

Rapport stage

Cycle : ING2

Développement d'applications Android en réalité augmentée
pour atténuer les risques liés aux séismes :



SEE
UNSTABLE
BUILDINGS

Hugo BALTZ

Le 13/05/2016

☒ Non confidentiel ☐ Confidentiel IGN ☐ Confidentiel Industrie ☐ jusqu'au

Jury

President (e) du jury:

Commanditaire:

Michael SAWADA,
Laboratory for Applied Geomatics and GIS Science (LAGGISS)
Department of Geography, Environment and Geomatics
60 University Pvt.
Ottawa, ON K1N 6N5
Country: Canada

Encadrement de stage :

Michael SAWADA, LAGGISS, maître de stage
Hervé QUINQUENEL, DCAIG, ENSG/IGN, rapporteur principal

Responsable pédagogique du cycle :

Serge BOTTON

© ENSG

Stage du 23/05/16 au 20/08/16

Diffusion Web : ☒ Internet ☒ Intranet ENSG

Situation du document :

rapport de stage présenté en fin de 2^{ème} année du cycle des noms du cycle

Nombre de pages : 44 dont 0 d'annexes

Système hôte : Word 2016

MODIFICATIONS

EDITION	REVISION	DATE	PAGES MODIFIEES
1	0	11/07/16	Création
2		26/08/16	Changement tournure de phrase

A tous ceux qui m'ont soutenu durant cette année de formation

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la rédaction de ce rapport.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à **Valentin SASYAN** qui m'a permis de trouver ce stage qui était en totale adéquation avec mes attentes.

Je tiens à remercier vivement mon maître de stage, **Dr Michael SAWADA**, responsable du Laboratory for Applied Geomatics and GIS Science (LAGGISS) au sein du service géographique de l'université d'Ottawa, pour son accueil, le temps passé ensemble et le partage de son expertise au quotidien. Grâce aussi à sa confiance j'ai pu m'accomplir totalement dans mes missions.

Je remercie également toute l'équipe du **LAGGISS** pour leur accueil, leur esprit d'équipe.

J'adresse mes remerciements à mon professeur, **Mr Hervé QUINQUENEL** dont les conseils m'ont été très utiles durant l'intégralité de mon stage.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont conseillé et relu lors de la rédaction de ce rapport de stage : ma famille, Hervé Q. mon professeur référent.

Résumé

Le Canada tente depuis plusieurs années de se doter d'un système pour anticiper les dégâts d'un tremblement de terre. De nombreuses données sur la structure des bâtiments sont disponibles. Ce stage a comme but premier la création d'outils permettant d'observer ces informations en réalité augmentée.

De plus la majorité des blessures liées aux tremblements de terre sont due à des objets placés en hauteur qui tombent lors des tremblements de Terre. Ce stage a pour but secondaire d'étudier la possibilité de se servir du projet Tango de Google pour prévoir quels sont les objets susceptibles de tomber lors d'un tremblement de terre.

Le projet se décompose en 2 parties : la création d'une application Android pour afficher les informations liées aux bâtiments et la création d'une application Android sur le projet Tango pour mesurer le volume d'une pièce.

Vous pouvez accéder à l'ensemble du projet à l'adresse suivante : https://github.com/hbaltz/AR_android_project, vous y trouverez l'ensemble des documents que j'ai trouvés utiles ou que j'ai créés, ainsi que le code source des deux applications.

Mots-clés : Android, Application, uOttawa, réalité augmentée, séisme, projet Tango.

Abstract

The Canadian government is developing one tool to anticipate the damage of an earthquake. Many existing data about the buildings' structure are available. The primary objective of this work is to display these data in augmented reality.

Furthermore, the majority of earthquake related injuries happen because some objects are placed in height and they fall during earthquake. The secondary objective of this work is to consider the feasibility of created an application for the project Tango which can alert about the objects which could fall during an earthquake.

This work is divided in two parts: first the creation of the Android Application which displays data about the buildings, then the creation of the Android Application using the project Tango to calculate the volume of a room.

You can access the entire project here: https://github.com/hbaltz/AR_android_project.

Keywords: Android, Application, uOttawa, augmented reality, earthquake, project Tango.

Table des matières

Liste des figures	9
Liste des équations	11
Liste des annexes	12
Glossaire et sigles utiles.....	13
1 Introduction.....	14
2 Gestion de projet :	15
2.1 Organisation :	15
2.1.1 Comment je me suis organisé :	15
2.1.2 Outils utilisés :	15
2.2 Planification :	16
2.2.1 Comparaison calendrier :	16
2.2.2 Différences entre la planification et le calendrier réel :	17
2.2.2.1 Premier projet :	17
2.2.2.2 Second projet :	17
2.3 Conclusion :	18
3 Premier PROJET: SUB (= See Unstable Building):.....	19
3.1 Contexte du projet :	19
3.2 Besoins exprimés :	19
3.3 Matériels et données à disposition :	20
3.4 Modélisation :	21
3.5 Fonctionnalités de l'application :	22
3.5.1 Voir des informations sur les bâtiments :	22
3.5.1.1 Projection perspective :	23
3.5.2 Voir l'emprise des bâtiments :	24
3.5.3 Se localiser	24
3.5.4 Voir les informations géologiques :	25
3.5.5 Voir les lignes de failles :	26
3.5.6 Connaître la distance à la plus proche ligne de faille :	26
3.6 Fonctionnement de l'application :	27
3.6.1.1 Récupération de la position et de l'orientation :	27

3.6.2	Découpage en vue :	27
3.7	Difficultés rencontrées et solutions apportées:	28
3.7.1	Récupération de l'orientation :	28
3.7.2	Projection :	28
3.7.3	MultIndexing :	28
4	SECOND PROJET: ATON (= ALert about threaten objects near you):	29
4.1	Contexte du projet :	29
4.2	Besoins exprimés :	29
4.3	Matériels et données à disposition :	30
4.4	Modélisation :	31
4.5	Fonctionnalités de l'application :	32
4.5.1	Acquérir un nuage de points :	32
4.5.2	Exporter un nuage de points :	33
4.5.2.1	Enregistrer un nuage de points sur la mémoire de l'appareil :	34
4.5.2.2	Envoyer le nuage de points par courrier électronique :	34
4.5.3	Mesurer le volume d'une pièce :	35
4.5.3.1	Détecter le plafond et le sol :	35
4.5.3.2	Calculer l'enveloppe convexe du nuage de points du plafond :	36
4.5.3.3	Calcul du volume de la pièce :	38
4.6	Fonctionnement de l'application :	39
4.7	Difficultés rencontrées et solutions apportées:	40
4.7.1	Prise en main et documentation limitée :	40
4.7.2	Ecriture des fichiers de points :	40
	Conclusion :	41
	Bibliographie	42
	Annexes	Erreur ! Signet non défini.

Liste des figures

Figure 1 Planification initiale	16
Figure 2 Calendrier réel	16
Figure 3 Comparaison planification initiale et calendrier réel	16
Figure 4 Diagramme de cas d'utilisation de SUB	19
Figure 5 Structure de la base de données pour SUB	20
Figure 6 Diagramme de classe de SUB	21
Figure 7 Diagramme d'état-transition sur l'affichage des données dans SUB	21
Figure 8 Capture d'écran de l'application SUB affichant des données sur des bâtiments	22
Figure 9 Schéma montrant l'utilisateur entouré de POIs	22
Figure 10 Schéma montrant les POIs qui seront affichés à l'écran	23
Figure 11 Capture d'écran de l'application SUB où apparaît la carte	24
Figure 12 Capture d'écran d'ArcMap montrant un bâtiment sur plusieurs types de sous-sol	25
Figure 13 Capture d'écran de l'application SUB où le sous-sol géologique est représenté	25
Figure 14 Capture d'écran de l'application SUB où les lignes de faille sont représentées	26
Figure 15 Représentation du yaw, du pitch et du roll de l'appareil.	27
Figure 16 Capture d'écran de l'application SUB où le menu est ouvert	27
Figure 17 Diagramme de cas d'utilisation d'ATON	29
Figure 18 Description hardware de la tablette du projet Tango	30
Figure 19 Diagramme de classe d'ATON	31
Figure 20 Diagramme d'état-transition d'ATON	31
Figure 21 Capture d'écran de l'acquisition d'un nuage de points dans ATON	32
Figure 22 Cas d'utilisation détaillé de la fonctionnalité « exporter un nuage de points »	33
Figure 23 Capture d'écran d'un nuage de points du laboratoire du LAGGISS créée par ATON	33
Figure 24 Dialogue demandant de choisir le nuage de points à exporter dans ATON	34
Figure 25 Système de coordonnées du nuage de points	35
Figure 26 Nuage de points détectés comme formant le plafond	36
Figure 27 Exemple d'enveloppe convexe	36

Figure 28 Enveloppe convexe d'un nuage de points	37
Figure 29 Fonctionnement de l'algorithme de la marche de Jarvis	37
Figure 30 Capture d'écran du résultat du calcul du volume de la pièce lab dans ATON	38
Figure 31 Capture d'écran du menu d'ATON	39

Liste des équations

Equation 1	Equation de la projection perspective	23
Equation 2	Formule pour trouver les coordonnées des points sur l'écran	24

Liste des annexes

Toutes les annexes de ce rapport se trouvent au format numériques à part du rapport. Vous pouvez retrouver l'intégralité de ces documents sur le GitHub du projet au lien suivant:

https://github.com/hbaltz/AR_android_project/tree/master/0-doc/1-created/manual

Annexe 1 : Manuel utilisateur de SUB

Annexe 2 : Manuel développeur de SUB

Annexe 3 : Javadoc de SUB

Annexe 4 : Manuel utilisateur d'ATON

Annexe 5 : Manuel développeur d'ATON

Annexe 6 : Javadoc d'ATON

Glossaire et sigles utiles

LAGGISS	Laboratory for Applied Geomatics and GIS Science, département de géomatique de l'université d'Ottawa (Laboratoire pour la géomatique appliquée et la science des SIG).
POI	Point Of Interest, des points d'intérêt.
BD	Base de données.
SUB	See Unstable Building, nom de la première application développée, littéralement voir les bâtiments instables.
ATON	Alert about Threaten Objects Near you, nom de la seconde application développée, littéralement vous alerter à propos des objets dangereux près de vous.

1 INTRODUCTION

J'ai effectué mon stage pluridisciplinaire de deuxième année au Canada, à l'Université d'Ottawa, au département de géographie dans les locaux du Laboratoire pour la Géomatique Appliquée et la Science des SIG (LAGGISS).

