



Institut Supérieur d'Informatique  
de Modélisation et de leurs  
Applications

1 rue de la Chebarde  
TSA 60125  
CS 60026  
63 178 Aubière cedex

## Rapport d'ingénieur Projet de 3<sup>e</sup> année

Filière architecture et génie logiciel

---

# WatchDogZZ

---

*Étudiants :*

Benjamin BARBESANGE,  
Benoît GARÇON

*Tuteur :*

Pierre COLOMB

*Tuteur ISIMA :*

Eva HASSINGER

## **Remerciements**

Avant de débiter notre étude, nous tenons à remercier M. Pierre Colomb, tuteur de ce projet, pour l'accompagnement et les réponses qu'il a su apporter à nos questions.

## **Résumé – Abstract**

# Table des matières

<b>Remerciements</b>	<b>i</b>
<b>Résumé – Abstract</b>	<b>ii</b>
<b>Table des matières</b>	<b>iii</b>
<b>Liste des figures, tableaux, algorithmes et extraits de code</b>	<b>iv</b>
<b>Glossaire</b>	<b>v</b>
<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>1 Etudes préalables</b>	<b>2</b>
1.1 Présentation du projet . . . . .	2
1.2 Analyse de l'existant . . . . .	3
1.2.1 Les services open data . . . . .	5
1.2.2 Les applications similaires . . . . .	6
1.3 Spécifications du projet . . . . .	7
1.3.1 Architecture . . . . .	8
1.3.2 Partie serveur . . . . .	9
1.3.3 Partie Android . . . . .	9
1.3.4 Intégration continue . . . . .	10
1.4 Organisation du travail . . . . .	11
<b>2 Conception de la solution</b>	<b>13</b>
2.1 Architecture de la solution . . . . .	13
2.1.1 Web Service . . . . .	13
2.1.2 Application Android . . . . .	14
2.2 Technologies utilisées . . . . .	18
2.2.1 Service Web . . . . .	18
2.2.2 Android . . . . .	19
2.3 Fonctionnalités introduites . . . . .	19
2.3.1 Fonctionnalités du Service Web . . . . .	19
2.4 Méthodes de développement . . . . .	22
<b>3 Résultats</b>	<b>23</b>
3.1 La solution apportée . . . . .	23
3.2 Améliorations possibles . . . . .	23
<b>Conclusion</b>	<b>24</b>
<b>Références webographiques</b>	<b>vi</b>

## Liste des figures, tableaux, algorithmes et extraits de code

### Liste des figures

1.1	Morceau de la carte du Maraudeur tirée du film . . . . .	2
1.2	Service Safety Check de Facebook . . . . .	4
1.3	Suivi des déplacements sur Google Maps . . . . .	5
1.4	Localisation en temps réel des bus de la ville de Rennes . . . . .	6
1.5	Application Find My Friends de Family Safety Production . . . . .	7
1.6	Architecture générale de la solution . . . . .	8
1.7	Diagramme de Gantt théorique . . . . .	12
2.1	Architecture du Service Web . . . . .	13
2.2	Patron de conception MVC . . . . .	15
2.3	Diagramme du modèle . . . . .	15
2.4	Diagramme du contrôleur . . . . .	16
2.5	Diagramme de la vue . . . . .	16
2.6	Utilisation du token Google . . . . .	17
2.7	Fonctionnement de la 3D Android . . . . .	18

### Liste des tableaux

### Liste des algorithmes

### Liste des extraits de code

2.1	Corps général de la réponse serveur . . . . .	19
2.2	Corps de la requête POST /login . . . . .	20
2.3	Corps de la réponse GET /who . . . . .	20
2.4	Corps de la réponse GET /where . . . . .	20
2.5	Corps de la requête POST /where . . . . .	21

## Glossaire

## Introduction

Ce rapport a été rédigé dans le cadre du projet de troisième année du cycle ingénieur à l'Institut Supérieur d'Informatique de Modélisation et de leurs Applications (ISIMA) réalisé sur une durée de 120 heures par personne. Nous avons proposé de notre propre initiative le sujet de ce projet : la conception d'une carte interactive d'un établissement. Cette idée se base sur un constat très simple : il est parfois difficile de s'orienter dans un bâtiment de grande taille et de trouver une personne en mouvement en son sein.

Ce projet s'inspire en grande partie de la carte du maraudeur de l'univers Harry Potter, carte sur laquelle il est possible de suivre en temps réel le déplacement de toutes les personnes dans l'enceinte de Poudlard, l'école des sorciers. L'objectif est donc de proposer et mettre en place une solution évolutive, innovante et pratique pour les utilisateurs afin de s'orienter dans les bâtiments de l'ISIMA. Nous pouvons penser que ce type de solution peut s'étendre à tout type de bâtiment au sein duquel il est autorisé et possible d'être localisé. Cette solution peut avoir des applications dans le domaine du secourisme, ce qui peut permettre aux sapeurs-pompiers de localiser des personnes facilement dans un bâtiment enfumé, permettre à des entreprises hébergeant des données sensibles de localiser ses visiteurs ou collaborateurs, ou encore d'optimiser les déplacements de personnes dans des bâtiments de grande taille comme une aide à l'orientation de médecins dans un hôpital ou de techniciens dans une usine.

Nous verrons que la solution mise en place s'organise en deux principaux composants. Le premier composant consistera en un service web capable de répondre à des requêtes utilisateur de type HTTP. Ces requêtes permettront aux utilisateurs d'envoyer leur position afin de la stocker sur le serveur et de l'envoyer aux autres utilisateurs qui en font la demande. Le second composant consistera en la création d'un client du service web qui affichera à la fois les données sur les lieux mais permettra aussi le suivi et l'interaction avec ses usagers. La plateforme cible choisie pour le développement du client est une plateforme mobile afin qu'il puisse être utilisé en tout lieu et à tout moment. Ces deux parties, quoi que centrales, s'articulent au sein d'un ensemble plus complet d'outils de génie logiciel donnant à la solution une identité unique et que nous détaillerons par la suite.

L'étude débutera par une partie d'études préalables plus précises sur le sujet tant au niveau du travail à fournir pour la réalisation de la solution que de l'état de l'art en la matière. Ensuite, nous détaillerons dans une seconde partie la conception de cette solution en détaillant nos méthodes et outils, pour enfin terminer ce rapport par les résultats finaux de notre travail et discuter du potentiel de notre application.

## 1 Etudes préalables

Avant de commencer à parler de tout l'aspect technique et conception nous allons resituer notre projet en définissant ses objectifs, son plan de route et ses inspirations.

### 1.1 Présentation du projet

Ce projet a été mis en place de notre propre initiative et nous avons donc défini les objectifs à atteindre ainsi que les fonctionnalités de nous-même, avec l'aide du tuteur de projet.

L'idée originelle que nous avons proposée était inspirée de la carte du Maraudeur de l'univers Harry Potter visible sur la figure 1.1. Cette carte permet grâce à la magie de suivre en temps réel toutes les personnes présentes à Poudlard, l'école de sorciers, puisque leurs pas apparaissent dessus avec leur nom. Cet objet, bien que magique, nous semblait aujourd'hui pouvoir être réalisé grâce aux avancées liées au domaine des objets connectés.



*Figure 1.1 – Morceau de la carte du Maraudeur tirée du film*

Nous avons donc décidé de proposer une manière simple pour tout le monde de pouvoir s'orienter et retrouver des personnes dans les locaux de l'ISIMA au travers d'une application. Cette solution devra donc récolter l'ensemble des données sur les usagers de l'ISIMA et les reporter sur une carte qui sera bien sûr électronique. Nous voulons ainsi que chacun puisse sortir notre carte de sa poche pour retrouver un ami ou un collègue instantanément.

De manière générale, nous devons être capable de visualiser une carte de l'ISIMA, mais également de pouvoir trouver facilement une personne, un bureau ou une salle de cours. De plus, il serait intéressant de pouvoir localiser n'importe quelle autre personne sur la carte en temps réel. Cette visualisation doit s'actualiser assez rapidement pour que la localisation de personnes soit la plus précise possible pour les utilisateurs.



Une fois cette solution éprouvée avec les bâtiments de l'ISIMA, nous pouvons penser l'étendre à n'importe quel autre bâtiment dont nous pouvons avoir les plans. L'intérêt ici étant de développer une preuve de fonctionnement du suivi de personnes dans un bâtiment qui plus est considéré comme étant très surchargé de signaux. Comme nous l'évoquions plus tôt ceci pourrait trouver différentes utilisations dans différents contextes comme par exemple le fonctionnement d'un hôpital, la surveillance d'une prison, l'évacuation d'un bâtiment. Avec l'avènement de l'open data, il y a aussi de nombreuses questions éthiques à résoudre vis-à-vis des informations récoltées et diffusées.

Il faut aussi se demander comment notre application va se positionner par rapport aux applications existantes. Pour ce faire nous allons maintenant aborder l'analyse de l'existant.

## 1.2 Analyse de l'existant

Nous ne nous attarderons pas dans cette partie sur la carte magique imaginée par J. K. Rowling mais nous allons plutôt voir les différentes applications existant autour de la localisation d'utilisateurs.

Le premier exemple est celui des réseaux sociaux. En effet, avec leur avènement est arrivé aussi un moyen pour des grands groupes de récolter une masse importante d'information sur leurs utilisateurs : ce que l'on appelle le Big Data. Dans cette masse de données, il y a bien évidemment des données de géolocalisation. Celles-ci sont de plusieurs types : soit données, soit mesurées.

Les premières, dites données, sont les informations que l'utilisateur va donner de lui-même aux réseaux sociaux comme par exemple poster une photo d'une après-midi entre amis en spécifiant le lieu de la prise de vue. Cette information peut être légitimement utilisée puisque donnée par l'utilisateur mais cela ne représente pas une source fiable ni même précise. Même si cette information n'est pas fiable, les réseaux sociaux ont trouvé depuis 2014 une toute nouvelle utilisation à ce type d'information : l'aide aux personnes en danger. En effet, Facebook a développé un service nommé Safety Check [1] qui repère les personnes présentes à proximité d'une zone de danger que ce soit une catastrophe naturelle ou bien encore une action terroriste et leur propose de se signaler en sécurité auprès de leurs proches. Le Safety Check visible à la figure 1.2 est un bon exemple de localisation de personnes mais demande à ce que les personnes recherchées effectuent une action.

