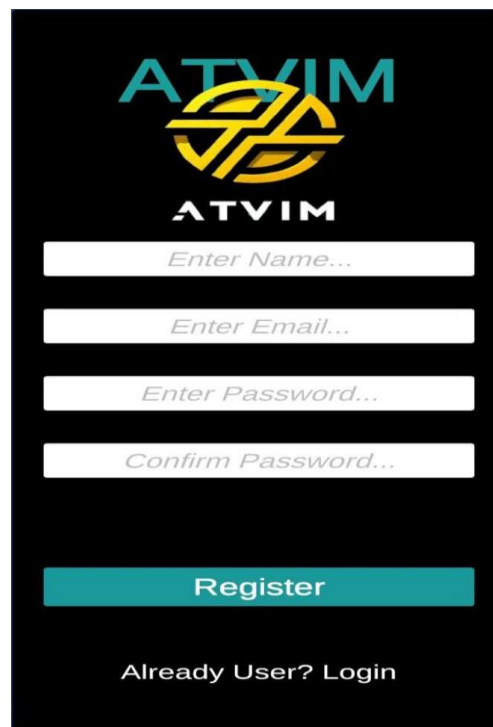
L'interface permet à l'utilisateur de se connecter avec email et mot de passe (Voir la figure ci-dessous)



The login screen features the ATVIM logo at the top, consisting of a yellow stylized 'A' and 'V' inside a circle, with the text 'ATVIM' below it. Below the logo are two input fields: 'Email' with an envelope icon and 'Password' with a lock icon. A yellow 'Login' button is positioned below these fields. Below the button is the text 'Forgot your password ?'. At the bottom, there are two buttons: 'Liogin with Phone Number' (blue) and 'Anonymous Login' (grey). Below these buttons is the text 'Not yet registred? Sign up'.

Figure 22 : Etape de connexion

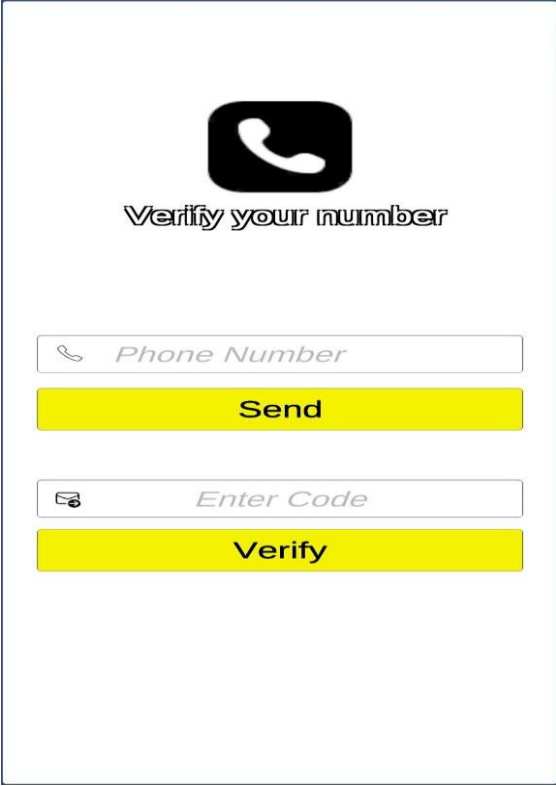
Si l'utilisateur ne possède pas de compte, il peut s'inscrire par email. Un message de validation lui sera envoyé à son email (Voir la figure ci-dessous)



The registration screen features the ATVIM logo at the top, consisting of the text 'ATVIM' in teal above a yellow stylized 'A' and 'V' inside a circle, with the text 'ATVIM' below it. Below the logo are four input fields: 'Enter Name...', 'Enter Email...', 'Enter Password...', and 'Confirm Password...'. A teal 'Register' button is positioned below these fields. Below the button is the text 'Already User? Login'.

Figure 23 : Etape d'inscription

L'utilisateur peut également s'inscrire avec son numéro de téléphone (Voir la figure ci-dessous)



The screenshot shows a mobile application interface for verifying a phone number. At the top, there is a black square icon with a white telephone handset. Below the icon, the text "Verify your number" is displayed. The interface contains two input sections. The first section has a text input field with a phone icon and the placeholder text "Phone Number", followed by a yellow button labeled "Send". The second section has a text input field with an envelope icon and the placeholder text "Enter Code", followed by a yellow button labeled "Verify".

Figure 24 : : Inscription en utilisant numéro de téléphone

Il y a même la récupération de compte. Celle-ci se fait en écrivant votre email, puis un email de récupération est envoyé pour vous permettre de saisir un nouveau mot de passe (voir les figures 25 et 26)



Figure 25 : Mot de passe oublié

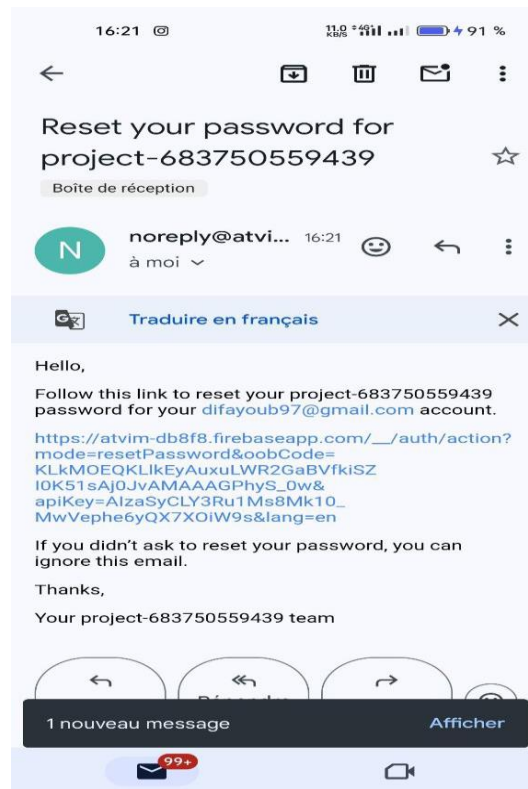


Figure 26 : Email de récupération

4.2 Modes de Navigation

Présente les options disponibles après la connexion, permettant à l'utilisateur de choisir le mode de navigation. L'utilisateur peut choisir entre Mode2D, Mode3D, et FreeMode, avec des interfaces adaptées à chaque mode pour une meilleure expérience utilisateur (Voir la figure ci-dessous)