Le Canada est un territoire sismiquement actif, ils s'attendent dans les prochaines années à des tremblements de terre de magnitude 5,5, et un de magnitude 7,6. Le LAGGISS veut donc réussir à anticiper les risques liés aux séismes.

Le LAGGISS possède des données sur les bâtiments de la ville d'Ottawa, notamment leur structure, leur type, leur classe d'occupation, le nombre d'étage, leur irrégularité verticale, leur irrégularité plane. Il possède de plus des informations sur le sous-sol géologique et sur les lignes de failles. Il souhaiterait avoir un outil permettant à un observateur de voir ses informations en réalité augmentée, pour qu'il puisse déterminer si un bâtiment présente des risques d'effondrement en cas de séisme.

De plus, lorsqu'un séisme se produit, la majorité des blessures sont liées à des objets placés en hauteur qui tombent sur les gens présents dans la pièce. Le LAGGIS souhaiterait donc avoir un outil permettant de déterminer quelles sont les objets susceptibles de tomber lors d'un tremblement de terre. Cet outil devra dans un premier temps réussir à mesurer le volume de la pièce et le volume occupé dans la pièce, et si cela est possible déterminer le type de la pièce (bureau, chambre à coucher, etc.).

2 GESTION DE PROJET :

2.1 Organisation :

Je détaille dans ce paragraphe comment je me suis organisé dans mon travail et quels sont les outils que j'ai utilisés.

2.1.1 Comment je me suis organisé :

Pour m'organiser, j'ai eu recours à différentes méthodes :

- J'ai tenu un journal de bord, chaque fin de journée j'y ai inscrit ce que j'avais fait durant la journée.
- Chaque fin de semaine, j'ai tapé un compte-rendu pour expliquer ce que j'avais fait durant la semaine en tentant de m'adresser à quelqu'un d'extérieur au projet. J'ai de plus rédigé un rapport à mi-projet, qui correspondait à un rapport sur le premier projet.
- J'ai créé un GANTT et des fiches de tâches en début de projet pour m'aider à planifier mon travail.
- J'ai modélisé mes applications sous la forme de diagramme UML et lorsque cela me semblait utile j'ai rédigé une explication sur la façon dont je pensais faire fonctionner les applications.
- Chaque semaine, j'avais au minimum une réunion prévue avec mon maître de stage pour lui exposer l'avancement du projet et discuter de la suite de celui-ci.

2.1.2 Outils utilisés :

Durant ce projet, je me suis servi de plusieurs outils pour m'organiser :

- Git et [GitHub](#) pour versionner mon code et mon projet.
- StarUML pour modéliser mes applications sous formes de diagrammes UML.
- Le site [Propulse](#) pour créer mes fiches de tâches et créer le GANTT du projet.

2.2 Planification :

Dans ce paragraphe, je compare la planification effectuée au début du stage au calendrier tel qu'il s'est réellement déroulé. En insistant sur les points qui ont pris plus ou moins de temps que prévus.

2.2.1 Comparaison calendrier :

J'expose ici des calendriers simplifiés pour faciliter la lecture et la compréhension, je ne détaille pas les sous-tâches compensant chacune des tâches.

Tâche\Semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prise en main projet 1												
Modéliser le premier projet												
Recuperer la position et l'orientation												
Calculer angle et distance												
Afficher les informations en RA												
Afficher mini-carte												
Autres fonctionnalités												
Prise en main projet 2												
Modéliser le second projet												
Analyser une pièce												
Detecter les elements dangereux												
Afficher un message en RA												

Figure 1 Planification initiale

Tâche\Semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prise en main projet 1												
Modéliser le premier projet												
Recuperer la position et l'orientation												
Calculer angle et distance												
Afficher les informations en RA												
Afficher mini-carte												
Afficher l'emprise des bâtiment en RA												
Afficher les informations sur le sous-sol												
Afficher les ligne de failles												
Optimiser les calculs et le design												
Prise en main projet 2												
Modéliser le second projet												
Acquérir un nuage de points												
Exporter un nuage de points												
Envoyer un nuage de points par mail												
Calculer le volume d'une pièce												

Figure 2 Calendrier réel

Tâche\Semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Prise en main projet 1												
Modéliser le premier projet												
Recuperer la position et l'orientation												
Calculer angle et distance												
Afficher les informations en RA												
Afficher mini-carte												
Afficher l'emprise des bâtiment en RA												
Afficher les informations sur le sous-sol												
Afficher les ligne de failles												
Optimiser les calculs et le design												
Autres fonctionnalités												
Prise en main projet 2												
Modéliser le second projet												
Acquérir un nuage de points												
Exporter un nuage de points												
Envoyer un nuage de points par mail												
Calculer le volume d'une pièce												
Analyser une pièce												
Detecter les elements dangereux												
Afficher un message en RA												

Figure 3 Comparaison planification initiale et calendrier réel

2.2.2 Différences entre la planification et le calendrier réel :

2.2.2.1 Premier projet :

Comme vous pouvez le remarquer sur la comparaison entre le planification et le calendrier réel, j'ai réussi à terminer les tâches définies au départ plus rapidement que prévu au début du projet, j'ai réussi à gagner deux semaines par rapport à la planification initiale. Cela car je me suis servi des outils ESRI pour Android que je maîtrisais déjà, cela m'a permis d'avancer bien plus vite que prévu. Ainsi les tâches « Récupération de la position et de l'orientation », « Calculer angles et distances », « Afficher les données en RA (Réalité Augmentée) » et « Afficher la mini-carte » ont pu être achevées rapidement.

C'est alors qu'avec mon maître de stage nous avons défini de nouvelles fonctionnalités : « Afficher l'emprise des bâtiment en RA », « Afficher des informations sur le sous-sol » et « Afficher des informations sur les lignes de failles ». Ces fonctionnalités n'étaient pas prévues dans la planification initiale. A l'aide du temps que j'avais gagné dans la première phase de développement, j'ai pu finir le développement de ces fonctionnalités avec seulement une semaine de retard par rapport au temps initialement prévu pour le premier projet.

2.2.2.2 Second projet :

La planification a été effectuée la première semaine de mon stage, il était convenu que je ne commence le second projet qu'une fois le premier projet fini et opérationnel. Ce projet est bien plus expérimental que le premier, personne dans le laboratoire où je travaillais n'avait encore travaillé avec l'outil sur lequel je développais : le projet Tango, ainsi la prise en main et la recherche de documentation ne m'ont pas permis d'avancer aussi vite que je le souhaitais. De plus les fonctionnalités attendues n'ont pas pu être défini clairement au début du stage et seul le but final de l'application avait été clairement identifié, voilà pourquoi il existe une telle différence entre le planning prévisionnel et le calendrier réel.

Comme vous pouvez le remarquer le but final n'est pas atteint, la définition des tâches intermédiaires et essentielles pour le fonctionnement de l'application ont pris bien plus de temps que je ne le prévoyais. Ce projet a pour ambition de tenter de se servir du projet Tango, et si cela était possible d'aller le plus loin possible dans le développement, pour analyser les pièces.

Personne ne savait si cela était possible au début du projet ni les fonctionnalités intermédiaires qu'il faudrait développer pour tenter d'arriver au résultat final, il est alors normal que le planning prévisionnel ne colle pas au calendrier réel, pour l'unique raison 'il était difficile de prévoir comment aller se dérouler le développement sur le projet Tango.

2.3 Conclusion :

Je suis plutôt satisfait dans la façon dont je me suis organisé. J'ai cependant remarqué que j'ai eue tendance soit à sous-estimer le temps attribué à une tâche soit à en surestimer le temps lors de la planification en début de stage. De plus le projet à évoluer lors des discussions avec mon maître de stage et des idées que nous avons chacun, nous avons défini de nouvelles fonctionnalités qui n'étaient pas prévues initialement. Ce qui a eue pour conséquence d'ajouter des phases de développement non prévues dans la planification initiale. De plus le fait que le second projet soit expérimental et que le chemin pour arriver au but final ne pouvait être initialement prévu rendaient sa planification difficile.

3 PREMIER PROJET: SUB (= SEE UNSTABLE BUILDING):

3.1 Contexte du projet :

Le Canada possède un territoire sismiquement actif, il serait donc intéressant pour les agents municipaux de posséder une application pour les aider à obtenir facilement des informations sur les bâtiments qui les entourent pour pouvoir évaluer si le bâtiment risque de s'effondrer en cas de séisme.

3.2 Besoins exprimés :

Ce projet a pour but de créer une application qui va afficher en réalité augmentée des informations sur les bâtiments proches de l'utilisateur, ainsi que des informations sur les failles et le sous-sol géologique.

Les principales fonctionnalités de l'application sont exposées dans le diagramme de cas d'utilisation ci-dessous :

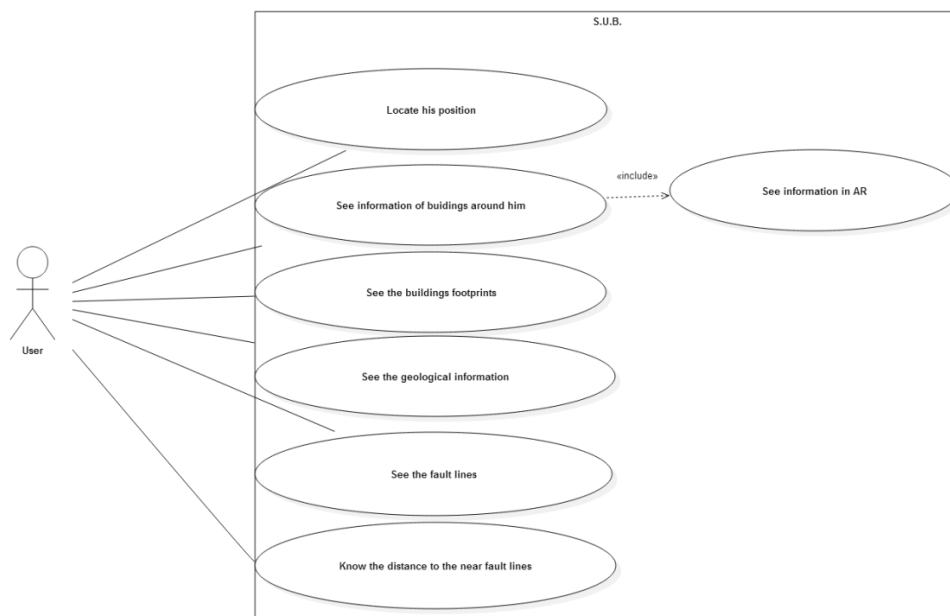


Figure 4 Diagramme de cas d'utilisation de SUB

Comme il s'agit d'une application en réalité augmentée, cela impose quelques conditions. Il ne faut pas que l'écran soit surchargé, l'utilisateur doit pouvoir voir le plus facilement possible les informations qu'il souhaite observer. De plus, l'application affiche les informations en temps réel, il faut donc que les calculs soient optimisés pour durer le moins de temps possible, et ne lancer les calculs que lorsque cela est nécessaire.