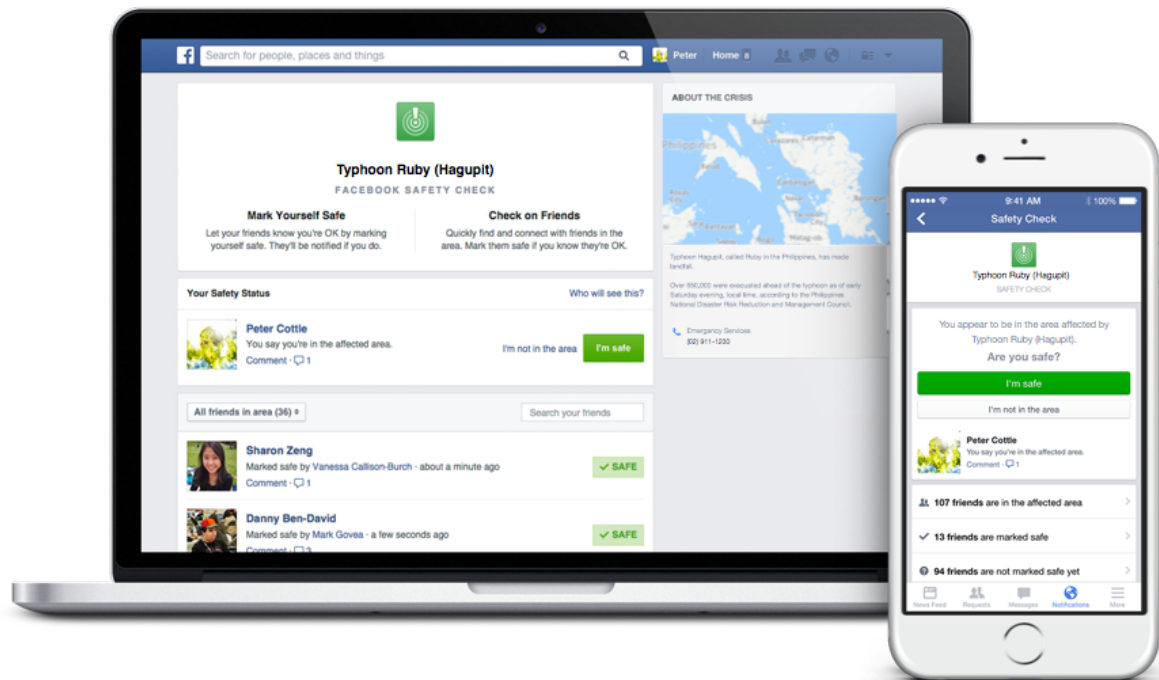


Figure 1.2 – Service Safety Check de Facebook

Le second type dit données mesurées représente toutes les informations que les réseaux sociaux récupèrent sur les appareils des utilisateurs. Cette récupération est rendue possible tout d'abord par l'existence de ces données. En effet depuis quelques années avec l'arrivée des smartphones et des objets connectés, la majeure partie des appareils électroniques possèdent des fonctionnalités de géolocalisation. Il est alors facile pour une application d'accéder à la position de son utilisateur. En général, l'appareil en question est un smartphone et se trouve très souvent au même endroit que son propriétaire, voire sur lui-même. On peut clairement constater la récupération de ces informations lorsque la localisation d'un utilisateur est associée directement au message qu'il poste ou bien encore sur les historiques. En effet, Google propose à ses utilisateurs d'accéder à tous l'historique de leurs déplacements [2] comme on peut le voir sur la figure 1.3. Google récupère en permanence la position de utilisateurs afin de pouvoir fournir à la communauté des statistiques sur l'affluence de certains lieux, de demander des informations et photos sur les lieux en cours de visite ou bien proposer des services à proximité. Google arrive ici à localiser avec précision dans quel établissement une personne se trouve mais ne partage pas les données individuelles au reste de la communauté.

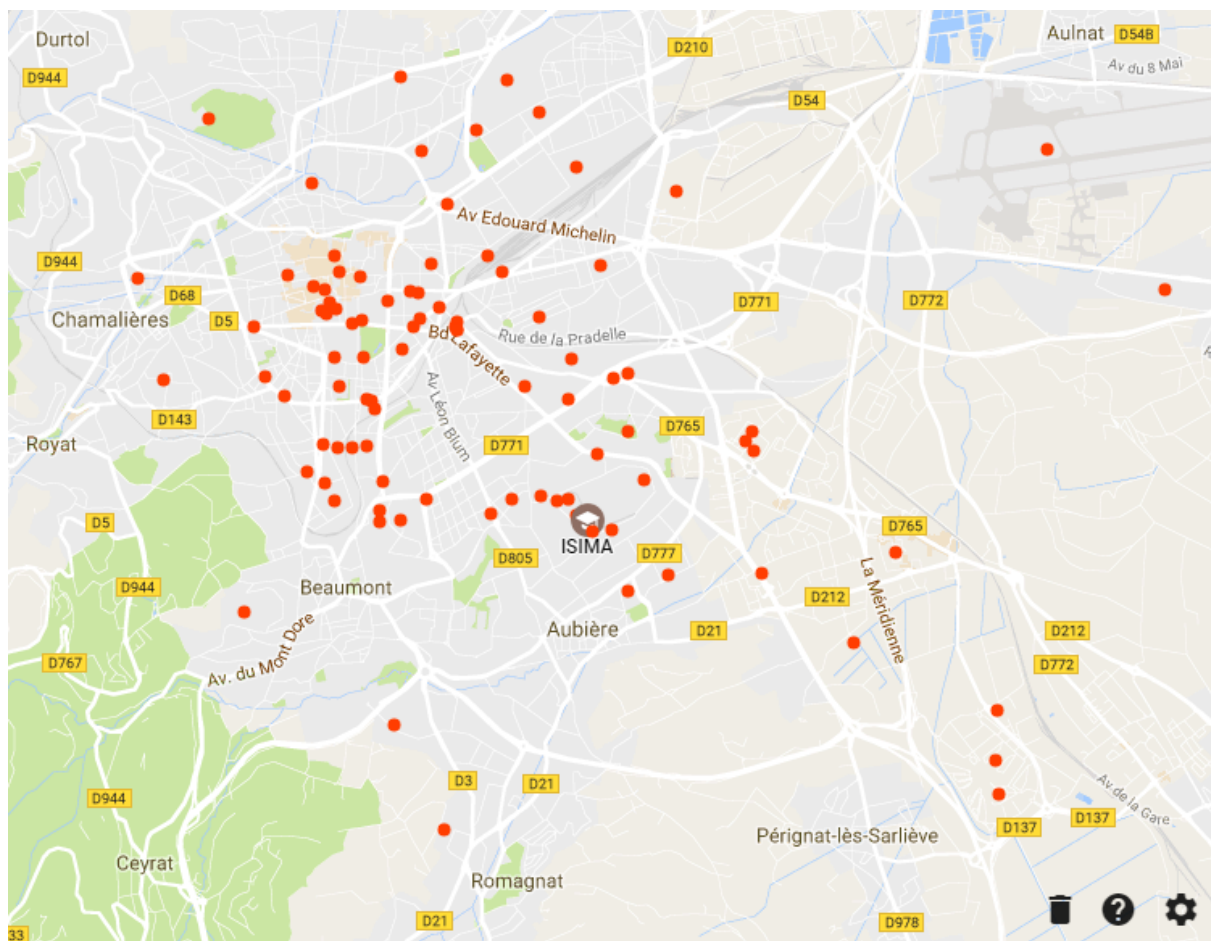


Figure 1.3 – Suivi des déplacements sur Google Maps

Les réseaux sociaux sont donc un acteur de premier plan dans la géolocalisation de personnes puisqu'ils disposent de nombreuses données sur le sujet mais ne diffusent qu'une fraction de celles-ci. Nous allons maintenant voir qu'il existe des services plus ouverts.

### 1.2.1 Les services open data

Dans les communautés de développeurs le phénomène open source qui consiste à partager librement les sources de ses propres programmes connaît beaucoup de succès. Sur cette base a émergé un nouveau concept : celui de l'open data. Comme son nom l'indique l'open data consiste à partager des données utiles récoltées.

Ces données sont le plus souvent fournies sous la forme d'un service web ou bien d'un fichier facilement découppable et analysable comme un fichier xml ou csv. L'intérêt est que ces données soient réutilisées par d'autres personnes en vue de concevoir un service plus consistant que des données brutes. Ainsi on donne aux développeurs le moyen de concevoir des applications se basant sur de vraies données ce qui a pour effet de motiver l'innovation et la concurrence dans un domaine.

Un des exemples les plus connus en France et qui rejoint notre projet est celui de la société Keolis qui gère le service de transport en commun de la ville de Rennes. Cette société a décidé depuis sept ans déjà d'offrir au grand public des données utiles sur son activité de transport dans la ville de Rennes. En outre, Keolis a équipé ses bus de balises gps et partage en temps réel la position des bus des diffé-

rentes lignes [3]. Il y a deux avantages à cette ouverture pour Keolis : la communauté des développeurs peut concevoir d'innombrables applications reposant sur des données sans cesse renouvelées et ainsi disposer sans efforts des meilleurs services mobiles en matière de transport en France. En effet, en comparaison d'une ville comme Clermont-Ferrand où les applications de transports reposent sur les horaires fixes décidés en début d'année, la ville de Rennes propose une application souple qui s'adapte même aux retards individuels de chaque véhicule.

Comme on peut le voir sur la figure 1.4, la flotte rennaise peut être localisée à tout instant.