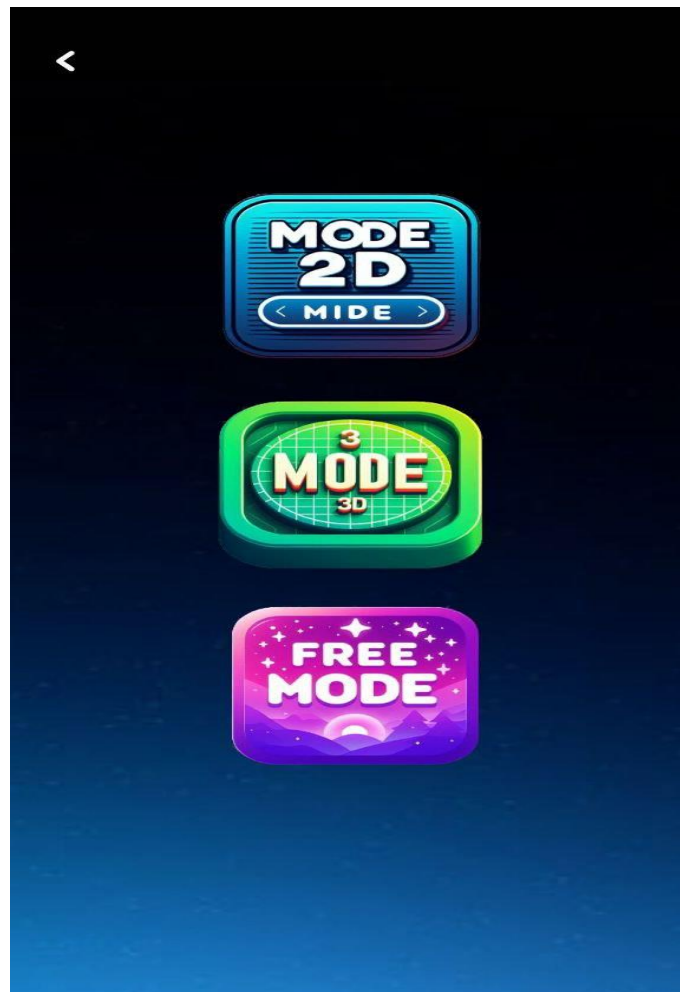


Figure 27 : Choix des modes

4.3 Mode 2D

4.3.1 L'utilisateur active la localisation

Lorsque l'utilisateur active la localisation, il sera automatiquement localisé sur la carte 2D de l'application. Cette fonctionnalité utilise les capacités GPS de l'appareil pour déterminer la position actuelle de l'utilisateur. Une fois la localisation activée et confirmée, l'utilisateur apparaîtra comme un point sur la carte. (Voir la figure ci-dessous)

L'interface de navigation de l'application se met alors à jour pour refléter cette position en temps réel. L'utilisateur n'a plus besoin de saisir manuellement son point de départ, car celui-ci est déjà déterminé par la localisation GPS. Il ne reste plus qu'à choisir une destination parmi les nombreuses options disponibles, telles que les différentes salles, bâtiments ou points d'intérêt sur le campus de la faculté des sciences.

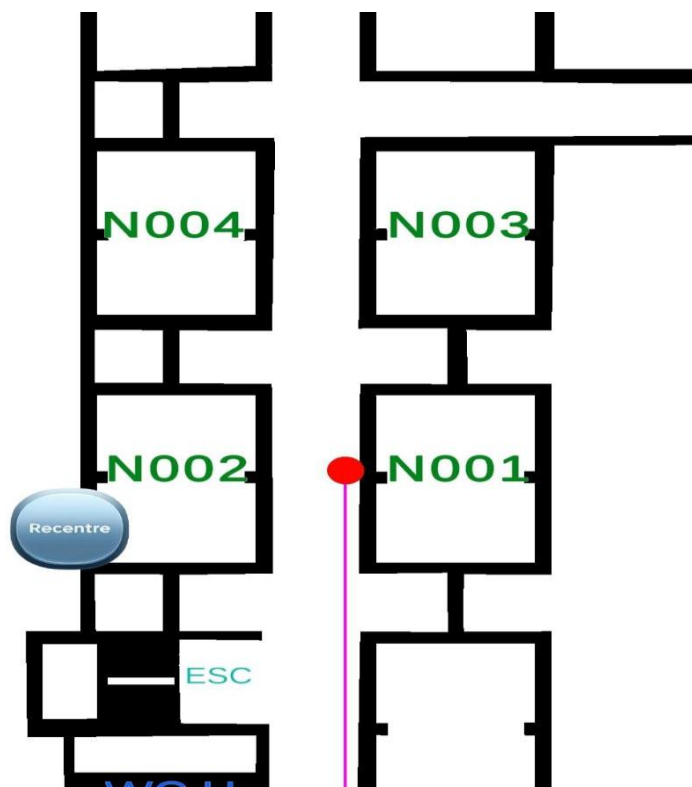


Figure 28 : Localisation en utilisant GPS

4.3.2 L'utilisateur n'active pas la localisation

Après la sélection du mode de navigation, l'interface de navigation s'affiche. Il est nécessaire de sélectionner le point de départ, qui peut être votre position actuelle ou une autre salle spécifique. Vous devez également choisir la destination où vous souhaitez aller. Cette destination peut être une des nombreuses salles de la faculté de sciences, incluant les amphithéâtres, les laboratoires d'informatique, les salles de travaux dirigés (TD), ainsi que les salles de chimie et les salles spécifiques de sciences et technologies (ST) (Voir la figure ci-dessous)