3.3 Matériels et données à disposition :

Je possède des données sur les bâtiments (des Points of Interest = POI), sur l'emprise des bâtiments, sur le type de sous-sol géologique, et sur les failles géologiques. Les données étaient sous format de Shape file, à l'aide des Shape file j'ai créé une base de données géographiques en me servant d'ArcMap structurée comme il suit :

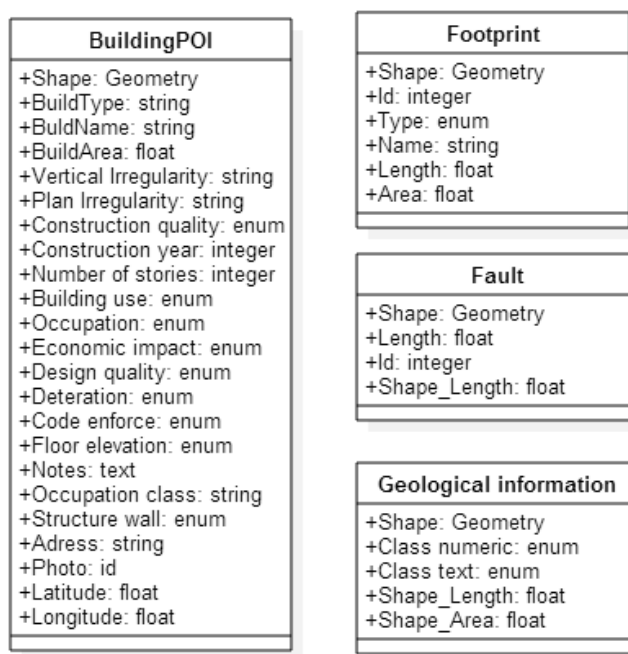


Figure 5 Structure de la base de données pour SUB

J'ai à ma disposition une paire de lunettes de réalité augmentée Espon Moverio BT-200 dont le développement d'application se base sur Android (plus précisément sur l'UI des tablettes avec la version d'Android 4.0.4). Ces lunettes possèdent plusieurs capteurs dont une caméra, un accéléromètre, un gyroscope et une boussole. J'ai débuté le développement sur ses lunettes puis je suis passé sur le projet Tango de Google. J'ai développé l'application sous Android Studio V2.1.1. Si vous souhaitez avoir plus d'informations sur le développement sachez que j'ai écrit une documentation développeur (cf. annexe).

3.4 Modélisation :

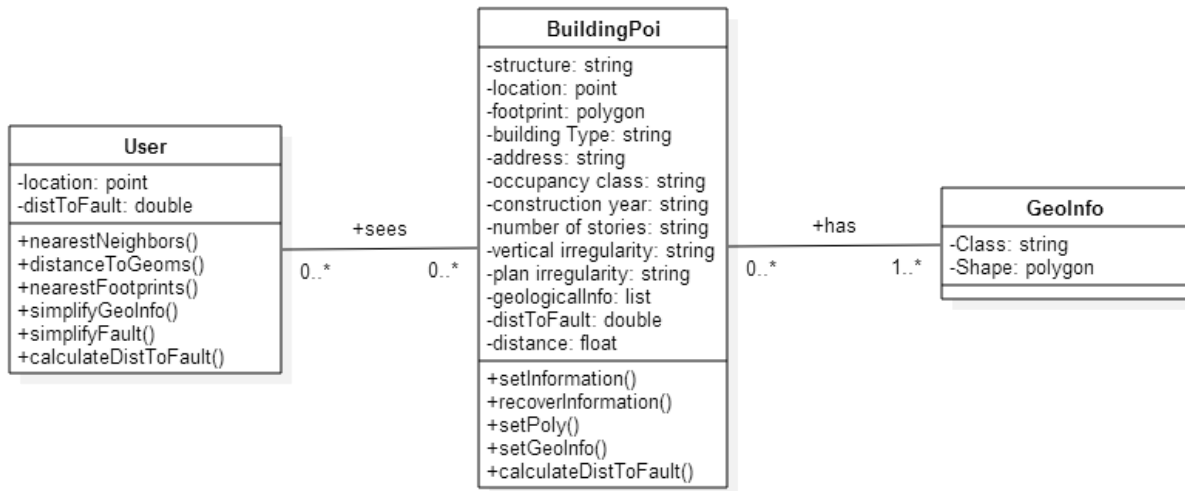


Figure 6 Diagramme de classe de SUB

J'ai découpé mon application en trois grandes classes :

- User qui stocke les informations relatives à l'utilisateur (plus précisément à l'appareil)
- BuildingPoi qui stocke toutes les informations sur les POI
- GeoInfo qui stocke les informations sur le sous-sol géologique

Le diagramme ci-dessous présente comment afficher les données tel que je le voyais au début du projet.

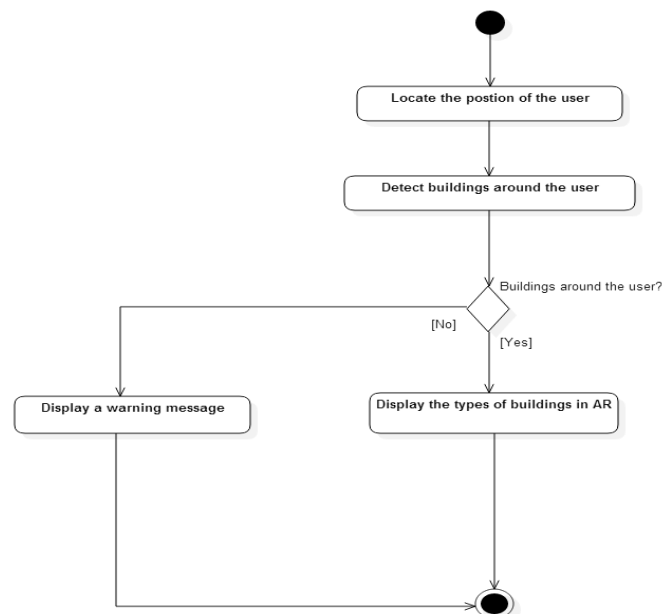


Figure 7 Diagramme d'état-transition sur l'affichage des données dans SUB

3.5 Fonctionnalités de l'application :

Si vous souhaitez en savoir plus sur le fonctionnement de l'application, sachez que j'ai écrit une documentation utilisateur (cf. Annexe).

3.5.1 Voir des informations sur les bâtiments :

Cette fonctionnalité permet à l'utilisateur de voir en réalité augmentée des informations sur les bâtiments qui l'entourent.



Figure 8 Capture d'écran de l'application SUB affichant des données sur des bâtiments

Pour cela, chaque point du monde réel est projeté à l'aide d'une projection perspective sur l'écran.

Pour ne pas surcharger l'affichage je n'affiche que les POI les plus proches de l'utilisateur.

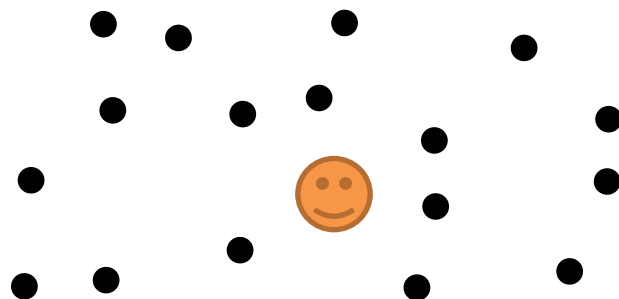


Figure 9 Schéma montrant l'utilisateur entouré de POIs

Au départ l'utilisateur est localisé à l'aide du GPS il y a alors n POIs autour de lui.

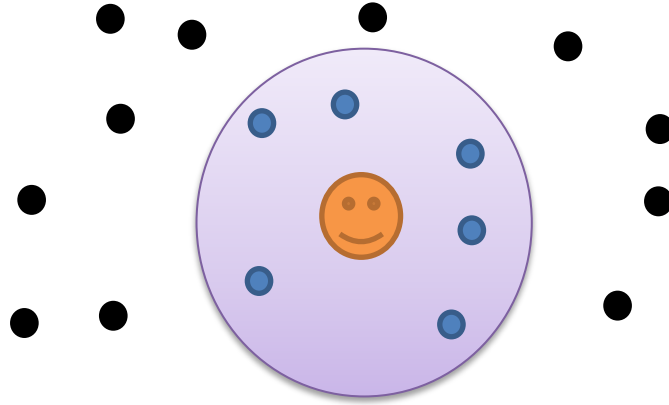


Figure 10 Schéma montrant les POIs qui seront affichés à l'écran

Je ne garde alors que ceux qui sont les plus proches de l'utilisateur (à l'aide de l'analyse spatiale) : (Recalculés à chaque changement de position)

3.5.1.1 Projection perspective :

Pour définir la projection perspective il faut connaître l'orientation et la position de l'appareil (Récupérées à l'aide des capteurs de l'appareil).

En considérant que la camera est à l'emplacement (c_x, c_y, c_z) et que son orientation est définie par $(\theta_{yaw}, \theta_{pitch}, \theta_{roll})$. Je souhaite projeter le point qui a pour coordonnées (a_x, a_y, a_z) . Voici l'équation de la projection perspective :

$$\begin{bmatrix} d_x \\ d_y \\ d_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta_{pitch} & -\sin \theta_{pitch} \\ 0 & \sin \theta_{pitch} & \cos \theta_{pitch} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta_{roll} & 0 & \sin \theta_{roll} \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \theta_{roll} & 0 & \cos \theta_{roll} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta_{yaw} & -\sin \theta_{yaw} & 0 \\ \sin \theta_{yaw} & \cos \theta_{yaw} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \left(\begin{bmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} c_x \\ c_y \\ c_z \end{bmatrix} \right)$$

Equation 1 Equation de la projection perspective

Avec (d_x, d_y) la position du point projeté sur le plan de la camera et d_z la profondeur de champs vue par la camera. Je souhaite afficher les points sur l'écran et non sur le plan de la caméra, il faut donc encore effectuer un calcul pour obtenir cette position. Si je note (b_x, b_y) la position des points sur l'écran et W la largeur de l'écran et H sa hauteur:

$$\begin{bmatrix} b_x \\ b_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{d_x}{d_z} \cdot \min(H, W) + \frac{W}{2} \\ \frac{d_y}{d_z} \cdot \min(H, W) + \frac{H}{2} \end{bmatrix}$$

Equation 2 Formule pour trouver les coordonnées des points sur l'écran

La division par d_z est la clé pour l'effet de perspective (en effet plus le point est loin de la caméra plus le d_z est grand et donc plus l'élément est petit). La multiplication par $\min(H, W)$ permet de conserver les proportions. J'effectue la translation $(\frac{W}{2}, \frac{H}{2})$ pour changer de repère, en effet le repère de l'écran (abscisse entre 0 et W, et coordonnées entre 0 et H) n'est pas le même que celui dans le quelle nous avons projeté (abscisse entre $-\frac{W}{2}$ et $\frac{W}{2}$, et ordonnées entre $-\frac{H}{2}$ et $\frac{H}{2}$).