#### POSITION DES BUS EN CIRCULATION SUR LE RÉSEAU STAR EN TEMPS RÉEL

🐦 f G+ in ✉

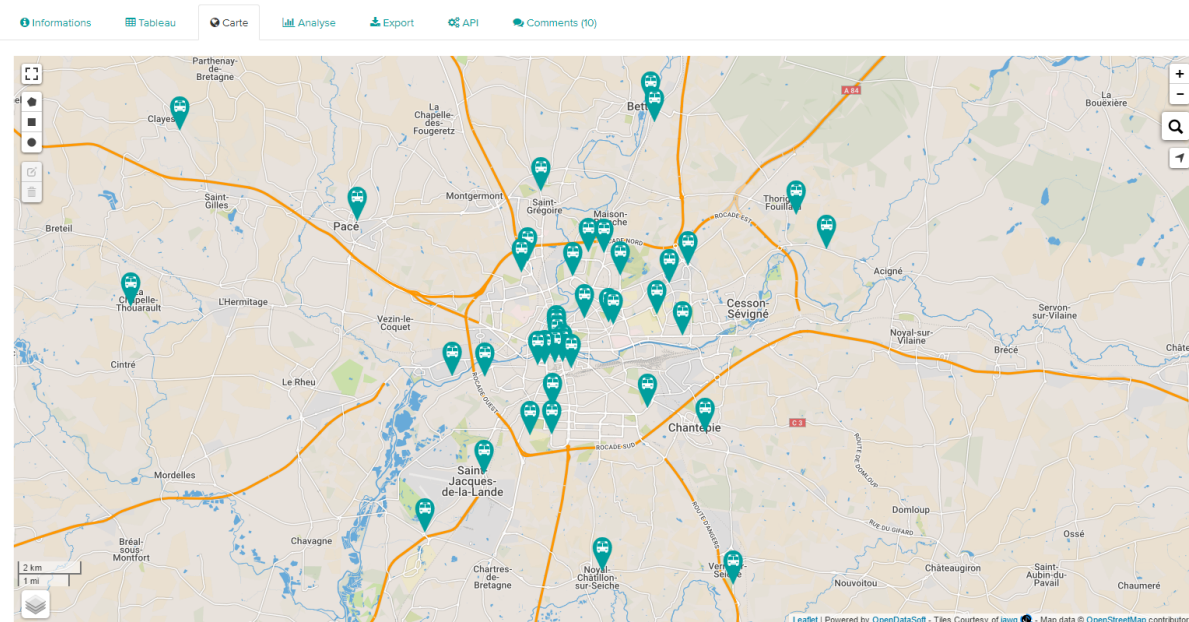


Figure 1.4 – Localisation en temps réel des bus de la ville de Rennes

Dans ce cas, il est vrai que l'on ne parle pas de localiser directement des personnes mais des véhicules. Cependant des problèmes similaires se posent et se sont posés à commencer par la protection de l'identité. En effet, le service web proposait initialement d'obtenir pour chaque bus son numéro d'identification mais ceci permettait de suivre un véhicule en permanence. On peut imaginer beaucoup de choses sur l'utilisation d'une telle information mais fort heureusement celle-ci a été retirée puisqu'elle n'apportait rien de plus aux usagers.

Il y a donc possibilité de produire des applications qui donnent accès à des positions en temps réel au grand public mais celles-ci posent vite des problèmes d'éthique et légaux. Nous allons donc voir les applications réelles qui existent sur la localisation de personnes.

### 1.2.2 Les applications similaires

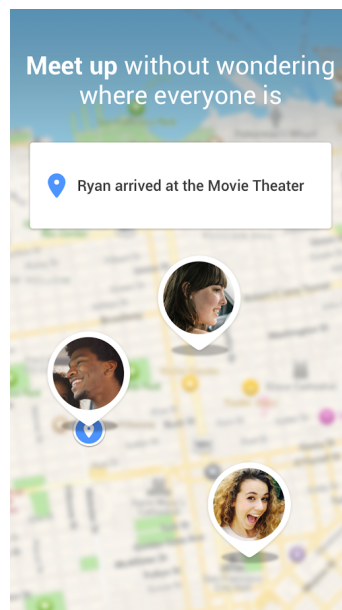
Dans la plupart des recherches effectuées, on trouve des dispositifs électroniques permettant de suivre une personne dépendante comme un enfant, une personne âgée ou handicapée.

Par exemple la société Geotek propose à ses clients des boîtiers GSM permettant de localiser une personne [4]. Ils proposent leur utilisation pour les personnes dépendantes et même pour l'optimisation des déplacements d'employés dans une entreprise. Cette offre se rapproche un peu plus de notre

projet mais s'en éloigne un peu dans le sens où elle nécessite l'utilisation de matériel supplémentaire et concerne la localisation de seulement quelques personnes auprès d'une seule personne.

En cherchant sur le Google Play qui est la plateforme officielle de téléchargement des applications Android on trouve quelques applications de localisation. Ces applications prennent bien souvent la forme de réseaux sociaux pour les soucis de confidentialité évoqués plus tôt.

Dans cette catégorie on peut parler de Find My Friends [5] produite par Family Safety Production (figure 1.5). Cette application propose des fonctionnalités intéressantes puisqu'elle permet de localiser ses amis qui possèdent l'application. Mais ce n'est pas tout, ils proposent aussi de pouvoir localiser les personnes qui n'ont pas l'application en envoyant juste un SMS à cette personne et si elle répond « oui » sa position s'affiche chez le demandeur. Cette fonctionnalité est très intéressante car elle permet de s'abstraire de l'application chez une partie des personnes.



*Figure 1.5 – Application Find My Friends de Family Safety Production*

Le point étant fait sur les applications existant nous allons maintenant définir plus précisément ce que nous souhaitons proposer au travers de notre application.

### 1.3 Spécifications du projet

Etant donné que peu de solutions sont disponibles sur le marché, nous avons choisi de partir de zéro et créer notre solution. Cela nous permet également d'avoir un contrôle total sur les données du projet, les diverses implémentations de fonctionnalités ainsi que la manière dont nous souhaitons utiliser notre solution.

La solution la plus évidente en termes de support de visualisation pour les utilisateurs est de leur proposer une application qu'ils pourront installer sur leur smartphone, PC, montre connectée ou encore tablette.

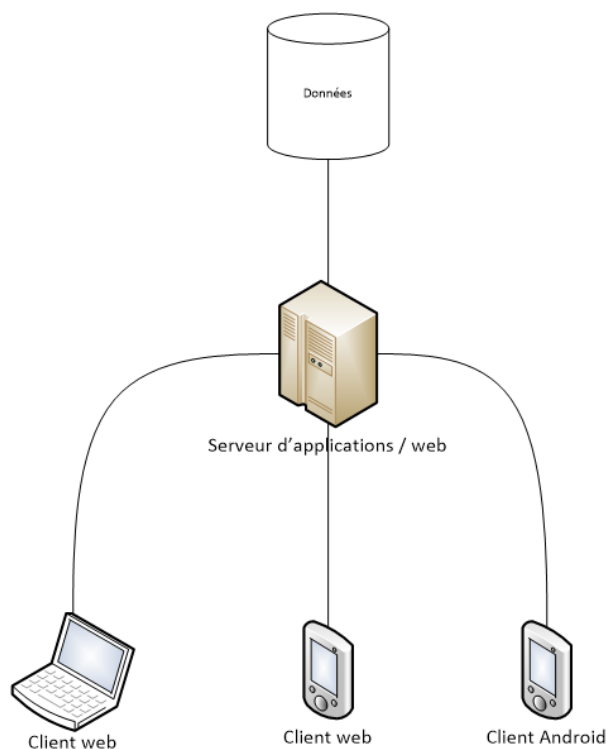
Afin de rendre cette application dynamique et de proposer un suivi de position d'utilisateurs en temps réel, il est convenu d'utiliser un service web. Ce service devra également pouvoir stocker des informa-

tions utiles aux utilisateurs, ce qui permettra également d'alléger le volume de données stockées sur leurs terminaux.

Nous allons donc détailler dans la suite les principaux éléments que nous voulons produire pour donner une vision de l'objectif final que nous souhaitons atteindre.

### 1.3.1 Architecture

Tout d'abord nous souhaitons fournir un service à un groupe de personnes plutôt important : nous avons donc besoin d'une architecture qui puisse gérer plusieurs utilisateurs sur une même application. L'architecture choisie pour organiser notre solution en est une de type client-serveur comme elle peut être décrite sur la figure 1.6.



*Figure 1.6 – Architecture générale de la solution*

Nous pouvons donc observer sur cette figure un schéma tout à fait classique de système client-serveur qui nous permettra de dissocier le développement du service du développement des différentes interfaces utilisateur. Un intérêt majeur est de pouvoir faire évoluer un des clients sans que cela n'impacte le cours de vie des autres projets reposant sur le service et le service lui-même.

Pour ce faire nous allons donc développer un service web de type REST pour que différent client, illustré dans notre projet par un client Android, puissent l'utiliser avec un minimum de contraintes. Les évolutions du serveur et du client n'auront donc pas d'impact l'un sur l'autre sauf bien sûr sur les modifications de l'interface. Si jamais un problème se déclarait dans la conception d'une partie nous comptons sur notre système d'intégration continue pour jouer le rôle de garde-fou en contrôlant le code versionné.

Nous allons maintenant aborder en détails les objectifs fixés pour chacun de ces éléments.

### 1.3.2 Partie serveur

Le serveur est le point reliant tous les clients et possède différents services mais la partie centrale est celle du service web. Le serveur doit être capable de répondre aux différentes connexions et requêtes des utilisateurs se connectant depuis l'application Android ou depuis tout autre client. Un service web n'est autre qu'un ensemble de services distants disponibles sur internet, ils peuvent permettre de récupérer des données ou bien d'effectuer des traitements spécifiques. L'intérêt est que le mode de communication avec un service web se veut standard ce qui permet à des utilisateurs de topologie différentes de le consommer.

Le serveur sera un service web de type **REST** c'est-à-dire qu'il sera capable de répondre à des requêtes se basant sur les protocoles web comme http dans un format standardisé, le JSON. Le serveur disposera des fonctionnalités minimales suivantes :

- un système d'authentification afin de valider l'identité des utilisateurs ;
- un service de collection des positions des utilisateurs ;
- un service d'obtention de la liste des personnes connectées ;
- un service de récupération de la position actuelle de l'utilisateur connecté ;
- un système de connexion/déconnexion des utilisateurs.

Ces fonctionnalités seront essentielles pour le fonctionnement de base de l'ensemble de la solution. Par la suite, des fonctionnalités supplémentaires pourront être ajoutées dans l'application, comme par exemple :

- un historique des positions ;
- un service de calcul d'itinéraire entre deux positions dans le bâtiment ;
- un service de partage de position (par sms, mail, etc.).

Pour stocker les diverses informations utilisateur (login, position), nous avons convenu d'utiliser une base de données qui s'interfacera directement avec le service web.

L'ensemble devra donc être disponible sur une machine atteignable sur internet et devra avoir une haute disponibilité. C'est pourquoi il n'est pas concevable de le déployer sur un ordinateur personnel. Deux solutions s'offrent donc à nous :

- l'utilisation d'une machine dédiée autogérée ;
- la location d'un IaaS ou CaaS (Infrastructure/Container as a Service).