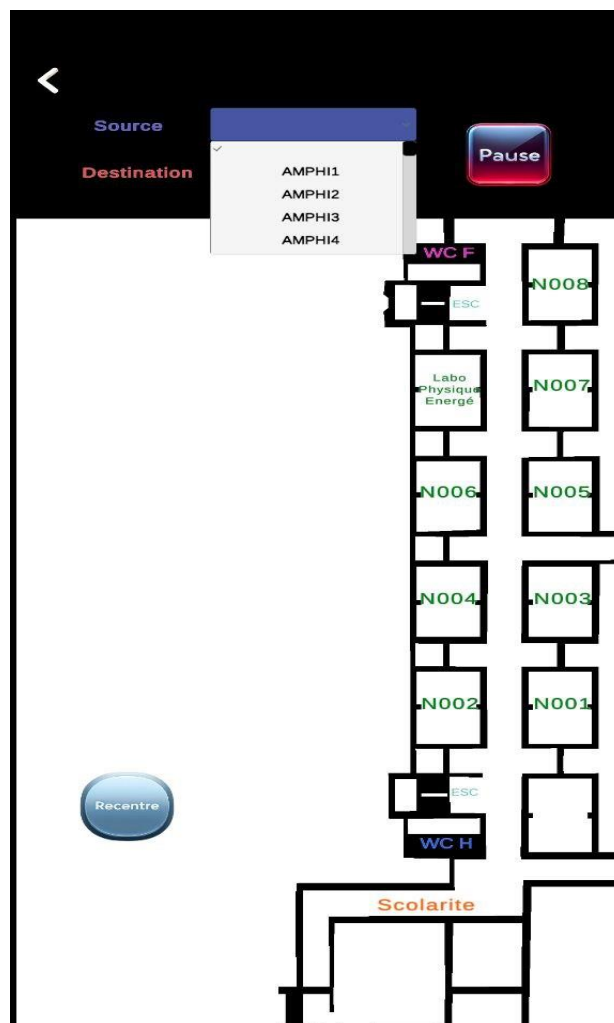


Figure 29 : Choisir une source

Ensuite, l'application calcule et génère le chemin le plus court entre la source et la destination. Vous avez simplement à suivre ce chemin indiqué. Si vous trouvez que l'application réagit trop rapidement, vous pouvez faire une pause à tout moment. Après avoir exploré ou si vous souhaitez revenir à votre point de départ, vous pouvez cliquer sur le bouton 'Recentrer' pour ajuster l'affichage de l'itinéraire sur l'interface (Voir la figure ci-dessous).

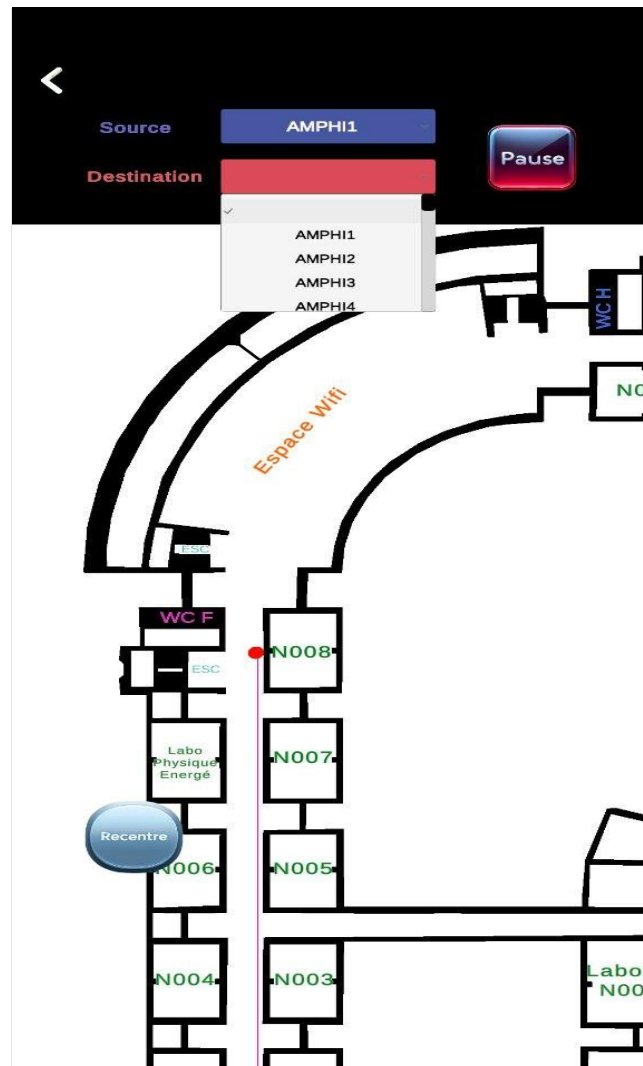


Figure 30 : Choisir une destination

L'application prend également en compte les différents étages de la faculté. Il y a le premier étage et le deuxième étage. Si vous devez vous rendre dans une salle située sur un étage différent de celui où vous vous trouvez, l'application vous guidera vers l'escalier le plus proche. À l'approche de l'escalier, une image apparaîtra avec le texte 'Ascendre' ou 'Descendre' pour indiquer si vous devez monter ou descendre les escaliers. (Voir les figures 32 et 33)