3.5.2 Voir l'emprise des bâtiments :

L'emprise des bâtiments est un polygone, il suffit donc de projeter les sommets du polygone à l'aide de la projection perspective vu dans le [paragraphe précédent](#). Puis je trace sur le Canevas un Path auxquelles on a ajouté chacun des sommets projetés.

3.5.3 Se localiser

Pour pouvoir se localiser, j'ai créé à l'aide des outils ESRI une mini-carte que j'affiche en bas à gauche de l'écran pour permettre à un utilisateur de contrôler la qualité de la géolocalisation et de voir la forme des bâtiments autour de l'utilisateur.

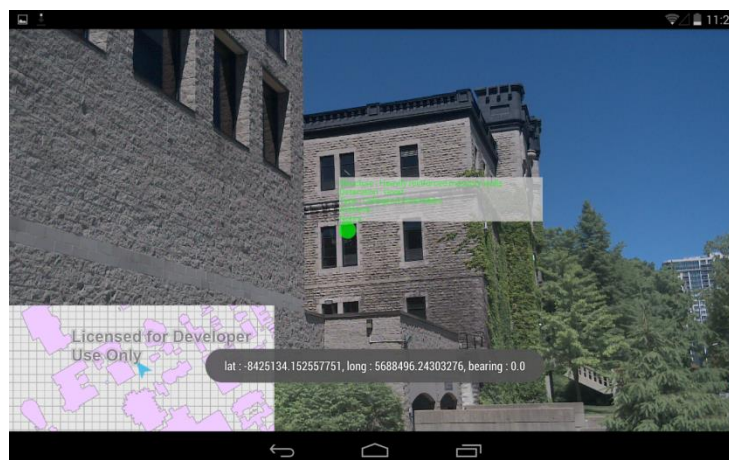


Figure 11 Capture d'écran de l'application SUB où apparait la carte

3.5.4 Voir les informations géologiques :

J'ai récupéré les informations géologiques, un bâtiment peut être sur plusieurs types de sous-sol. Le type de sous-sol va de A à E, A étant le plus stable et E celui présentant le plus de risques en cas de séismes.

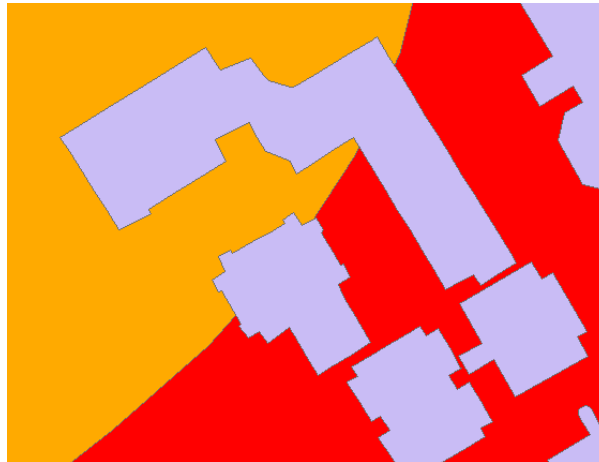


Figure 12 Capture d'écran d'ArcMap montrant un bâtiment sur plusieurs types de sous-sol

Il a donc fallu adapter le modèle à ces nouvelles données.

Pour afficher ses polygones, vu leurs tailles je ne pouvais pas choisir de les dessiner entièrement (aire pouvant aller jusqu'à 2^{E7} m^2), j'ai donc décidé de dessiner l'intersection entre ses polygones et une zone tampon autour de l'utilisateur.

De plus j'ai ajouté dans les informations liées aux POIs les types de sous-sol sur lesquelles le bâtiment se situe.

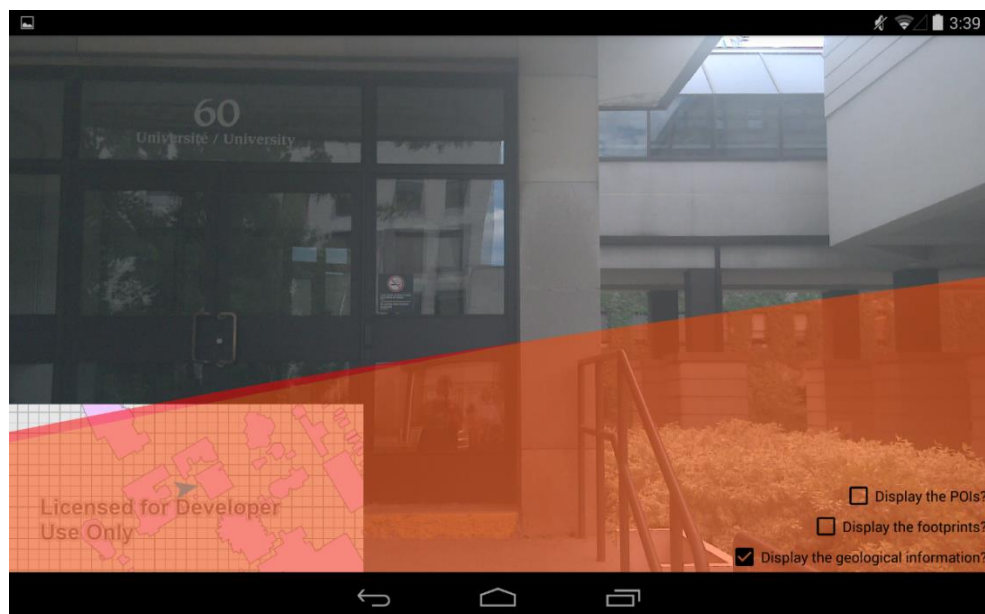


Figure 13 Capture d'écran de l'application SUB où le sous-sol géologique est représenté

3.5.5 Voir les lignes de failles :

Les informations sur les lignes de failles sont stockées sous la forme de lignes polygonales. Comme pour l'emprise des bâtiments, je projette chacun des points de la ligne polygonale à l'aide de la projection perspective et je trace chaque segment un à la suite des autres. Je me set de la même méthode de découpage que pour les informations géologiques, c'est-à-dire que les lignes de faille sont trop grandes pour être affichées en entier, du coup je n'affiche que l'intersection entre les lignes de failles et une zone tampon autour de l'utilisateur.

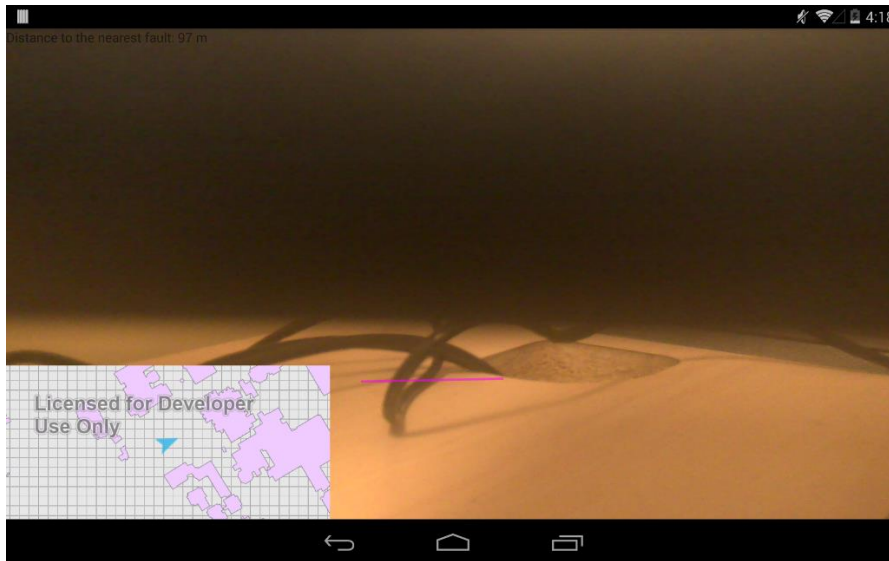


Figure 14 Capture d'écran de l'application SUB où les lignes de faille sont représentées

3.5.6 Connaître la distance à la plus proche ligne de faille :

J'affiche la distance à la plus proche ligne de failles que ce soit pour les bâtiments (information ajoutée aux POIs) ou pour l'utilisateur (affichée en haut à gauche de l'écran). Ces distances sont calculées à l'aide de l'outil geometry engine du SDK Arcgis runtime for Android.

3.6 Fonctionnement de l'application :

3.6.1.1 Récupération de la position et de l'orientation :

A l'aide des capteurs de l'appareil, je récupère la position et l'orientation de l'appareil. Lorsque la position change, les plus proches voisins de l'utilisateur sont recalculés. Et la position est envoyée à la carte.

Et lorsque l'orientation change, la matrice contenant le yaw, le pitch et le roll est envoyée aux différentes vues.

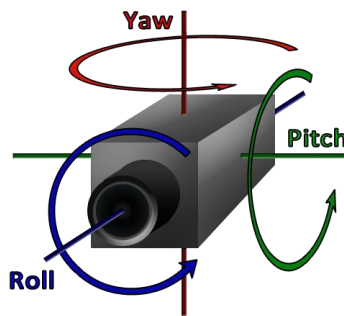


Figure 15 Représentation du yaw, du pitch et du roll de l'appareil.

Source : <http://blog-gh4-france.over-blog.com>

3.6.2 Découpage en vue :

Pour permettre de choisir quelles sont les données affichées à l'écran, j'ai créé plusieurs vues différentes, une vue par données ainsi l'application n'effectue que les calculs et n'envoie les données qu'aux vues sélectionnées. Cela permet de ne pas surcharger l'application et de gagner du temps de calcul.

J'ai de plus créé un menu qui répond au mouvement du doigt pour ne pas surcharger l'écran.