La première solution consiste à utiliser une machine personnelle connectée en permanence à internet depuis notre domicile et la seconde à louer un service chez un fournisseur comme Amazon ou Google qui pourrait soit être une machine virtuelle Linux soit un conteneur d'applications. Le format aaS est à privilégier pour des raisons de performances et de disponibilité mais nous verrons que des soucis de budget nous ont conduit à opter pour la première solution.

Nous avons fait le tour de ce à quoi devra ressembler le serveur, abordons maintenant la question du client.

### 1.3.3 Partie Android

La seconde partie de ce projet concerne le client qui sera une application Android mais qui pourrait tout aussi bien être déclinée pour iOS et Windows Phone. Cette application sera donc une interface entre

l'utilisateur et le serveur et devra lui permettre de profiter des fonctionnalités minimales attendues par rapport à la carte du maraudeur de Harry Potter.

Les fonctionnalités majeures seront donc :

- l'inscription ;
- la connexion-déconnexion ;
- l'envoi de sa position gps au service web ;
- la réception des positions gps d'autres utilisateurs connectés ;
- la visualisation en temps réel sur une carte des positions.

Ces fonctionnalités forment le noyau dur indispensable au niveau minimal de qualité de notre application. Des améliorations sont envisageables pour augmenter le niveau de service, ainsi l'application pourra évoluer et proposer :

- une carte en version 3D ;
- une carte en version réalité virtuelle ;
- le partage de position ;
- l'ajout d'informations sur la carte (lieu / point de rdv).

La mise à jour des informations sur le client sera initiée par l'application qui effectuera une requête sur le serveur. Le serveur renverra les positions des utilisateurs connectés qui permet sa mise à jour chez les utilisateurs.

Le choix d'une application Android se justifie par plusieurs facteurs. Tout d'abord il existe une communauté très active et de nombreux documents autour de l'Android. Ceci est dû en grande partie que le marché est majoritairement composé de terminaux Android, il y a donc plus de travail. Enfin le langage Android se basant sur du Java il nous est plus accessible de partir sur cette plateforme plutôt que sur du iOS ou même du Windows Phone, de plus nous avons quelques notions en Android.

Les versions du framework Android qui seront supportées seront les version 11 et ultérieures pour fonctionner sur un maximum de terminaux. Toutefois la version de compilation sera la 25 afin de pouvoir profiter des dernières mises à jour du framework. Ceci est rendu possible grâce aux ressources de post-compatibilité Android (appcompat) qui apportent aux terminaux un peu anciens certaines des améliorations non-existantes dans leur version.

Nous allons maintenant aborder un aspect important dans le développement de ce projet : son intégration continue.

#### 1.3.4 Intégration continue

Un des objectifs de ce projet est de mettre en place une intégration continue et un déploiement automatique. Pour ce faire, il est nécessaire d'avoir un serveur dédié à cela.

L'intégration continue est un ensemble de pratiques de génie logiciel permettant d'assurer la qualité et la non-régression du code au fur et à mesure du développement. L'intégration continue se base sur un système de versionnage de code et pour chaque commit, le serveur d'intégration teste des critères de non-régression du code, se charge du build et potentiellement déploie le résultat, s'il est correct afin de disposer en permanence d'une version fonctionnelle.

Notre serveur d'intégration sera un serveur Travis CI puisqu'il gère à la fois le NodeJS et l'Android qui est une nouvelle fonctionnalité récemment ajoutée. Cela permettra contrairement à un serveur Jenkins



de ne pas avoir à gérer un serveur mais juste à consommer un service en ligne.

Le déploiement dans le cadre de l'application Android ne se fera pas sur le Google Play mais sur GitHub Releases pour des questions de budget. Un apk, qui est le format des applications sous Android, sera déposé par le serveur d'intégration sur GitHub Releases.

Concernant le web service, il sera déployé sur son propre serveur avec une phase de copie, d'installation et d'exécution du service.

Nous avons donc vu à quoi notre solution vise à ressembler, nous allons maintenant développer notre stratégie de planification du travail.

## 1.4 Organisation du travail

L'organisation temporelle théorique du travail est décrite dans le diagramme de Gantt de la figure 1.7. Elle se veut assez simple et découpée en quatre phases :

- la phase de lancement qui s'étend jusqu'à la rentrée des vacances de la Toussaint et comporte toutes les travaux d'analyse et de mise en place du projet ;
- la phase de développement basique qui s'étend jusqu'à début 2017 et concerne le développement des applications minimales du projet.
- la phase d'amélioration durant laquelle l'ajout d'améliorations supplémentaires sera fait à l'application de base ;
- la phase de finalisation comportant la préparation de la documentation autour du projet.

La première phase est celle qui se prête le plus à un travail commun, puis les phases suivantes ont été pensé de façon modulaire afin de pouvoir travailler indépendamment de l'autre sur chaque tâche. Nous verrons plus tard comment le déroulement du projet a eu lieu dans les faits et quelles modifications de planning ont été apportées.

Nous avons discuté des différents points caractérisant notre projet et les objectifs que nous souhaitons atteindre, nous allons maintenant expliquer comment nous nous y sommes pris pour la conception dans la section suivante.

Diagramme de Gantt initial du projet WatchDogZZ

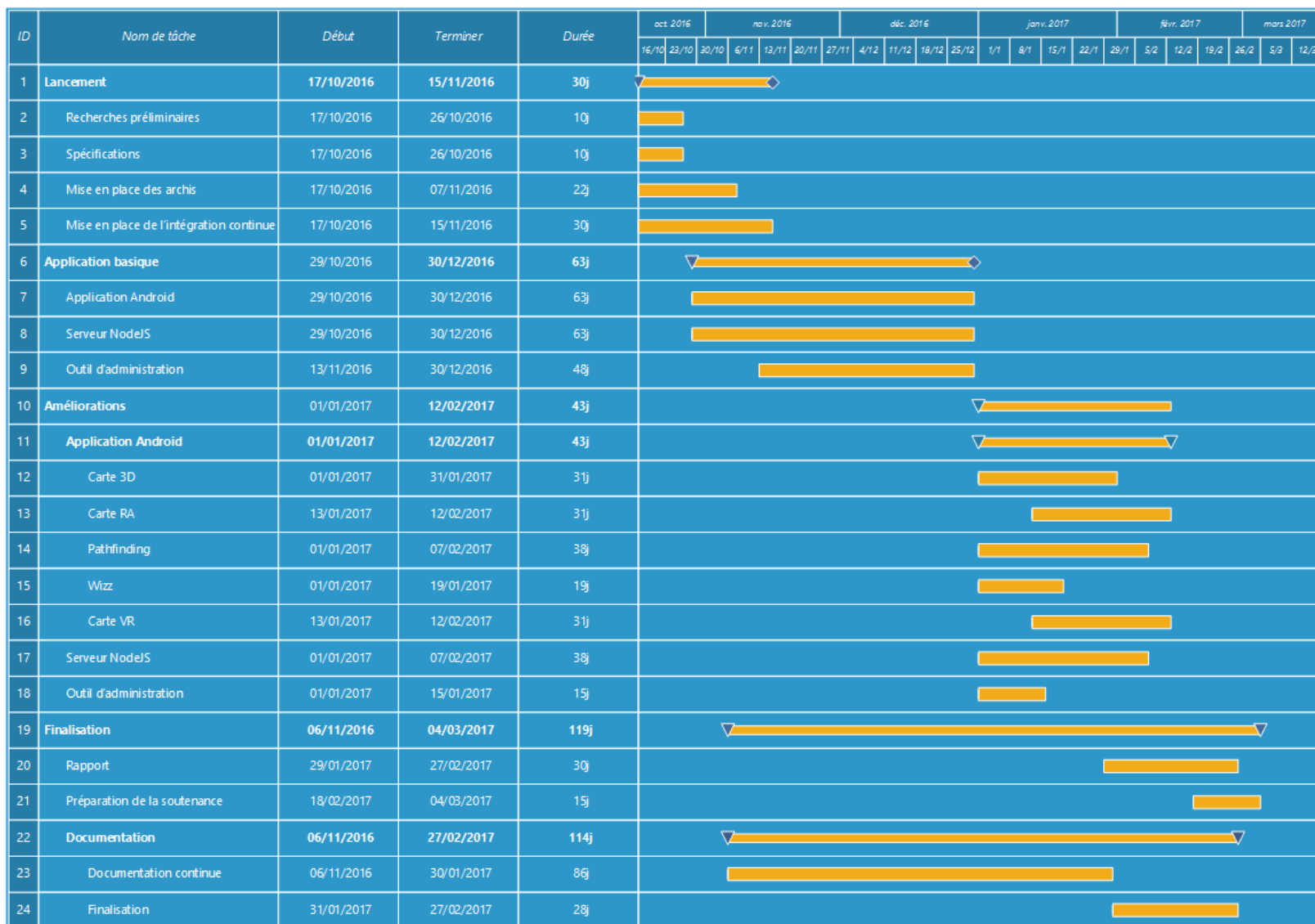


Figure 1.7 – Diagramme de Gantt théorique

## 2 Conception de la solution

### 2.1 Architecture de la solution

#### 2.1.1 Web Service

Du côté serveur, il faudra gérer plusieurs parties. D'un côté, il faut s'occuper des requêtes utilisateur, et de l'autre, il faut stocker certaines données que l'on renverra aux utilisateurs.