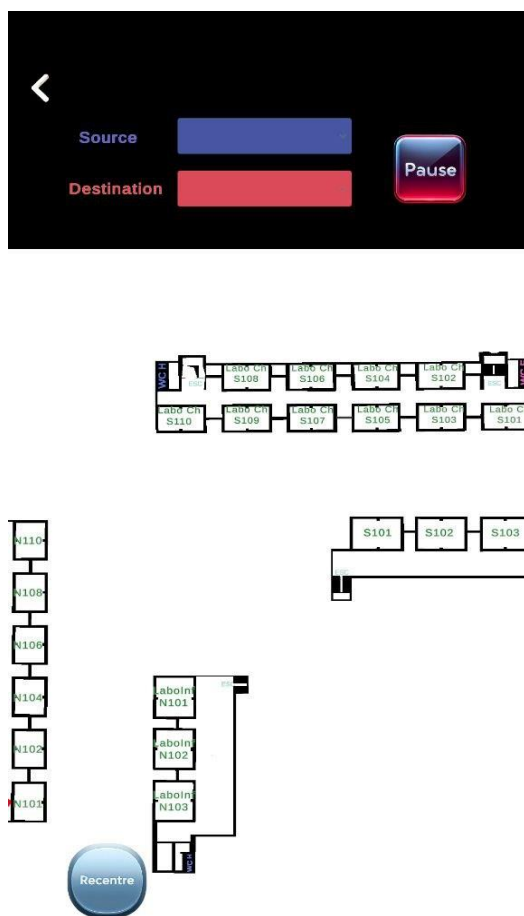


Figure 31 : Vue le premier étage de faculté

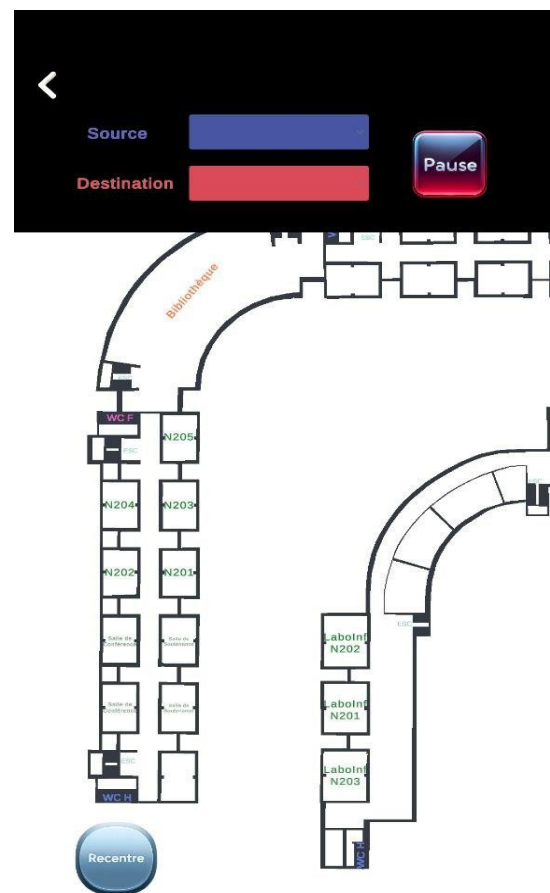


Figure 32 : Vue de le deuxième étage de faculté

4.4 Mode 3D

Après la sélection de mode 3D dans l'interface de l'application il y a deux scénarios :

4.4.1 L'utilisateur active la localisation :

Lorsque l'utilisateur sélectionne le « Mode 3D » et active la localisation, l'application lui demande d'abord l'autorisation d'accéder à sa position. Après acceptation, elle commence à localiser l'utilisateur en temps réel. Une fois localisé, la position de l'utilisateur est présentée comme un point de vue animé plutôt qu'un simple marqueur sur la carte, offrant une expérience plus immersive. (Voir la figure ci-dessous).

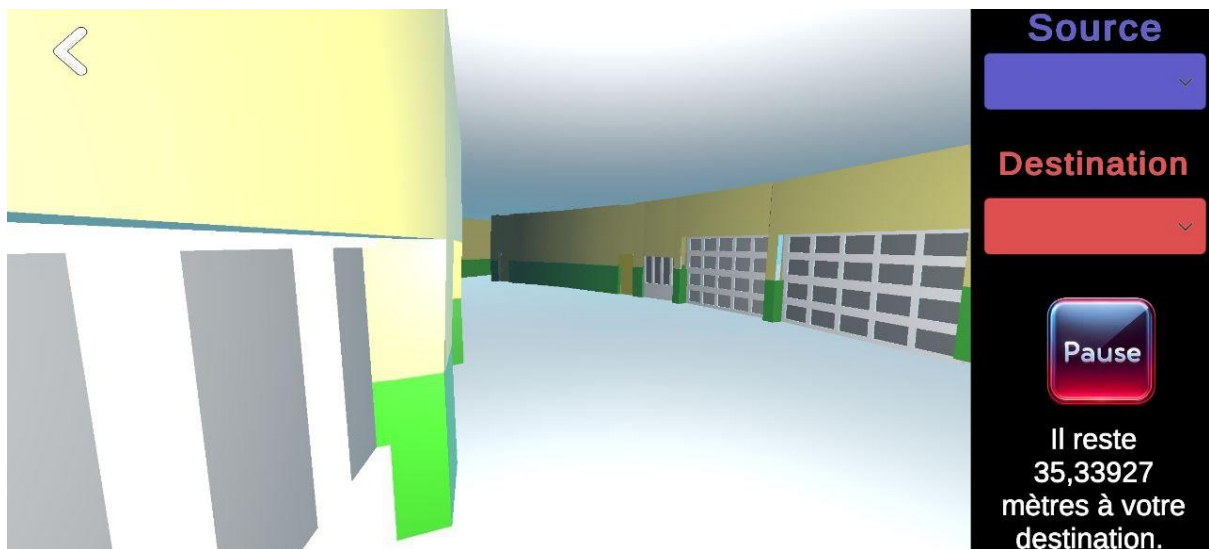


Figure 33 : Localiser en utilisant GPS

L'application propose alors des options telles que « Faire une rotation à 360 degrés de la vue », « Démarrer la navigation vers une destination » ou « Explorer les lieux à proximité ». Pour naviguer vers une destination spécifique, l'utilisateur doit saisir le lieu désiré, et un chemin virtuel sera alors tracé sur la carte, créant une sorte de réalité augmentée. Ce chemin guide visuellement l'utilisateur à travers l'environnement 3D, superposant des indications de navigation directement sur l'image en temps réel, ce qui rend l'orientation à la fois intuitive et engageante.