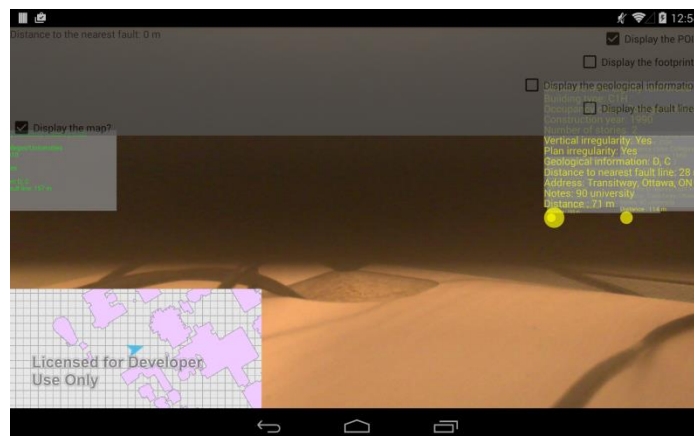


Figure 16 Capture d'écran de l'application SUB où le menu est ouvert

3.7 Difficultés rencontrées et solutions apportées:

3.7.1 Récupération de l'orientation :

L'appareil étant orienté en mode paysage, il a fallu changer le repère de l'appareil au moment de la récupération de l'orientation pour avoir des valeurs cohérentes.

3.7.2 Projection :

Au départ comme je travaillais uniquement sur des points, je ne me servais pas de projection perspective mais uniquement de l'azimut et d'une différence entre l'angle calculé et l'angle mesuré par les capteurs de l'appareil.

Je me suis dit qu'en faisant de même avec le pitch pour calculer la position en Y tout se passerait bien, mais je n'ai jamais réussi à avoir une forme cohérente pour l'emprise des bâtiments.

Ensuite pour définir la projection perspective, j'ai mis un peu de temps à découvrir son existence, puis à comprendre son fonctionnement.

3.7.3 MultilIndexing :

J'ai utilisé plusieurs librairies, or le nombre de méthodes est limité sur Android par défaut. Comme, pour mon application, ce nombre était supérieur à cette limite, j'ai donc dû configurer l'application pour le multilIndexing.

4 SECOND PROJET: ATON (= ALERT ABOUT THREATEN OBJECTS NEAR YOU):

4.1 Contexte du projet :

Lorsqu'un séisme se produit, la majorité des blessures est liée à des objets placés en hauteur qui tombent sur les gens dans la pièce. Il serait donc intéressant de pouvoir prévoir quels sont les objets susceptibles de tomber et de blesser les gens en cas de séisme.

4.2 Besoins exprimés :

Le but final de ce projet est de tenter à l'aide du projet Tango de Google de détecter les objets qui sont potentiellement dangereux pour les gens dans la pièce. Ce projet consiste dans un premier temps à effectuer la capture d'un nuage de point avec le projet tango, à l'exporter, puis à mesurer le volume de la pièce ainsi que le volume occupé dans la pièce. Si cela est possible il faudra aussi déterminer à l'aide de ses données le type de la pièce (bureau, chambre, ...). Et enfin déterminer quels sont les objets susceptibles de tomber lors d'un tremblement de terre. Les principales fonctionnalités que je viens d'exposer sont reprises dans le diagramme de cas d'utilisation ci-dessous :

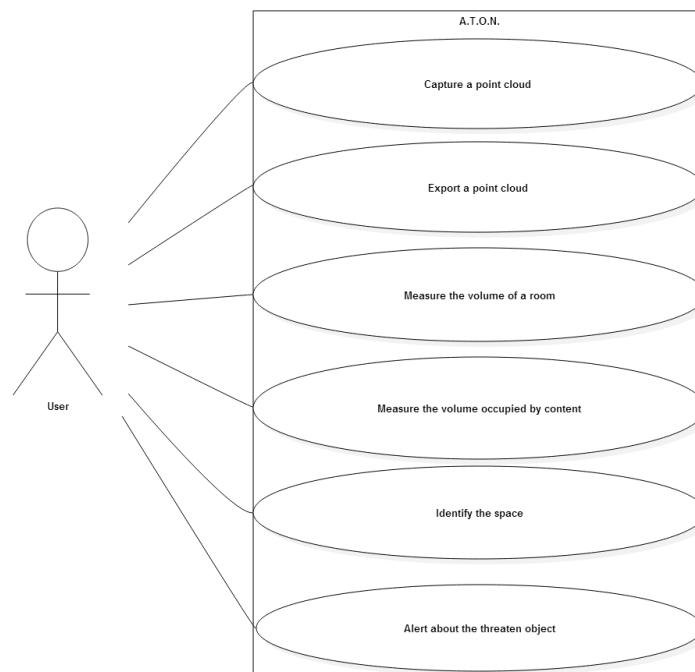


Figure 17 Diagramme de cas d'utilisation d'ATON

4.3 Matériels et données à disposition :

Je ne possède aucune donnée au départ, je dois créer et traiter les données à l'aide du projet Tango de Google. J'ai à disposition un kit de développement pour le projet Tango (vous pouvez voir les caractéristiques détaillées [ici](#)), qui comprend la tablette projet Tango ainsi que les différents outils hardware pour la faire fonctionner. Un SDK est mis à disposition sur le site de développement du projet Tango. La caractéristique importante de cette tablette est qu'elle possède un détecteur de profondeur 3D, il est donc possible de créer des nuages de point avec elle. Le SDK offre les outils permettant de gérer les nuages de points.

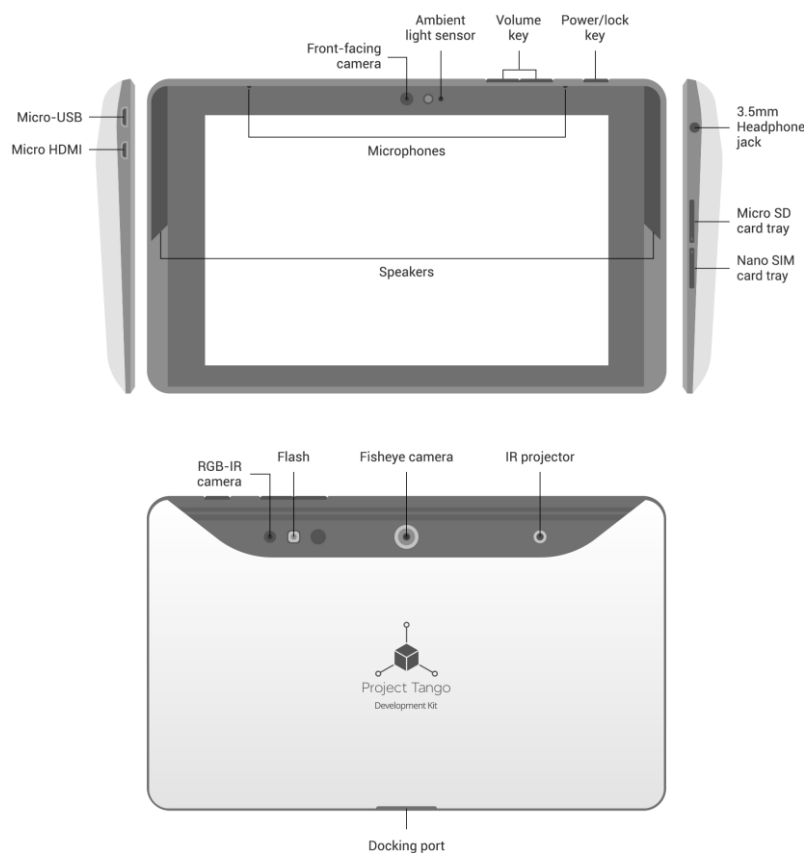


Figure 18 Description hardware de la tablette du projet Tango

Source : <https://developers.google.com/tango/hardware/tablet>

La tablette du projet Tango tourne sous le SDK 4.4 d'Android. J'ai développé l'application sous Android Studio V2.1.1. Si vous souhaitez avoir plus d'informations sur le développement sachez que j'ai écrit une documentation développeur (cf. annexe).

4.4 Modélisation :

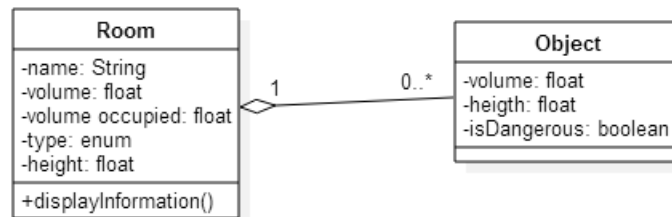


Figure 19 Diagramme de classe d'ATON

J'ai identifié deux classes :

- La classe Room : contenant les informations sur la pièce (volume, volume occupée et le type)
- La classe Object : contenant les informations sur les objets (volume, taille, s'il est dangereux)

Le diagramme ci-dessous présente comment je me représente le fonctionnement de l'application au départ :

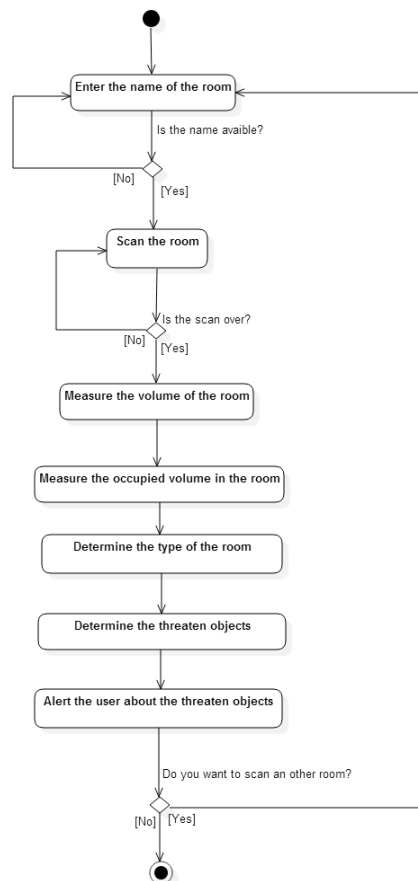


Figure 20 Diagramme d'état-transition d'ATON

4.5 Fonctionnalités de l'application :

Si vous souhaitez en savoir plus sur le fonctionnement de l'application, sachez que j'ai écrit une documentation utilisateur (cf. Annexe).

4.5.1 Acquérir un nuage de points :

Pour acquérir le nuage de points, je me sers du SDK du projet Tango et notamment de la librairie Rajawali permettant de gérer l'affichage du nuage de points à l'écran. En se servant de cette librairie, l'application accède au capteur de profondeur 3D pour créer le nuage de points. Lorsque l'utilisateur touche l'écran, le nuage de points affiché à l'écran est ajouté au nuage de points que l'utilisateur est en train d'acquérir, il peut ainsi effectuer l'acquisition d'une pièce entière.