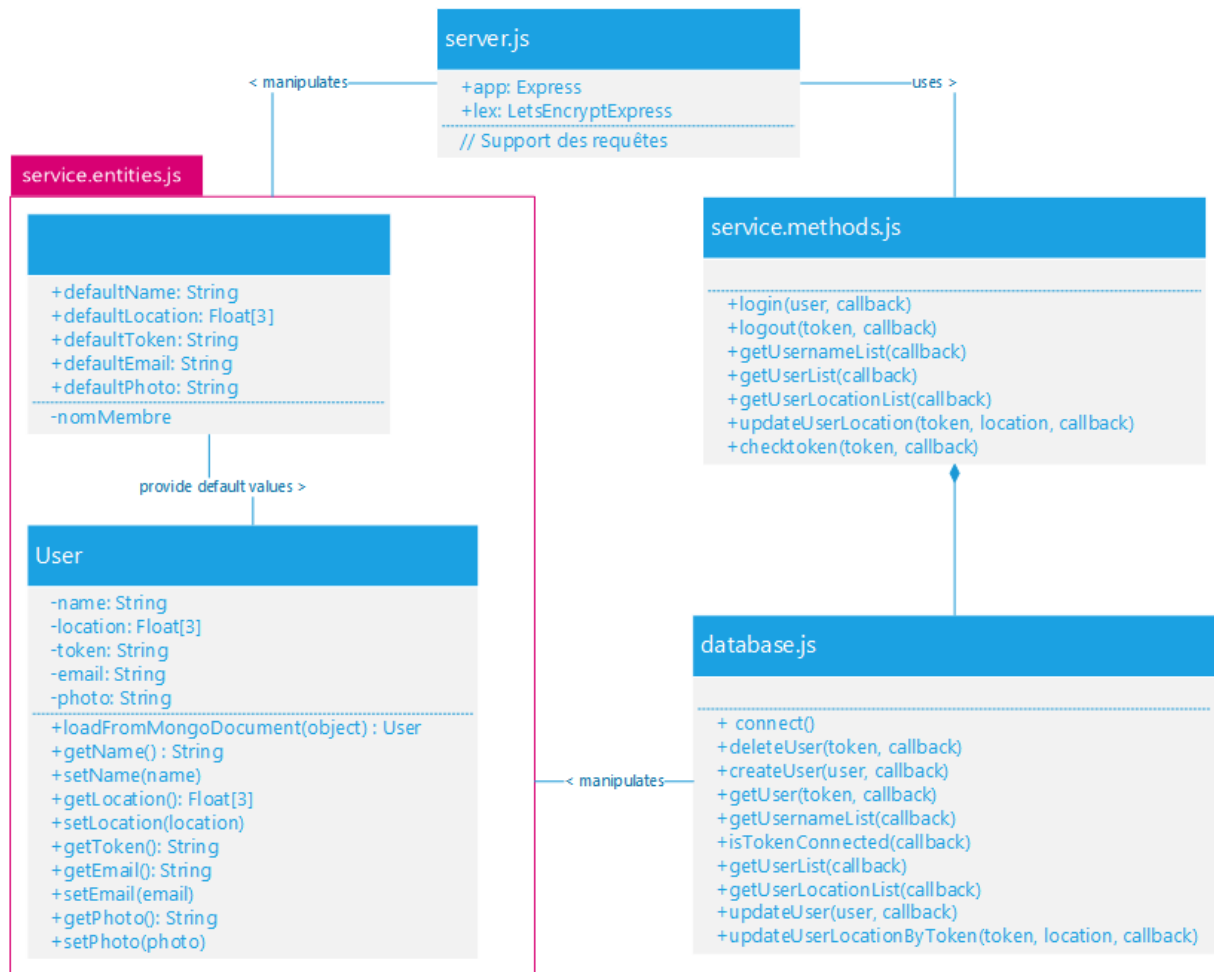


Figure 2.1 – Architecture du Service Web

Comme nous pouvons l'observer dans la figure 2.1, nous distinguons plusieurs parties.

La première partie concerne les entités que l'on va manipuler. Ces entités se trouvent dans un fichier **service.entities.js**. Nous allons retrouver une classe **User**, permettant de stocker et manipuler les utilisateurs connectés sur le service. Dans ce fichier se trouvent également des données par défaut à utiliser pour les utilisateurs qui ne renseigneraient pas leurs informations. Ceci permettra par la suite de disposer par exemple d'une photo à afficher par défaut pour un utilisateur qui ne la partage pas ou n'en a pas.

Une autre partie importante va concerner le stockage des données. Ceci s'effectue par l'intermédiaire de la base de données. Avant de choisir une technologie, nous souhaitons qu'il soit possible de facilement modifier le gestionnaire de base de données (Oracle, MySQL, MongoDB, Microsoft Access).

Pour que ceci se fasse plus facilement, il a été décidé de mettre en place un patron de conception "bridge" (à quelques exceptions, puisque Javascript ne dispose pas du concept d'interfaces).

Nous remarquons donc dans la figure 2.1 que notre fichier **database.js** dispose de méthodes manipulant les entités du service pour un certain type de base de données. Ce fichier est ensuite inclus dans le fichier **service.methods.js**, ce qui va permettre de les utiliser. Dans l'application, ce seront finalement les méthodes du fichier **service.methods.js** qui seront utilisées, permettant de masquer quel gestionnaire de base de données nous utilisons.

Pour changer de gestionnaire de base de données, il suffit de créer un autre fichier, par exemple **database-sql.js**, d'y recréer les mêmes fonctions que dans le fichier **database.js** en modifiant la logique de celles-ci. Ensuite, il suffira simplement de modifier le fichier inclus dans **service.methods.js** par **database-sql.js**.

### 2.1.2 Application Android

Le développement du client mobile a suivi le schéma classique de conception d'une application Android. Pour rappel les objectifs initiaux majeurs de ce client étaient de pouvoir récupérer des données sur un web service, les exploiter, les afficher à l'utilisateur et enfin retourner des données au service en question. De façon général la solution Android s'organise en deux projets directeurs : les tests et l'implémentation de l'application.

Il n'a pas été choisi ici de faire du développement dirigé par les tests car la technologie Android était dans le cadre de ce projet une découverte et il aurait été hasardeux de définir des tests Java sur les concepts Android. Les tests ont donc ici vocation à valider les mécaniques métiers a posteriori ainsi que le bon fonctionnement et l'intégrité de l'application au fur et à mesure de l'ajout de fonctionnalités. La partie relative aux tests se subdivise en deux autres : les tests unitaires et les tests instrumentés. Les premiers sont plutôt classiques et permettent de tester les mécaniques métiers et de vérifier tout ce qui est mockable, autrement dit simulable. Toutefois, il y a certains aspects dans un programme Android qu'il n'est pas possible de mocker sans enlever l'intérêt du test. Nous parlons ici de fonctionnalités s'appuyant intrinsèquement sur le système Android comme les appels réseaux, le GPS, l'écran, etc. Il est nécessaire dès lors que l'on veut simuler une fonctionnalité Android même basique, de simuler tout un système Android. D'où l'intérêt de la deuxième catégorie de tests : les tests instrumentés. Ceux-ci vont être exécutés sur un émulateur Android directement afin de pouvoir tester dans notre cas les appels réseaux et l'utilisation du GPS.

Le projet de tests est donc un projet annexe venant en soutien au projet principal : celui du développement de l'application Android. L'ensemble doit gérer des données et les afficher, c'est pourquoi un modèle MVC semblait adapté. Le modèle MVC se compose de trois parties en interaction comme c'est visible figure 2.2.

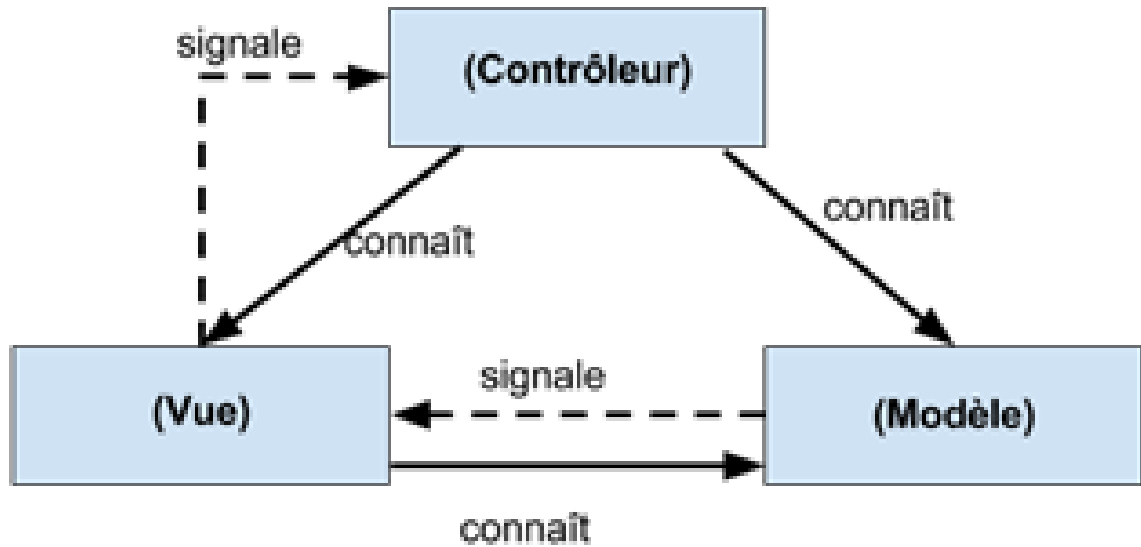


Figure 2.2 – Patron de conception MVC

Le modèle (M) représente les données traitées, dans le cas de l'application ce sont principalement les utilisateurs et leur position GPS. Les deux autres composants n'interagissent pas directement avec les données brutes mais ont accès à l'API du modèle symbolisée par le gestionnaire d'utilisateur (User-Manager) comme sur la figure 2.3. Le modèle gère donc tous les petits traitements bas niveau sur les données et les sert au reste de l'architecture selon les besoins.

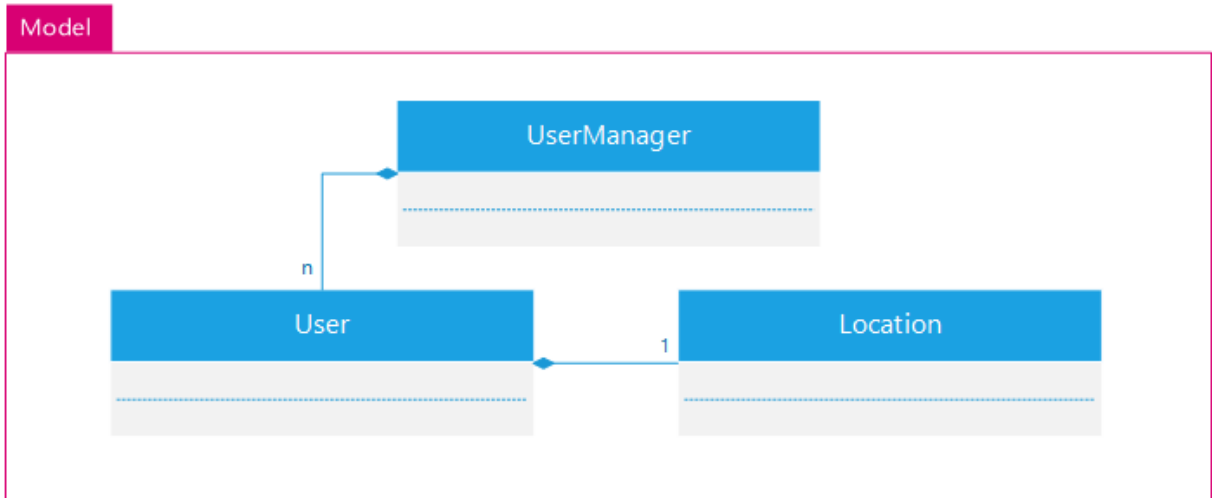


Figure 2.3 – Diagramme du modèle

Le contrôleur (C) s'occupe des interactions avec l'utilisateur, il doit pouvoir transmettre les commandes émanant de l'utilisateur aux autres composants. Dans le cadre de l'application Android, le contrôleur est symbolisé par les activités : ce sont les activités Android qui proposent les interfaces de contrôle utilisateur. Elles permettent de recevoir les événements utilisateur comme un clic ou encore les messages du système comme l'arrivée d'un SMS ou encore l'actualisation de la position GPS. Les informations reçues peuvent ensuite être utilisées pour effectuer une mise à jour du modèle ou un rafraîchissement de l'affichage. Les différents types d'activités sont visible sur la figure 2.4.