4.4.2 L'utilisateur n'active pas la localisation :

Si l'utilisateur ne souhaite pas activer la localisation, l'application le positionne automatiquement à un lieu prédéfini, souvent le centre du campus. Dans ce cas, pour débiter une navigation, l'utilisateur doit manuellement saisir à la fois le point de départ (source) et la destination désirée. Une fois ces informations fournies, l'application calcule et affiche un itinéraire détaillé. Cette fonctionnalité permet à l'utilisateur de visualiser un chemin virtuel sur la carte 3D, similaire à une expérience de réalité augmentée, où le parcours est superposé sur la vue 3D. Cette méthode guide l'utilisateur pas à pas avec la possibilité de pauser la navigation, offrant une immersion dans l'environnement numérique tout en fournissant les directions nécessaires pour atteindre la destination choisie.

Pour améliorer l'expérience de visualisation et permettre une exploration plus détaillée, l'utilisateur a la capacité de faire pivoter la caméra autour du point central ou le long du trajet. Cette fonctionnalité de rotation de la caméra offre une perspective à 360 degrés, permettant à l'utilisateur de voir le campus sous différents angles et d'apprécier pleinement l'environnement. (Voir la figure ci-dessous)

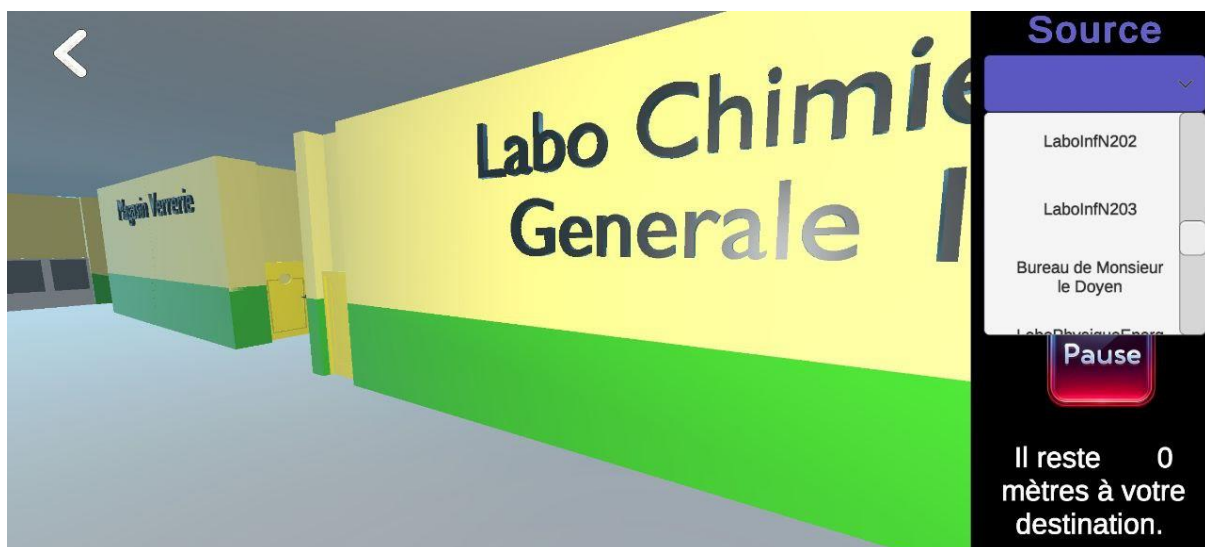


Figure 34 : Localiser par saisir la source

4.5 Free mode :

En plus des options de navigation précédemment mentionnées, l'application inclut également un « Mode Libre ». Dans ce mode, la cartographie 3D du campus reste la même, mais l'utilisateur n'est pas limité par les restrictions de localisation. Cela signifie qu'il peut naviguer librement à n'importe quel endroit de la cartographie sans avoir à entrer un point de départ ou une destination spécifique.

Dans le Mode Libre, l'utilisateur peut se déplacer sans contrainte à travers le modèle 3D du campus, explorer différents bâtiments, zones et installations à son propre rythme. La fonctionnalité de rotation de la caméra est également disponible, permettant des vues à 360 degrés pour une immersion totale. Ce mode est particulièrement utile pour les utilisateurs qui souhaitent découvrir le campus virtuellement, planifier des itinéraires futurs, ou simplement s'orienter sans objectif de navigation précis.(Voir la figure ci-dessous)

Cette flexibilité dans l'exploration encourage l'utilisateur à interagir plus librement avec l'application, enrichissant son expérience utilisateur et offrant une appréciation plus complète de l'environnement du campus universitaire.



Figure 35 : Vue en free mode

5 Support multiplateformes :

Le support multiplateforme de notre application ATVIM est une caractéristique essentielle qui permet à celle-ci de fonctionner de manière fluide sur une variété de dispositifs, y compris les smartphones Android et iOS ainsi que les ordinateurs de bureau sous Windows. Cette flexibilité multiplateforme garantit que tous les utilisateurs, quel que soit leur appareil, peuvent bénéficier des fonctionnalités avancées de navigation et des outils intuitifs que l'application offre. En facilitant une expérience utilisateur cohérente et optimale sur toutes ces plateformes, nous visons à rendre la navigation dans l'environnement universitaire plus accessible et efficace pour tous.