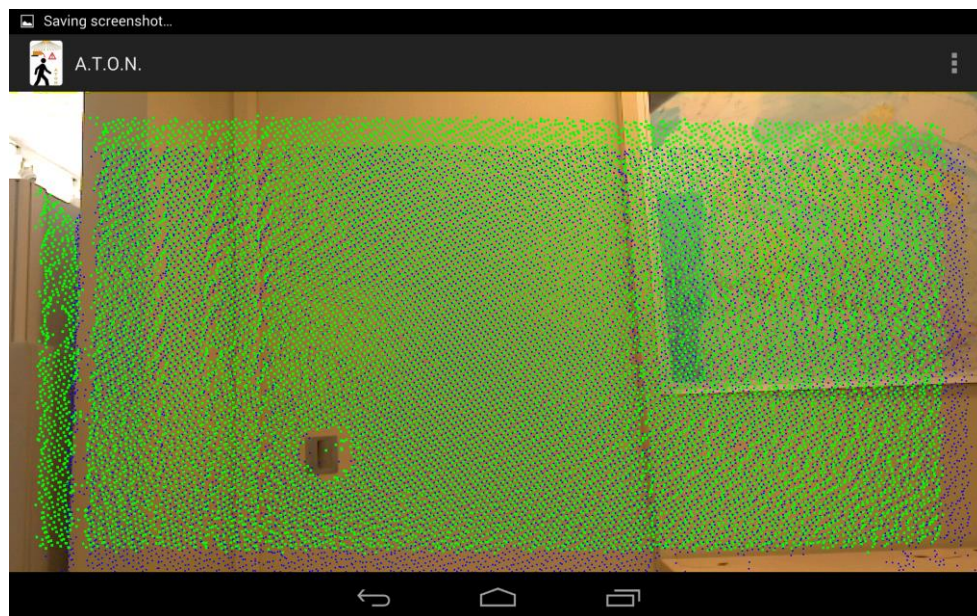


Figure 21 Capture d'écran de l'acquisition d'un nuage de points dans ATON

Dans cette capture d'écran, les points en vert sont les points créés par le capteur de profondeur et les points en bleu sont les points que l'utilisateur souhaite acquérir et qui sont stocké dans la mémoire de l'appareil.

4.5.2 Exporter un nuage de points :

Cette fonctionnalité regroupe deux fonctionnalités : enregistrer le nuage de points sur la mémoire de l'appareil et envoyer le nuage de points par courrier électronique.

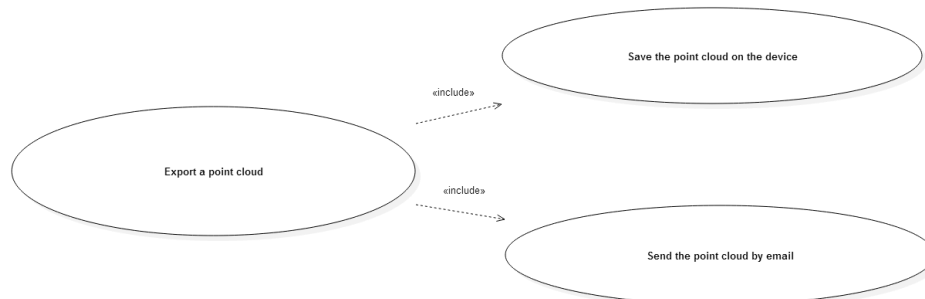


Figure 22 Cas d'utilisation détaillé de la fonctionnalité « exporter un nuage de points »

Ces deux fonctionnalités n'ont pas été définies au début du projet, j'ai décidé de les ajouter pour pouvoir observer les nuages de points créés et ainsi en estimer la qualité. Elles permettent aussi de déboguer certaines fonctions créées dans l'application telle que la détection du plafond et du sol dans le nuage de points, je reviens sur ces points dans la suite du rapport.

Voici un exemple d'un nuage de points créé par l'application, vous pouvez y remarquer des zones où il manque des points et d'autres qui sont très denses :



Figure 23 Capture d'écran d'un nuage de points du laboratoire du LAGGISS créée par ATON

4.5.2.1 Enregistrer un nuage de points sur la mémoire de l'appareil :

Pour enregistrer un nuage de points sur la mémoire de l'appareil, j'ai choisi de l'enregistrer sur la mémoire interne de l'appareil dans le cache de l'application au format XYZ. J'ai choisi cette solution pour gagner du temps, l'idéal étant de créer une base de données externe à l'application et y stocker directement les nuages de points au format CSV.

Pour fabriquer le fichier au format XYZ, l'application crée tout d'abord le fichier puis il parcourt le nuage de points et pour chaque point il écrit sur une ligne les coordonnées 3D de ce point dans le repère local.

4.5.2.2 Envoyer le nuage de points par courrier électronique :

Je souhaite envoyer le nuage de points au format XYZ que j'ai créé tel qu'expliquait dans le paragraphe précédent. Comme ce fichier se situe sur la mémoire interne de l'application et que je souhaite me servir des services de Google pour envoyer le mail, il a fallu créer un provider avec l'autorisation d'exporter des fichiers propres à l'application, car une application ne peut sinon pas accéder aux données d'une autre application.

Ayant effectué cela, il suffit de remplir un intent en spécifiant le destinataire, le sujet et le corps du mail.

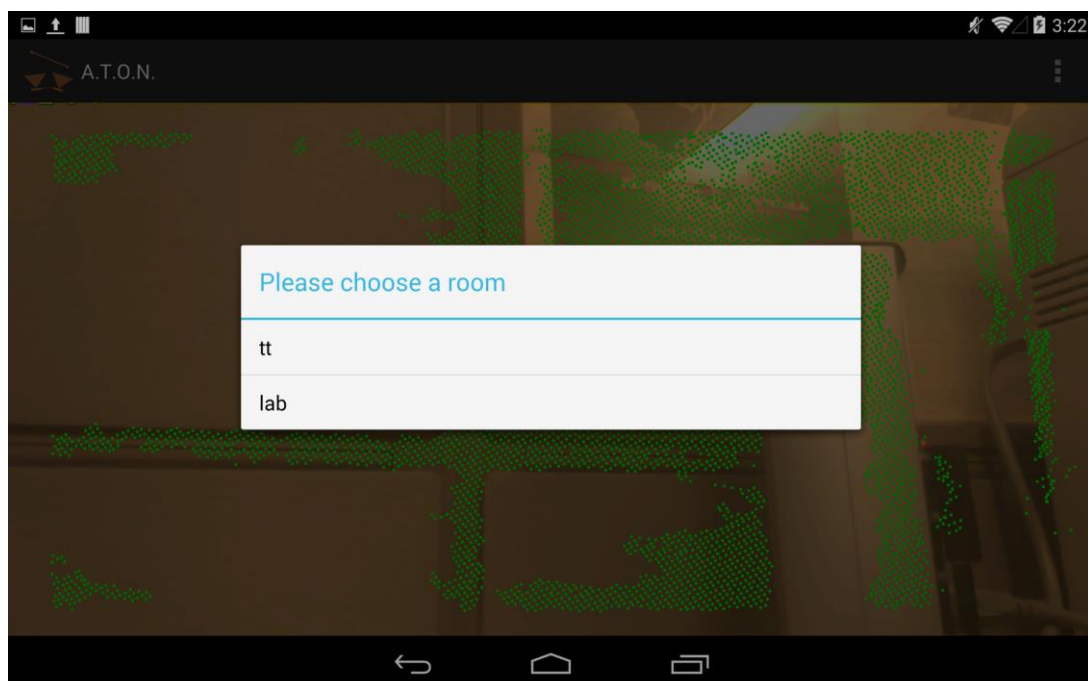


Figure 24 Dialogue demandant de choisir le nuage de points à exporter dans ATON

4.5.3 Mesurer le volume d'une pièce :

Pour mesurer le volume d'une pièce, j'ai choisi de détecter le plafond et le sol de la pièce, de calculer l'aire du plafond en considérant que l'aire de l'enveloppe convexe du nuage de point du plafond correspondait à l'aire du plafond. Il suffit alors de multiplier l'aire du plafond par la hauteur de la pièce pour obtenir le volume.

4.5.3.1 Détecter le plafond et le sol :

Pour détecter le plafond (respectivement le sol), je commence par trouver le point qui a le y maximum (respectivement le y minimum) dans le système de coordonnées suivant :

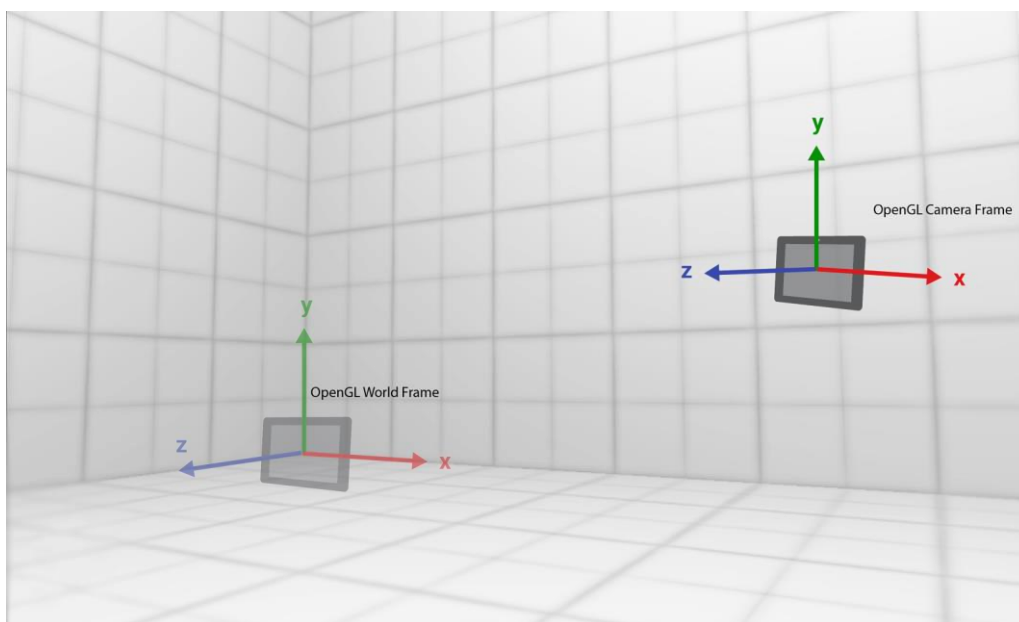


Figure 25 Système de coordonnées du nuage de points

Source : <https://developers.google.com/tango/overview/coordinate-systems>

Le nuage de points est dans le système de coordonnées OpenGLWorldFrame. Ainsi le plafond correspond au plan médian avec le y maximum (respectivement le sol correspond à celui avec le y minimum).