## Controller

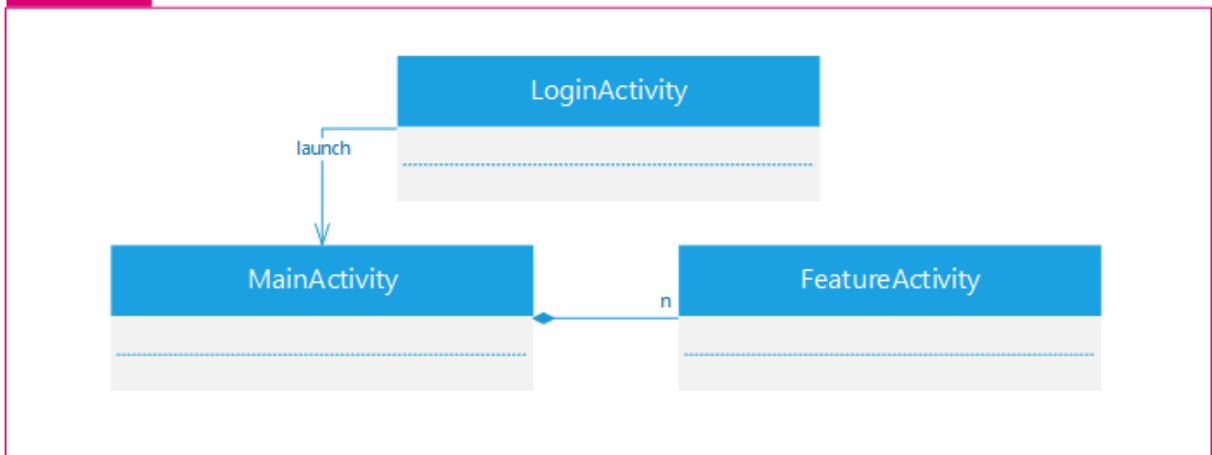


Figure 2.4 – Diagramme du contrôleur

La vue (V) est l'ensemble des éléments constituant la façon dont vont être présentées les données. La réalisation concrète dans l'application Android de la vue est faite par les fichiers XML de layout et autres ressources. Dans la vue entre aussi un pan important du concept de l'application : la gestion de l'affichage 3D. En effet, pour la plupart des éléments d'interface, tout peut être géré par des fichiers de métadonnées mais pour générer la carte en trois dimensions d'un lieu il est nécessaire de décrire dans le code la manière d'utiliser les données pour les afficher avec de véritables classes Java. La vue est donc un ensemble complexe constitué de diverses ressources comme on peut le voir sur la figure 2.5.

## View

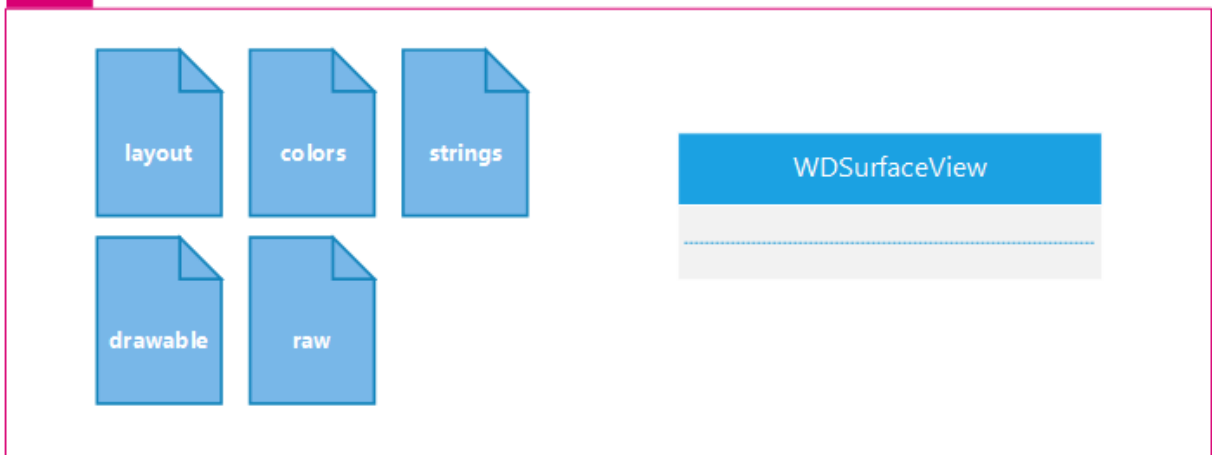


Figure 2.5 – Diagramme de la vue

Le tout s'interconnecte et interagit donc pour faire fonctionner l'ensemble. Mais pour alimenter l'application en données exploitables, des services ont dû être mis en place. Il en existe deux qui servent de sources de données au programme. Le premier est le service GPS, il permet à l'application de récupérer la position du dispositif Android. Dans un premier temps, ce service était basé uniquement sur les données matérielles de l'appareil mais afin d'améliorer la précision, l'utilisation des Google Services a été choisie. Les Google Services utilisent à la fois les données GPS pures mais aussi leur historique ainsi que les données du gyroscope et de l'accéléromètre pour déterminer la position avec une plus grande précision. Ceci s'est avéré indispensable pour une localisation correcte en intérieur.

Le deuxième service est celui responsable de la communication avec le serveur et qui permet de le requêter. Ainsi ce service permet à la fois d'envoyer sa propre position au serveur mais aussi de récupérer la liste des utilisateurs connectés et leurs informations. Ce service exécute en parallèle du thread principal des requêtes http sur le web service WatchDogZZ. Pour ce faire, il utilise la bibliothèque Volley qui permet d'effectuer simplement des communications sur le réseau.

Le patron de conception majeur dans ce système applicatif est celui observer-observable : il permet à une des entités d'être prévenue par une autre après inscription qu'un traitement a été effectué. Ceci permet le parallélisme des services et de ne pas bloquer l'interface graphique lors d'un traitement long (communication réseau).

L'ensemble est sécurisé par le système d'authentification Google. Ce choix a été motivé par la simplicité puisque le client étant sur un système Android, il possède forcément un compte Google associé. Il suffit alors d'effectuer une requête sur les serveurs de Google avec les informations d'authentification de l'appareil pour récupérer un token validant l'identité de l'utilisateur. Ce token est ensuite transmis lors de chaque requête au serveur WatchDogZZ en vue de vérifier l'identité du demandeur (voir la figure 2.6).

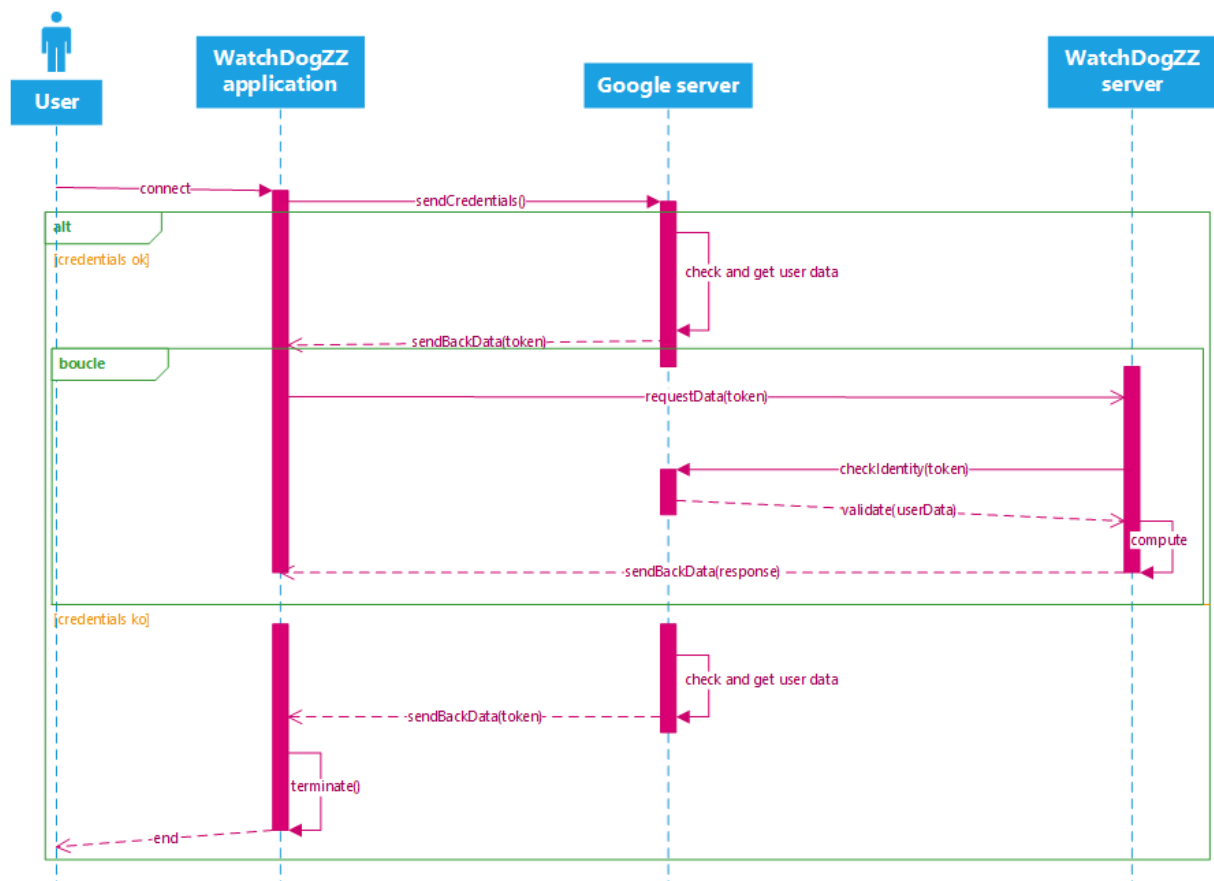


Figure 2.6 – Utilisation du token Google

La carte du maraudeur est une vue qui a été créée spécialement pour l'application. Elle se base sur une SurfaceView reposant sur de l'OpenGL ES 2. L'intérêt était à la fois de pouvoir dessiner en deux mais aussi trois dimensions. Un Renderer spécial a été implémenté ainsi que des managers de ressources 3D. Il est ainsi possible de gérer cette vue comme un observer du UserManager. La vue pourra par la suite afficher les scènes 3D avec les différents éléments à chaque notification. Les différentes classes entrant en jeu sont visibles sur la figure 2.7 ainsi que leur rôle dans le MVC.