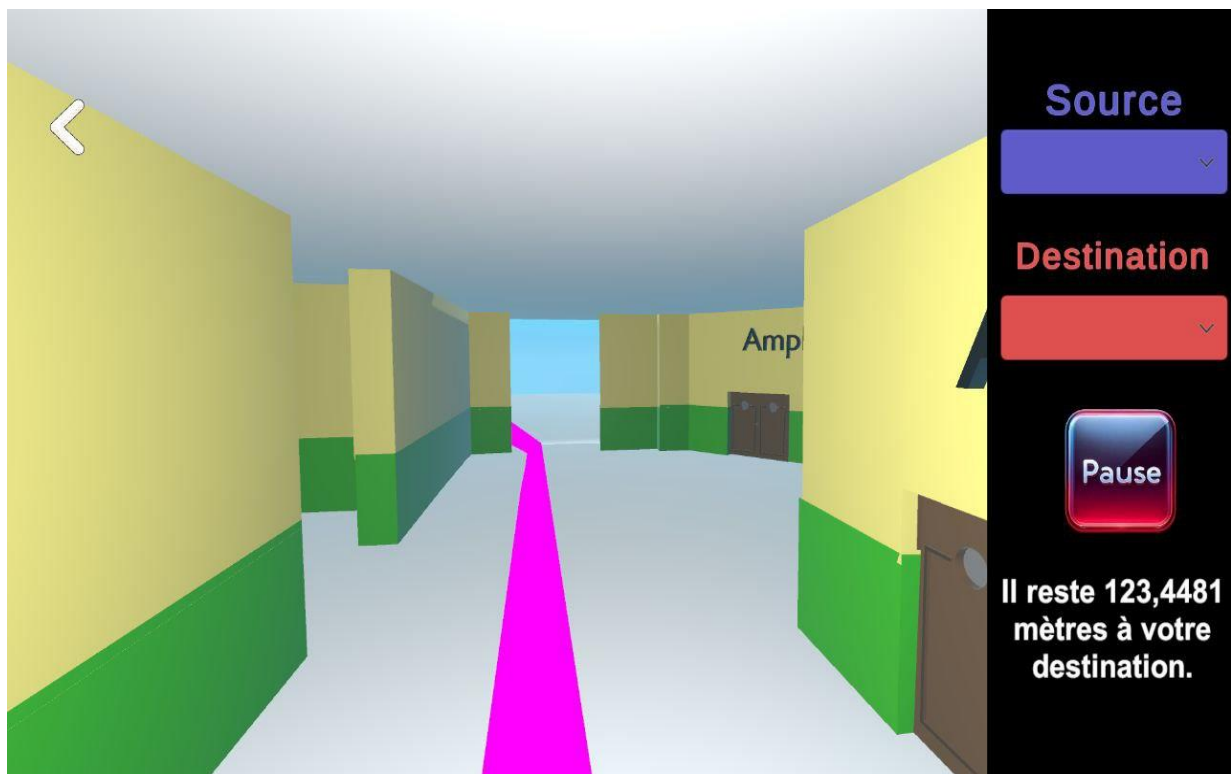


Figure 36 : Vue de la version PC

Le support multiplateforme de notre application fonctionne en utilisant des outils et des technologies qui permettent de développer une seule base de code adaptable à plusieurs systèmes d'exploitation. Grâce à des frameworks comme Unity, nous pouvons écrire le code une seule fois et le compiler pour différentes plateformes, telles qu'Android, iOS et Windows. Toutefois, certaines parties du code doivent être modifiées pour s'adapter

aux spécificités de chaque plateforme. Voici les principaux éléments qui nécessitent des ajustements :

5.1 Interfaces Utilisateur :

Les éléments d'interface utilisateur (UI) peuvent nécessiter des modifications pour s'adapter aux différentes tailles d'écran et résolutions sur les appareils mobiles et les ordinateurs de bureau.

Les conventions de design varient entre Android et iOS. Par exemple, les styles de boutons et les barres de navigation doivent être conformes aux directives de chaque plateforme.

5.2 Contrôles :

Les schémas de contrôle et les interactions utilisateur peuvent varier selon la plateforme. Par exemple, les gestes tactiles sur les appareils mobiles (tap, swipe, pinch) diffèrent des interactions de la souris et du clavier sur les ordinateurs de bureau.

Il est nécessaire d'implémenter des contrôles spécifiques pour chaque plateforme tout en assurant une expérience utilisateur cohérente.

5.3 Accès aux Fonctionnalités Matérielles :

Les appels aux API spécifiques de la plateforme pour accéder à des fonctionnalités matérielles comme le GPS, la caméra ou les capteurs peuvent différer. Il faut écrire du code conditionnel pour gérer ces différences.

Par exemple, les méthodes pour obtenir la localisation GPS diffèrent entre Android (via Google Play Services) et iOS (via Core Location).

5.4 Gestion des Permissions :

Les systèmes de gestion des permissions diffèrent entre Android et iOS. Le code doit être ajusté pour demander les permissions nécessaires conformément aux politiques de chaque système d'exploitation.

Sur Android, les permissions sont souvent demandées à l'installation et en temps réel, tandis que sur iOS, elles sont généralement demandées à l'utilisation d'une fonctionnalité.

5.5 Optimisation des Performances :

Les optimisations spécifiques peuvent être nécessaires pour garantir des performances fluides sur différents types d'appareils, en tenant compte des limitations matérielles des appareils plus anciens.

Par exemple, la gestion de la mémoire et l'optimisation graphique doivent être ajustées pour chaque plateforme pour éviter les ralentissements et les plantages.

En gérant ces ajustements spécifiques à chaque plateforme, nous pouvons maintenir une seule base de code tout en assurant que notre application fonctionne de manière optimale et conforme aux attentes des utilisateurs sur Android, iOS et Windows. Cette approche maximise l'efficacité du développement et simplifie la maintenance continue de l'application.

6 Difficultés rencontrées

Nous avons rencontré plusieurs défis au cours du processus de développement de cette application. Voici une analyse détaillée des principales difficultés que nous avons surmontées :

- ✓ **Précision de la localisation GPS :** Fournir des informations de localisation précises et en temps réel dans un environnement universitaire complexe a été un défi majeur. Les limitations de la technologie GPS dans les zones densément construites, avec de nombreux bâtiments et structures, ont souvent entraîné des imprécisions. Il a été nécessaire de combiner plusieurs techniques de localisation et de travailler sur des algorithmes d'amélioration pour atteindre une précision acceptable.
- ✓ **Intégration multiplateforme :** Adapter l'application pour fonctionner de manière fluide sur Android, iOS et Windows a nécessité des efforts supplémentaires pour gérer les différences entre chaque plateforme. Cela

incluait des variations dans les interfaces utilisateur et les performances. Chacune de ces plateformes a ses propres exigences et spécificités, ce qui a rendu le développement et la maintenance plus complexes.