Une fois que j'ai trouvé le point avec le y maximum (respectivement avec le y minimum), je considère que tous les points qui sont assez proches du point de y maximum forment le plafond (respectivement tous ceux proches du point de y minimum forment le sol). Je définis pour cela une limite de distance, c'est-à-dire que tous les points qui ont une distance au point de y maximum (respectivement minimum) inférieur à la limite sont considérés comme faisant partis du plafond (respectivement du sol).

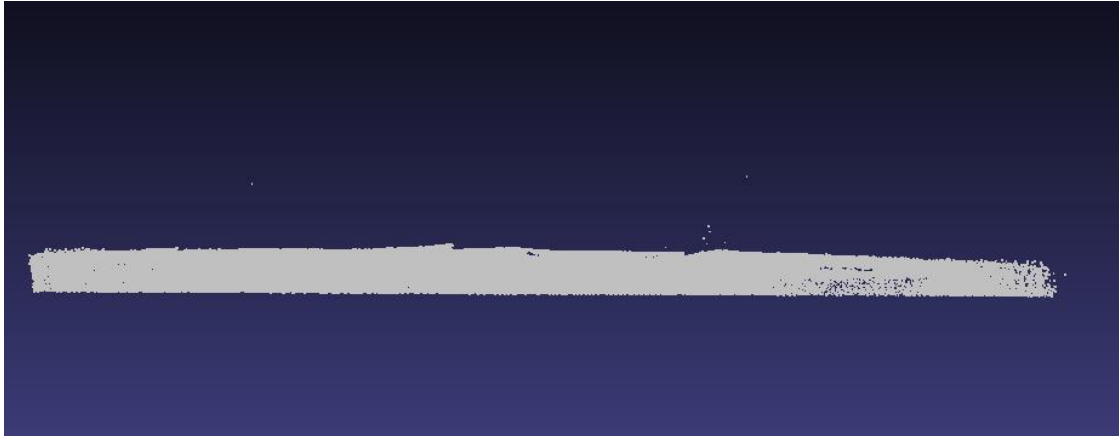


Figure 26 Nuage de points détectés comme formant le plafond

Comme vous pouvez le voir, la présence de points faux nous oblige à prendre une grande limite. Idéalement, il faudrait nettoyer le nuage de points des points faux avant de s'en servir, cela n'étant pas la priorité de mon projet, pour gagner du temps je n'ai pas développé de fonctionnalité pour nettoyer le nuage de points.

4.5.3.2 Calculer l'enveloppe convexe du nuage de points du plafond :

Une enveloppe convexe d'un nuage de points est le plus petit ensemble convexe contenant ce nuage de points.

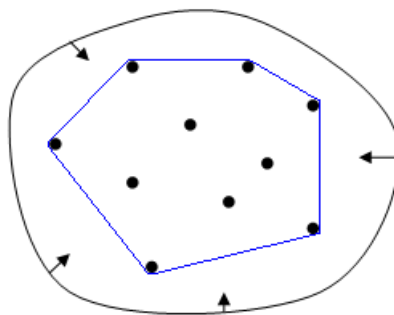


Figure 27 Exemple d'enveloppe convexe

Source : https://en.wikipedia.org/wiki/Convex_hull

Dans notre cas l'enveloppe convexe est un polygone. L'enveloppe convexe a donc une aire très proche de celle du plafond. Je considère par la suite que l'aire du plafond est l'aire de l'enveloppe convexe. Voici un exemple d'une enveloppe convexe pour montrer que l'aire du plafond est proche de l'aire de l'enveloppe convexe.

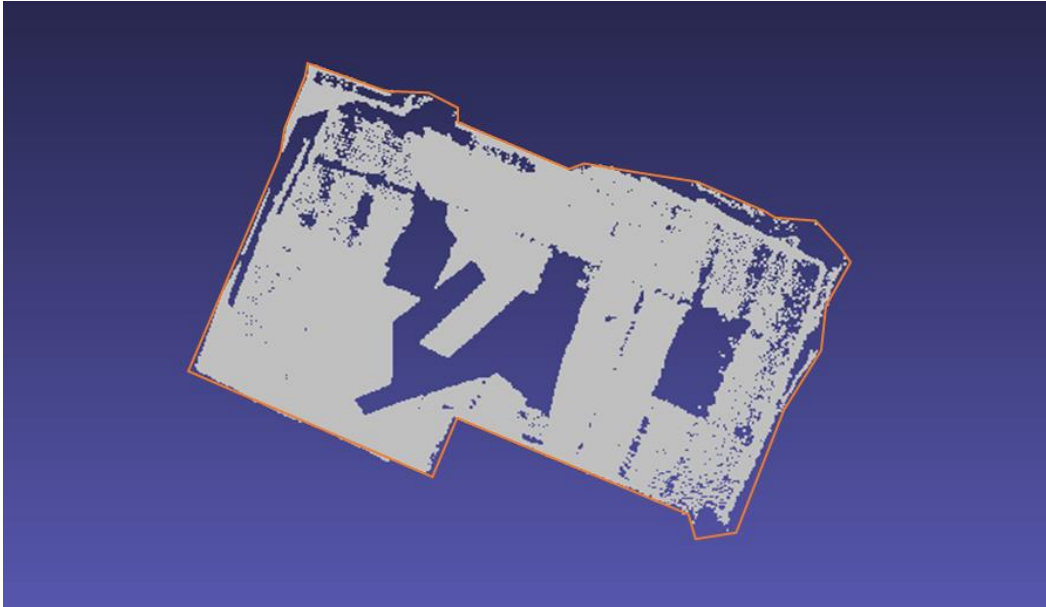


Figure 28 Enveloppe convexe d'un nuage de points

Pour calculer l'enveloppe convexe, j'ai choisi de me servir de l'algorithme de la marche de Jarvis. La marche de Jarvis est un algorithme qui permet de calculer l'enveloppe convexe d'un ensemble de points fini comme notre nuage de points 2D de notre plafond.

L'idée de l'algorithme est d' « envelopper » l'ensemble de points dans un « papier cadeau » : on accroche ce papier à l'un des points, on le tend, puis on tourne autour du nuage de points. (Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Marche_de_Jarvis °)

J'appelle p_0 ce point de départ, le but est de trouver le point suivant de l'enveloppe convexe. Et ensuite de recommencer sur le point suivant jusqu'à retomber sur le point de départ. Pour trouver le point qui suit le point p_i , je calcule l'angle polaire entre le point p_i et l'ensemble des autres points et je ne garde que le point qui l'angle polaire minimal avec p_i , c'est le point suivant. J'itère ainsi jusqu'à ce que le point suivant soit p_0 .

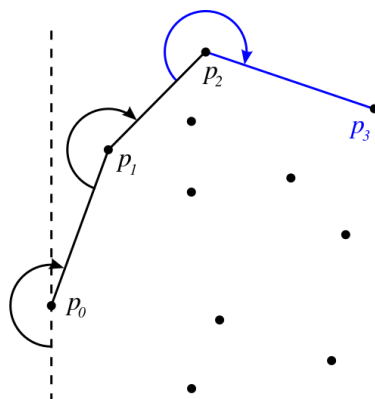


Figure 29 Fonctionnement de l'algorithme de la marche de Jarvis

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Marche_de_Jarvis

4.5.3.3 Calcul du volume de la pièce :

Pour calculer le volume de la pièce, il faut calculer l'aire de l'enveloppe convexe du plafond et la hauteur de la pièce. Pour calculer l'aire de l'enveloppe convexe, il s'agit d'un classique calcul d'aire de polygone (vous pouvez retrouver les méthodes [ici](#)).

Pour calculer la hauteur de la pièce, je possède les nuages des points formant le plafond et le sol. La hauteur de la pièce correspond au y médian du nuage de points du plafond moins le y médian du nuage de points du sol, je prends la médiane des y pour limiter l'influence des points faux.

J'ai donc l'aire du plafond et la hauteur de la pièce, il suffit de multiplier ses deux valeurs pour obtenir le volume de la pièce.

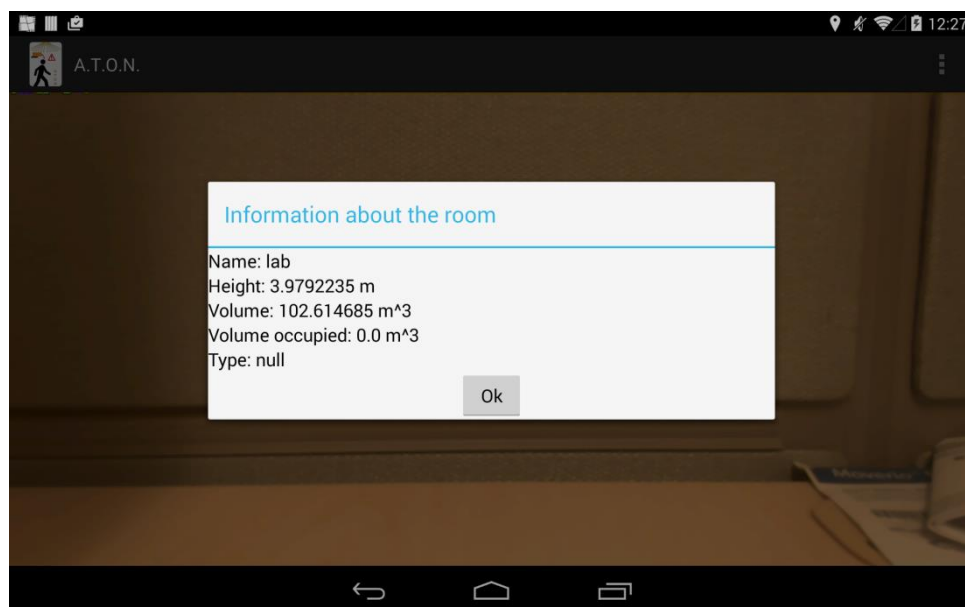


Figure 30 Capture d'écran du résultat du calcul du volume de la pièce lab dans ATON

4.6 Fonctionnement de l'application :

L'application n'enchaîne pas les différentes fonctionnalités automatiquement, l'utilisateur doit se servir d'un menu : il doit commencer par acquérir le nuage de points, puis il doit l'exporter sur la mémoire interne de l'appareil. Après cela, il peut supprimer ou envoyer le nuage de points par mail ou choisir de calculer le volume de la pièce.