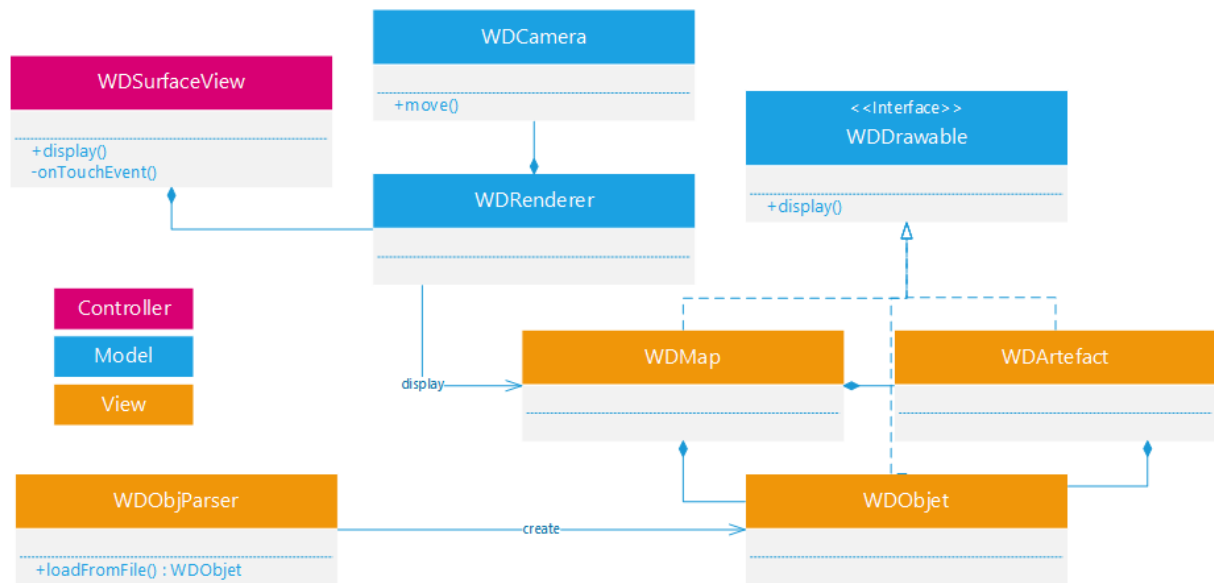


Figure 2.7 – Fonctionnement de la 3D Android

La conception de l'application Android est très simple mais fait intervenir de nombreux éléments et services qui touchent énormément d'aspects de la programmation Android. Il existe sur les versions les plus récentes du Framework des fonctionnalités plus intéressantes et performantes toutefois le choix a été fait d'essayer de faire l'application la plus diffusable possible et donc de supporter un maximum d'appareil. Au début du développement, la version choisie était la 9 mais suite à des contraintes inévitables de développement nous avons dû monter à la version 12. Ceci reste correct d'autant plus que cela représente toujours plus de 99% de parts de marché.

## 2.2 Technologies utilisées

### 2.2.1 Service Web

Pour la conception du Service Web, nous avons besoin d'une technologie disposant des caractéristiques suivantes :

- Facile à utiliser ;
- Disposant de nombreuses fonctionnalités ;
- Rapide à l'exécution ;
- Exécution légère sur serveur ;
- Configuration rapide.

Toutes ces caractéristiques se retrouvent avec le framework NodeJS [6]. C'est un framework Javascript qui dispose de nombreuses bibliothèques installables à l'aide du gestionnaire de modules NPM [7]. De plus, étant donné que l'un d'entre-nous avait déjà utilisé une telle technologie, cela nous permettait de démarrer plus rapidement.

Le gestionnaire de modules NPM permet d'effectuer plusieurs choses. Premièrement c'est lui qui va permettre l'installation des modules nécessaires au bon fonctionnement du Service. Ensuite, il va se charger de résoudre les dépendances entre modules. C'est à dire que si un module a besoin d'un autre module pour fonctionner, alors celui-ci sera installé automatiquement. Enfin, il est possible de disposer de plusieurs listes de modules à installer :



**Production** : comporte les modules nécessaires au lancement du Service en mode production, donc sans les outils de debug ;

**Dev** : comporte les modules installés en production ainsi que des modules complémentaires utilisés lors de la conception du Service ou à des fins de debuggage.

Afin de mettre en place notre Service Web, nous avons utilisés plusieurs modules :

- **Body-parser** : parser le contenu JSON des requêtes ;
- **Express** : créer un serveur Http ou Https ;
- **Jasmine** : effectuer des tests de spécifications ;
- **Letsencrypt-express** : gérer les certificats Https du serveur ;
- **Mongodb** : système de gestion de base de données ;
- **Request** : effectuer des requêtes http ou https ;
- **Winston** : faire des logs sur plusieurs niveaux (info, error, warning, debug).

Comme décrit dans la partie d'étude de ce projet, nous avons également besoin d'une base de données pour stocker certaines informations utilisateur. Pour ce faire, nous avons décidé d'utiliser une base MongoDB. Ce type de base de données est très simple à mettre en place (et l'utilisation avec NodeJS se fait à l'aide d'un paquet) et se base sur un format de stockage texte BSON (JSON binaire). De ce fait, les opérations de stockage et écriture sont rapides et peut gourmandes en espace.

MongoDB permet de stocker des informations dans des **collections**. Ces collections sont en quelque sorte l'équivalent des tables **SQL**. La différence ici est que les données que nous allons stocker ne nécessitent pas de suivre un format défini (avec des champs spécifiques). Cela signifie qu'il est possible d'ajouter à la volée (sans devoir reconfigurer la base) certains champs dans nos objets stockés. Pour maîtriser plus facilement cela, il est possible de créer des classes d'Objets Javascript, permettant de maîtriser les champs à stocker et surtout d'être conscient du type de chaque champ (chaîne de caractère, entier, flottant).

## 2.2.2 Android

Le développement d'une application Android s'effectue généralement en utilisant le JAVA ainsi qu'Android Studio [8], permettant d'inclure les bibliothèques Android. Ici, nous avons donc utilisé ces technologies pour permettre une intégration parfaite sur le système Android.

## 2.3 Fonctionnalités introduites

### 2.3.1 Fonctionnalités du Service Web

La principale fonctionnalités du Service Web est de répondre à des requêtes. Des URL sont mises à disposition par le service et permettent d'effectuer certaines tâches. Le passage de paramètres pour ces URL se fait directement dans le corps de la requête sous forme de JSON. Les réponses du service sont également sous forme d'objet JSON dans le corps de la réponse. Le paquet **Body-parser** utilisé dans le serveur permet d'effectuer le parsing automatique du corps de la requête pour le transformer en JSON, utilisable dans le code.

Les réponses contiennent les champs suivants :

*Code 2.1 – Corps général de la réponse serveur*

```
1 {
```

```
2      'status': 'ok' / 'fail', // L'état de la requête
3      'error': 'description' // Une description de l'erreur s'il y en a une, sinon ce
      champ est absent
4  }
```

La plupart des requêtes décrites nécessitent que l'utilisateur soit authentifié. Pour ce faire, il doit effectuer une première requête sur l'URL **/login** en utilisant la méthode **POST**. Les paramètres suivants sont attendus : Pour se connecter, l'utilisateur doit envoyer les paramètres suivants :

*Code 2.2 – Corps de la requête POST /login*

```
1  {
2      'name': 'username', // Le nom de l'utilisateur à connecter
3      'token': 'azertyuiop12345', // Le token de connexion fourni par Google
4      'location': [1.0, 2.0, 3.0], // La position courante de l'utilisateur
5      'photo': 'http://photo/user1', // L'URL vers la photo de l'utilisateur
6      'email': 'mail@example.com' // L'adresse mail de l'utilisateur
7  }
```

Les champs **photo** et **email** sont optionnels. S'ils ne sont pas renseignés lors de la connexion, des données par défaut seront utilisées.

Le service est capable de retourner la liste des personnes connectée sur le Service en effectuant une requête de type **GET** sur l'URL **/who**. Le résultat est transmis sous la forme suivante :

*Code 2.3 – Corps de la réponse GET /who*

```
1  {
2      'list': [
3          'userName1',
4          'userName2',
5          'userName3'
6      ]
7  }
```

Si l'on souhaite disposer d'informations supplémentaires en plus du nom des personnes connectées (url de photo, position, adresse mail), il est possible d'effectuer une requête **GET** sur l'URL **/where**.

*Code 2.4 – Corps de la réponse GET /where*

```
1  {
2      'list': [
3          {
4              'name': 'username1',
5              'location': [1.0, 2.0, 3.0],
6              'photo': 'http://photo/user1',
7              'email': 'mail1@example.com'
8          },
9          {
10             'name': 'username2',
11             'location': [4.0, 5.0, 6.0],
12             'photo': 'http://photo/user2',
13             'email': 'mail2@example.com'
14         },

```

```
15     {
16         'name': 'username3',
17         'location': [7.0, 8.0, 9.0],
18         'photo': 'http://photo/user2',
19         'email': 'mail3@example.com'
20     }
21 ]
22 }
```

Pour mettre à jour sa position sur le Service, l'utilisateur effectue une requête sur cette même URL **/where**, mais cette fois avec la méthode **POST**, et en spécifiant les champs suivants dans le corps de sa requête :

*Code 2.5 – Corps de la requête POST /where*

```
1 {
2     'token': '1A2Z3E4R5T6Y7U8I9O0P',
3     'location': [1.0, 2.0, 3.0]
4 }
```

Cette requête peut également permettre de connecter un utilisateur directement si celui-ci ne l'est pas déjà. En effet, puisque son token de connexion est fourni (et peut permettre de l'identifier de manière unique), il est possible de vérifier s'il est connecté (auquel cas, sa position est mise à jour simplement), sinon, nous allons pouvoir le connecter en utilisant les informations qu'in va nous fournir. Il est possible de fournir les mêmes informations que dans le code 2.2. Ainsi l'utilisateur sera créé avec les informations qu'il a soumises et sa position initiale est enregistrée. Il peut ensuite effectuer de simples requêtes POST sur l'URL **/where** pour mettre à jour sa position.