- ✓ **Optimisation des performances :** Assurer une expérience utilisateur fluide tout en gérant de grandes quantités de données cartographiques et de navigation a demandé une optimisation poussée. Cela a été particulièrement important pour garantir une bonne performance sur les appareils moins puissants, où les ressources matérielles sont limitées. Nous avons dû optimiser le code, compresser les données et utiliser des techniques d'accélération matérielle.
- ✓ **Interface utilisateur :** Concevoir une interface utilisateur intuitive et conviviale qui fonctionne bien sur des écrans de différentes tailles et résolutions a été un défi complexe. Il a fallu plusieurs itérations et tests utilisateurs pour atteindre un design satisfaisant. L'objectif était de créer une interface qui soit à la fois attrayante et facile à utiliser, quel que soit l'appareil utilisé.
- ✓ **Gestion des données :** Intégrer et synchroniser les données provenant de différentes sources, telles que les cartes, les points d'intérêt et les informations sur les bâtiments, a posé des défis en termes de cohérence et de mise à jour en temps réel. Il a été crucial de s'assurer que toutes les données étaient précises et à jour, ce qui nécessitait des mécanismes de synchronisation efficaces et robustes.
- ✓ **Tests et débogage :** Tester l'application sur de multiples plateformes et configurations a été un processus long et laborieux. Chaque plateforme avait ses propres particularités et bugs spécifiques, ce qui nécessitait des ajustements constants. Nous avons mis en place un processus de test rigoureux pour identifier et corriger les problèmes avant la mise en production.
- ✓ **Compatibilité avec les anciens appareils :** Garantir que l'application fonctionne correctement sur des appareils plus anciens avec des versions antérieures des systèmes d'exploitation a été une contrainte supplémentaire à prendre en compte. Il a fallu s'assurer que les fonctionnalités de base étaient

accessibles et que l'application restait performante même sur des appareils moins récents.

7 Conclusion

Nous avons présenté le processus de développement de l'application ATVIM, en mettant l'accent sur les fonctionnalités clés, les choix technologiques, et les interfaces utilisateur. Cette application vise à améliorer l'expérience de navigation dans un environnement universitaire, en fournissant des outils de navigation précis et faciles à utiliser.

Conclusion Générale

Le développement de l'application ATVIM pour la navigation dans les environnements complexes, tels que les campus universitaires, démontre l'importance croissante de la cartographie interactive dans notre société moderne. Cette application, réalisée dans le cadre d'un projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Informatique, vise à faciliter la navigation et à améliorer l'expérience des utilisateurs grâce à des technologies de pointe.

L'utilisation combinée de VS Code pour l'écriture des scripts et de Unity pour l'intégration des éléments 3D a permis de créer une solution efficace et intuitive. Grâce à ces outils, l'application offre des vues en 2D et en 3D du campus, permettant aux utilisateurs de se repérer facilement et d'accéder à des informations pertinentes en temps réel. Les fonctionnalités avancées de navigation, d'interaction et de visualisation dynamique rendent l'application particulièrement adaptée aux besoins des étudiants, du personnel et des visiteurs du campus universitaire.

La cartographie interactive ne cesse d'évoluer, intégrant des technologies telles que l'intelligence artificielle et la réalité augmentée, ouvrant de nouvelles possibilités pour des applications encore plus immersives et interactives. Cependant, ces avancées technologiques posent également des défis en termes de sécurité des données et de protection de la vie privée. Notre application a su relever ces défis en intégrant des solutions de sécurité robustes, notamment l'authentification via Firebase.

Ainsi, le projet ATVIM se positionne comme une contribution significative à l'amélioration de la navigation dans les environnements complexes, offrant une interface utilisateur intuitive et des fonctionnalités innovantes. Il témoigne de la capacité des technologies numériques à transformer la manière dont nous interagissons avec notre environnement, facilitant la mobilité et optimisant l'expérience utilisateur dans des contextes variés.

Les perspectives :

Le projet ATVIM ouvre plusieurs perspectives intéressantes pour l'avenir, tant sur le plan technologique que social. Voici quelques pistes pour envisager l'évolution future de ce type de projet :

Intégration accrue de l'intelligence artificielle

L'application pourrait tirer parti de l'intelligence artificielle pour offrir des recommandations personnalisées aux utilisateurs. Par exemple, l'IA pourrait analyser les habitudes de déplacement des utilisateurs pour suggérer des itinéraires optimisés ou informer sur les zones à forte affluence. L'IA pourrait également être utilisée pour améliorer la reconnaissance vocale et la compréhension du langage naturel, rendant l'application plus intuitive à utiliser.

✓ Utilisation de la réalité augmentée

Pour rendre la navigation encore plus interactive, l'application pourrait intégrer la réalité augmentée (RA). Les utilisateurs pourraient pointer leur appareil photo vers des bâtiments et recevoir des informations contextuelles en temps réel, visualiser des événements ou des annonces spécifiques au campus, ou même suivre des flèches virtuelles superposées sur le réel pour les guider vers leur destination.

✓ Expansion à d'autres environnements complexes

Bien que développée initialement pour un campus universitaire, la technologie pourrait être adaptée à d'autres environnements complexes tels que des hôpitaux, des centres commerciaux, ou des aéroports. Chaque environnement pourrait bénéficier d'une cartographie interactive personnalisée pour répondre à ses besoins spécifiques.

✓ Améliorations de la sécurité et de la confidentialité

Avec l'intégration accrue des données personnelles, la sécurité et la confidentialité deviendront encore plus critiques. L'application pourrait continuer à améliorer ses mécanismes de sécurité, par exemple en utilisant des techniques de cryptage plus avancées ou en adoptant des politiques de confidentialité plus strictes pour protéger les données des utilisateurs.

✓ **Collaboration et partage**

L'application pourrait permettre une interaction plus riche entre les utilisateurs, tels que le partage d'itinéraires, de lieux préférés, ou même des alertes de sécurité en temps réel. Ceci pourrait transformer l'application en une plateforme sociale, renforçant la communauté au sein du campus.