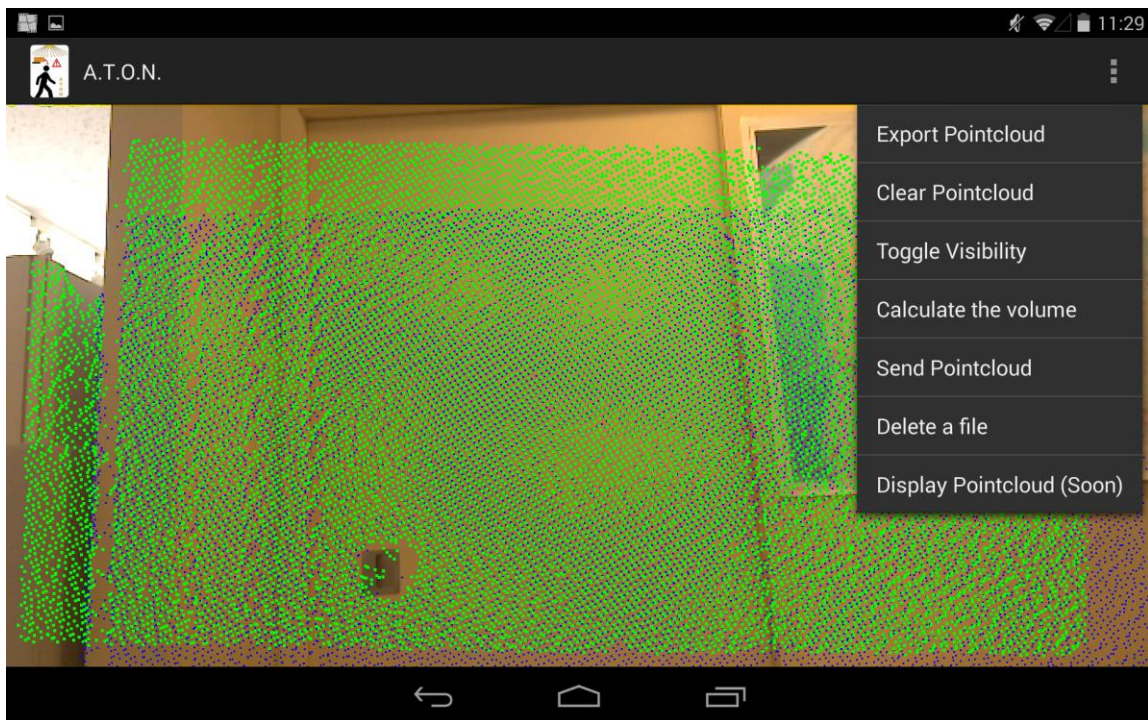


Figure 31 Capture d'écran du menu d'ATON

4.7 Difficultés rencontrées et solutions apportées:

4.7.1 Prise en main et documentation limitée :

Il s'agit d'une toute nouvelle technologie, la vente aux particuliers du projet Tango n'est que possible depuis juin 2016. Il y a donc encore peu de documentation sur les fonctionnalités qui m'intéressaient. Cela a rendu la prise en main plus longue et difficile que je ne l'avais prévu, mais j'ai pu commencer et accomplir certains des objectifs qui étaient fixés.

4.7.2 Ecriture des fichiers de points :

Pour créer les fichiers XYZ, j'ai d'abord tenté de créer les fichiers sur une carte SD, seulement depuis Android 4.4 (Kitkat) cela n'est plus permis sans rooter la tablette. Pour ne pas avoir à rooter le kit de développement du projet Tango, j'ai décidé de plutôt créer les fichiers XYZ sur la mémoire interne.

CONCLUSION :

Ce stage m'a donné l'occasion de prendre en main des nouvelles technologies telles que la réalité augmentée ou le projet Tango.

Le premier projet est un outil d'aide à la prise de décision très utile pour les agents de la ville d'Ottawa, qui va leur permettre de déterminer rapidement si un bâtiment présente ou non un risque d'écroulement en cas de séismes. L'affichage en réalité augmentée des données permet une lecture claire des données, l'agent n'a pas à cliquer sur un bâtiment pour voir les informations, elles sont directement affichées sur les bâtiments autour de lui. De plus cette application peut permettre de qualifier rapidement les données présentes dans les mains d'un utilisateur expérimenté.

Le second projet était bien plus expérimentale, personne dans le laboratoire ne s'était encore servi du projet Tango, le but de ce projet était donc d'estimer ce qu'il était possible de faire avec le projet Tango et notamment comment il pouvait être utile pour la prévention des risques liés aux séismes. Bien que non fini, ce projet permet de voir les possibilités offertes par le projet Tango, notamment l'acquisition de nuage de points rapide et peu coûteux, et l'analyse de ses nuages de points.

Le fait de travailler sur de nouvelles technologies qui représentent le futur de la géomatique m'a vraiment plu et m'a permis d'acquérir beaucoup de nouvelles compétences qui me seront utiles dans le futur.

BIBLIOGRAPHIE

RAGHAV Sood: *Pro Android Augmented Reality* - New York –Apress – 2012- 330 pages- METHOLOGIE

ESRI.com [25/05/2016] <http://www.esri.com/esri-news/arcuser/fall-2015/revealing-hidden-information-with-augmented-reality-and-gis> - ORIGINALITE DU PROCEDE

Envatotus+ [25/05/2016] <http://code.tutsplus.com/tutorials/augmented-reality-getting-started-on-android--mobile-4457> - METHOLOGIE

GitHub [25/05/2016] <https://github.com/googlevr/gvr-android-sdk> - EXEMPLE

GitHub [25/05/2016] <https://github.com/cplain/augmented-reality-tutorial> - METHOLOGIE ET EXEMPLE

GitHub [25/05/2016] <https://github.com/lycha/augmented-reality-example> - EXEMPLE

NetGuru [26/05/2016] <https://www.netguru.co/blog/augmented-reality-mobile-android> - METHODOLOGIE

GitHub [26/05/2016] <https://github.com/simon-heinen/droidar> - ORIGINALITE DU PROCEDE

Mixare [26/05/2016] <http://www.mixare.org/> - ORIGINALITE DU PROCEDE

Slideshare [25/06/2016] : <http://fr.slideshare.net/zilk/making-augmented-reality-applications-with-android-ndk-28065038> - EXEMPLE

Epson [26/05/2016] https://www.epson.com/cgi-bin/Store/jsp/Landing/moverio_developer-program.do?UseCookie=yes – AIDE A LA CONFIGURATION ET AU DEVELOPPEMENT, DE NOMBREUX GUIDES BIEN ECRITS DISPONIBLES

CG Cookie [27/05/2016] <https://cgcookie.com/2015/12/16/quick-start-guide-gear-vr-unity/> - METHODOLOGIE

Android programming [27/05/2016] <http://www.goprogramming.space/unity-and-android-studio-integration/> - METHODOLOGIE

GitHub [27/05/2016] <https://github.com/Seantron/MoverioUnityPlugin> - PLUGIN MOVERIO

Google [27/05/2016] https://developers.google.com/tango/hardware/tablet#get_started – METHODOLOGIE

GitHub [27/05/2016] <https://github.com/googlesamples/tango-examples-java> - EXEMPLE

Vuforia [30/05/2016] <https://developer.vuforia.com/downloads/samples> - METHODOLOGIE ET EXEMPLE

Wikitude [30/05/2016] <http://www.wikitude.com/products/wikitude-sdk/> - METHODOLOGIE ET EXEMPLE

SocialCompare [01/06/2016] : <http://socialcompare.com/en/comparison/augmented-reality-sdks> - COMPARAISON DE SDK

ResearchGate [02/06/2016] : https://www.researchgate.net/publication/260767044_WorldPlus_An_Augmented_Reality_Application_with_Georeferenced_content_for_smartphones_-_the_Android_example

- METHODOLOGIE

JanmaTuschek [02/06/2016] <http://janmatuschek.de/LatitudeLongitudeBoundingCoordinates> - METHODOLOGIE

VTFF [02/06/2016] <http://www.vtt.fi/inf/pdf/science/2012/S3.pdf> - EXPLICATION

Aldream [02/06/2016]: <http://aldream.net/article/2013-04-13-painter-s-algorithm/> - METHODOLOGIE PROJECTION PERSPECTIVE

StackOverFlow [20/07/216] <http://stackoverflow.com/questions/14376807/how-to-read-write-string-from-a-file-in-android> - AIDE ECRITURE DE FICHIERS

TechnoFaq [20/07/2016] : <http://technofaq.org/posts/2014/04/fixing-external-sd-card-write-issue-on-android-kitkat/> - METHODOLOGIE ECRIRE SUR SD CARD AVEC KITKAT

GitHub [27/07/2016] : <https://github.com/andyzeng/roomscanner> - ORIGINALITE DU PROCEDE

Google [27/07/2016] : <https://developers.google.com/tango/overview/coordinate-systems> - EXPLICQTION SUR LES SYSTEME DE COORDONNES DU PROJET TANGO

BGR [27/07/2016] : <http://bgr.com/2014/02/24/how-googles-project-tango-sees-indoor-spaces/> - ORIGINALITE DU PROCEDE

StackOverFlow [01/08/2016] : <http://stackoverflow.com/questions/27473651/how-do-i-get-started-capturing-and-saving-project-tango-point-cloud-data-as-a-me> - ORIGINALITE DU PROCEDE

StackOverFlow [01/08/2016] : <http://stackoverflow.com/questions/15816928/test-of-point-inside-polygon-in-android> - METHODOLOGIE

StackExchange [01/08/2016]: <http://math.stackexchange.com/questions/1247050/how-to-find-a-enclosed-envelope-with-maximum-points-among-a-cloud-of-spheres> - METHODOLOGIE

DrMikesMaths [01/08/2016]: <http://www.dr-mikes-maths.com/DP-convex-hull-java-code.html> - IMPLEMENTATION INTERESSANTE

GitHub [01/08/2016]: <https://github.com/pokowaka/android-geom/blob/master/geom/src/main/java/math/geom2d/polygon/convhull/JarvisMarch2D.java> - IMPLEMENTATION DE LA MARCHE DE JARVIS

WikiHow [01/08/2016] : <http://www.wikihow.com/Calculate-the-Area-of-a-Polygon> - METHODOLOGIE

Stevens [01/08/2016]: http://www.cs.stevens.edu/~david/Mobile_Object_Recognition_files/Mobile%20Object%20Recognition.pdf - ORIGINALITE DU PROCEDE

SlidingShapes [01/08/2016] : <http://slidingshapes.cs.princeton.edu/paper.pdf> - ORIGINALITE DU PROCEDE