### DIAGRAMME SEQUENCE POUR LES REQUETES

Puisque le service répond à des requêtes utilisateur, il est possible que certaines de ces requêtes ne fonctionnent pas, pour plusieurs raisons :

- Le service connaît une erreur interne (configuration, crash) ;
- Le service ne parvient pas à communiquer avec la base de données ;
- La requête utilisateur ne fournit pas les informations suffisantes au traitement de sa requête.

Pour gérer cela, des codes d'erreur sont retournés à l'utilisateur.

- Erreur interne ou paramètres insuffisants : erreur 400 ;
- Erreur de communication avec la base de données : erreur 503.

Ces erreurs peuvent ainsi être gérées par le client. Il peut ainsi choisir soit de réitérer sa requête (dans le cas d'une erreur 503 par exemple), soit d'informer l'utilisateur que le service est indisponible ou que sa requête n'est pas valable (cas d'une erreur 400).

### A REVOIR

A chaque fois qu'une erreur survient sur le serveur, en plus d'être notifiée au client, elle est directement sauvegardée dans un système de log (introduit par le paquet **Winston**). Plusieurs fichiers sont mis en place :

- **server-error.log** : erreurs critiques ou de requetes, on a également quelques données supplémentaires : ip, code, header, url, parametres,
- **server-info.log** : démarrage, port utilisé
- **server-debug.log** : nouvelles fonctionnalités, ou fonctionnalités qui ne marchent pas

Ces fichiers contiennent des logs qui sont hiérarchisés selon leur importance :

1. Error
2. Warn
3. Info
4. Verbose
5. Debug
6. Silly

Chaque log comporte les données relatives à son importance et a celles qui sont au dessus de lui (info possède info, warn et error).

Debug aura tout et permet de vérifier comment se comporte le serveur si on ajoute de nouvelles fonctionnalités par exemple.

Il y a du https pour que ce soit secure. (pourquoi, comment ca marche, quel paquet).

On a un ddns (regarder si pas déjà abordé, dire pourquoi, comment ca fonctionne).

### 2.4 Méthodes de développement

La méthode adoptée pour la conception de cette solution devait pouvoir convenir à un projet hétérogène et à une équipe de taille faible, un binôme. De façon générale le projet se décomposait en trois sous-projets indépendants : la partie serveur, la partie client et la partie documentation.

La partie documentation est la seule qui a réellement fait l'objet d'un travail commun avec concertation, échange de points de vue et vérification du travail de l'autre puisqu'elle a consisté en la mise au point des spécifications et en la rédaction de ce rapport. Durant la phase d'analyse et devant l'état des lieux de tout ce qui devait être fait, il a paru équitable et logique de détacher une personne sur le projet Android et une autre sur le projet serveur. Ainsi la répartition des tâches et l'expertise sur les différents projets étaient très contrôlé.

Une fois que les besoins de l'application ont été analysés et que les spécifications ont été posées, nous avons transformé ses documents en un kanban regroupant les user stories principales. Ces user stories forment l'ensemble minimal des tâches à effectuer pour avoir une application fonctionnelle répondant aux demandes fondamentales du cahier des charges. Dès lors que cette sélection a été faite, le développement des projets primitifs du client et du serveur a commencé. Des échanges réguliers sur les outils de travail d'équipe de GitHub, que nous détaillons plus loin, ont permis de suivre l'évolution du développement linéaire de chaque projet et de rendre compte du travail effectué. L'objectif de cette période était donc de livrer une version fonctionnelle de l'application pour la mi-janvier.

Au terme de cette première période nous avons pu livrer une application répondant aux critères minimaux et permettant de suivre des personnes dans l'ISIMA. En partant de cette base fonctionnelle nous avons commencé le développement de fonctionnalités plus poussées avec une méthode un peu différente : une méthode plus agile.

Nous avons listé tous les bugs connus, les améliorations et les fonctionnalités que nous souhaitons ajouter. Ensuite nous avons commencé à fonctionner en itérations agiles d'une durée de deux semaines. En début d'itérations nous sélectionnons un ensemble d'items qui étaient des « issues » sur GitHub et nous en faisons une milestone. Nous travaillons ensuite sur ces issues et en fin de cycle nous faisons le point sur l'itération terminée et nous rajoutons des issues en fonction de la situation. Le développement agile a permis de rajouter des fonctionnalités avancées sur deux ou trois itérations.

L'ensemble de ces éléments fait que nous avons pu développer étape par étape une application qui semblait très complexe à mettre en place. Sans cette méthode nous aurions peut-être été perdu devant tout le travail mais dans les faits, malgré quelques difficultés nous avons toujours une version fonctionnelle qui répondait aux critères minimaux du cahier des charges.

## **3 Résultats**

### **3.1 La solution apportée**

### **3.2 Améliorations possibles**

## Conclusion

Ce projet a donc été l'occasion de concrétiser au travers de l'application WatchDogZZ notre idée personnelle. Nous avons pu développer une application complète reprenant les principes fondamentaux de la carte du maraudeur à savoir la géolocalisation d'utilisateurs dans un établissement. A ceci de nombreuses fonctionnalités ont pu être ajoutées comme le partage de position, la gestion de points d'intérêts, etc.

Ceci est rendu possible par le développement intégral des parties client et serveur. Le client est une application Android compatible avec tout dispositif (smartphone, tablette, télévision, etc.) disposant d'un système en version 12 ou supérieur. Le web service est basé sur la technologie nodeJS couplé à une base de données NoSQL MongoDB permettant la communication de données sécurisées par le protocole HTTP.

Au terme de ce projet tous les objectifs initiaux ont été atteints et de nombreuses fonctionnalités supplémentaires et de concepts originaux restent à développer. La taille du projet, ses spécifications et sa pluralité technologique en font un projet très complexe et demanderait beaucoup plus de temps pour être complet. Devant ce constat le choix judicieux a été fait en début de projet de se concentrer dans un premier temps à produire une solution primaire, élémentaire et avec seulement les fonctionnalités de bases afin d'avoir un livrable fonctionnel. Ceci a ensuite permis d'implémenter des fonctionnalités plus complexes dans des itérations agiles en assurant qu'au terme du projet nous aurions une application fonctionnelle et répondant aux critères initiaux. Ainsi nous avons pu produire WatchDogZZ avec certaines fonctionnalités supplémentaires.

De nombreux axes d'amélioration et d'évolution restent encore ouverts pour notre projet. Tout d'abord, toutes les fonctionnalités auxquelles nous avons pensé n'ont pas toutes été implémentées comme par exemple la vue en réalité virtuelle de l'établissement ou encore le calcul d'itinéraire. Cependant celles-ci restent facilement intégrables dans l'application qui possèdent tous les prérequis à leur intégration. D'un point de vue plus diffusion de l'application, deux points majeurs peuvent être améliorés. Le premier est la portabilité du client : en effet il n'est actuellement disponible que sur les appareils Android, le porter sur iOS et Windows Phone permettrait de pouvoir toucher la quasi-totalité du marché cible. Le deuxième est le passage à l'échelle du web service : les tests exécutés montrent que pour un nombre très faible d'utilisateurs les performances du service sont parfaites mais concernant un nombre d'utilisateurs plus important le comportement de notre solution nous est encore inconnu. Ces améliorations potentielles pourraient faire de WatchDogZZ une application complète et sérieuse pouvant satisfaire les cas réels présentés dans ce rapport.

## Références webographiques

### Références

- [1] FACEBOOK. *Safety Check*. Récupéré sur : <https://www.facebook.com/about/safetycheck/>. 2014 (cf. p. 3).
- [2] GOOGLE INC. *Vos trajets*. Récupéré sur : <https://www.google.fr/maps/timeline>. 2017 (cf. p. 4).
- [3] STAR DATA EXPLORE. *Position des bus en circulation sur le réseau star en temps réel*. Récupéré sur : <https://data.explore.star.fr/explore/dataset/tco-bus-vehicules-position-tr/>. Novembre 2014 (cf. p. 6).
- [4] GEOTEK. *Suivi de personnes*. Récupéré sur : <https://www.geotek.fr/geolocalisation/besoins/suivi-personnes.html>. 2017 (cf. p. 6).
- [5] FAMILY SAFETY PRODUCTION. *Find My Friends*. Récupéré sur : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fsp.android.friendlocator>. Février 2017 (cf. p. 7).
- [6] NODE.JS FOUNDATION. *Node.js*. Récupéré sur : <https://nodejs.org/en/>. Octobre 2016 - Février 2017 (cf. p. 18).
- [7] NPM, INC. *Build amazing things*. Récupéré sur : <http://www.npmjs.com>. Octobre 2016 - Février 2017 (cf. p. 18).
- [8] GOOGLE INC. *Download Android Studio and SDK Tools*. Récupéré sur : <https://developer.android.com/studio/index.html>. Octobre 2016 - Février 2017 (cf. p. 19).
- [9] TRAVIS CI, GMBH. *Travis CI User Documentation*. Récupéré sur : <https://docs.travis-ci.com/>. Octobre 2016 - Février 2017.
- [10] TRAVIS CI, GMBH. *Travis CI - Test and Deploy Your Code with Confidence*. Récupéré sur : <https://travis-ci.org/>. Octobre 2016 - Février 2017.
- [11] GITHUB, INC. *GitHub*. Récupéré sur : <https://github.com/WatchDogZZ>. Octobre 2016 - Février 2017.
- [12] Michael KATZ. *How To Write A Simple Node.js/MongoDB Web Service for an iOS App*. Récupéré sur : <https://www.raywenderlich.com/61078/write-simple-node-jsmongodb-web-service-ios-app>. Octobre 2016 - Février 2017.
- [13] MONGODB, INC. *MongoDB for GIANT Ideas | MongoDB*. Récupéré sur : <https://www.mongodb.com/>. Octobre 2016 - Février 2017.