Bibliographie

- [1] Yan L, Dai J, Zhao Y, Chen C. “Real-Time 3D Mapping in Complex Environments Using a Spinning Actuated LiDAR System”. *Remote Sensing*. 2023; 15(4):963. <https://doi.org/10.3390/rs15040963> [date de dernière consultation : 23/06/2024]
- [2] Khavarian-Garmsir AR, Sharifi A, Hajian Hossein Abadi M. “The Social, Economic, and Environmental Impacts of Ride sourcing Services: A Literature Review”... 2021; 1(2):268-289. <https://doi.org/10.3390/futuretransp1020016> [date de dernière consultation: 23/06/2024]
- [3] El-Sheimy, N., Li, Y. “Indoor navigation: state of the art and future trends”. *Satellite Navigation* 2, 7,2021. <https://doi.org/10.1186/s43020-021-00041-3> [date de dernière consultation: 23/06/2024]
- [4] Geekiyanage D, Fernando T, Keraminiyage K. Mapping Participatory Methods in the Urban Development Process: A Systematic Review and Case-Based Evidence Analysis. *Sustainability*. 2021; 13(16):8992. <https://doi.org/10.3390/su13168992> [date de dernière consultation : 23/06/2024]
- [5] Liu Z, Chen L, Yang A, Ma M, Cao J. HiIndex: An Efficient Spatial Index for Rapid Visualization of Large-Scale Geographic Vector Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 2021; 10(10):647. <https://doi.org/10.3390/ijgi10100647> [date de dernière consultation : 23/06/2024]
- [6] Chen L, Liu Z, Ma M. Interactive Visualization of Geographic Vector Big Data Based on Viewport Generalization Model. *Applied Sciences*. 2022; 12(15):7710. <https://doi.org/10.3390/ijgi10100647> [date de dernière consultation : 23/06/2024]
- [7] He Z, Chen C, Wu Y, Tian X, Chu Q, Huang Z, Zhang W. Real-Time Interactive Parallel Visualization of Large-Scale Flow-Field Data. *Applied Sciences*. 2023; 13(16):9092. <https://doi.org/10.3390/app13169092> [date de dernière consultation : 23/06/2024]

[8] M. Haklay and P. Weber, "OpenStreetMap: User-Generated Street Maps," in IEEE Pervasive Computing, vol. 7, no. 4, pp. 12-18, Oct.-Dec. 2008 .

<https://ieeexplore.ieee.org/document/4755866> [date de dernière consultation : 23/06/2024]

Webographie

[9] <https://www.britannica.com/science/cartography> [date de dernière consultation : 23/06/2024]

[10] <https://cartographicperspectives.org/index.php/journal/article/view/cp51-tyner/pdf> [date de dernière consultation : 23/06/2024]

[11] <https://www.e-education.psu.edu/geog486/node/719> [date de dernière consultation : 23/06/2024]

[12] <https://bcs.wiley.com/he-bcs/Books?action=index&itemId=0470721448&bcsId=5812>

[date de dernière consultation : 23/06/2024]

[13] <https://developers.google.com/maps/documentation?hl=fr> [date de dernière consultation : 23/06/2024]

[21] <https://developer.apple.com/maps/web/> [date de dernière consultation : 23/06/2024]

[15] <https://www.microsoft.com/en-us/maps> [date de dernière consultation : 23/06/2024]

Résumé

La cartographie interactive crée des cartes numériques permettant une interaction en temps réel avec les données géographiques. Contrairement aux cartes statiques, elles offrent des fonctionnalités telles que le zoom, le déplacement, les calques d'information et la possibilité de cliquer pour obtenir des informations supplémentaires. Utilisant des technologies avancées, elles facilitent l'analyse et la visualisation dynamique des informations géographiques.

Notre projet de fin d'étude vise à fournir une solution innovante via le développement d'une application mobile nommée ATVIM (Advanced Three-dimensional Virtual Mapping), destinée à faciliter la navigation au sein du campus universitaire de Tlemcen, notamment à la faculté des sciences. En utilisant des outils comme VS Code pour la programmation et Unity pour l'intégration 3D, nous avons conçu une application avec une interface intuitive pour améliorer l'expérience utilisateur en fournissant des informations précises et en temps réel.

Mots-clés : Cartographie interactive, Application mobile, Navigation, Campus universitaire, Expérience utilisateur, VS Code, Unity, Information en temps réel

Abstract

Interactive cartography creates digital maps that allow real-time interaction with geographical data. Unlike static maps, they offer features such as zooming, panning, information layers, and clickable elements to obtain additional information. Using advanced technologies, they facilitate dynamic analysis and visualization of geographical information.

Our final project aims to provide an innovative solution by developing a mobile application named ATVIM (Advanced Three-dimensional Virtual Mapping), to facilitate navigation within the University of Tlemcen campus, particularly in the Faculty of Sciences. By using tools such as VS Code for programming and Unity for 3D integration, we designed an application with an intuitive interface to enhance user experience by providing accurate and real-time information.

Keywords : Interactive cartography, Mobile application, Navigation, University campus, User experience, VS Code, Unity, Real-time information

ملخص

تهدف الخرائط التفاعلية إلى إنشاء خرائط رقمية تسمح بالتفاعل في الوقت الحقيقي مع البيانات الجغرافية. على عكس الخرائط الثابتة، توفر الخرائط التفاعلية ميزات مثل التكبير والتحويل وطبقات المعلومات، بالإضافة إلى إمكانية النقر على العناصر للحصول على معلومات إضافية. باستخدام التقنيات المتقدمة، تسهل هذه الخرائط التحليل الديناميكي والتصور للمعلومات الجغرافية.

يهدف مشروعنا الختامي إلى تقديم حلاً مبتكراً من خلال تطوير تطبيق محمول لتسهيل التنقل داخل حرم جامعة تلمسان، بالأخص في كلية العلوم. باستخدام أدوات مثل VS Code للبرمجة و Unity للدمج ثلاثي الأبعاد، قمنا بتصميم تطبيق يحتوي على واجهة سهلة الاستخدام لتعزيز تجربة المستخدم من خلال توفير معلومات دقيقة وفي الوقت الحقيقي.

الكلمات الرئيسية : خرائط تفاعلية، تطبيق محمول، تنقل، حرم جامعي، تجربة المستخدم، VS Code، Unity، معلومات في الوقت الحقيقي