

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

DÉPARTEMENT INFORMATIQUE

PROJET DE PROGRAMMATION

Guidage d'une personne malvoyante via une application GPS sur smartphone

Auteurs :

Alan GUITARD

Mohamed Ouaraqua

DANTCHIAWA

Nicolas MARCY

Florian BERTHELOT

Encadrant :

Matthieu RAFFINOT

Client :

Serge CHAUMETTE

6 avril 2016



Table des matières

1	Introduction	1
2	Contexte et présentation du projet	2
2.1	Contexte et analyse de l'existant	2
2.1.1	Contexte	2
2.1.2	Analyse de l'existant	5
2.2	Analyse des besoins de l'application	6
2.2.1	Besoins fonctionnels	6
2.2.2	Besoins non-fonctionnels	8
2.3	Scénarios et diagrammes	11
2.3.1	Scénarios possibles	12
3	Architecture et description de l'application	17
3.1	Architecture des modules	17
3.1.1	Module de saisie d'adresse	18
3.1.2	Module de gestion de cartes et de navigation	20
3.1.3	Module de synchronisation Bluetooth	23
3.1.4	Composition du module	25
4	Tests et fonctionnement de l'application	28
4.1	Tests unitaires	28
4.1.1	Utilisation de JUnit	28
4.1.2	Utilisation de Mockito	29
4.1.3	La classe TestLog	31
4.1.4	Test du module map	31
4.1.5	Test du module synchro	33
5	Conclusion et améliorations possibles	34
	Bibliographie	35

Résumé

Ce projet a été réalisé sous la direction de Matthieu Raffinot, chercheur CNRS, dans le cadre du Master 1 Génie logiciel lié au cours de Projet de Programmation, dirigé par Philippe Narbel, maître de conférence. Le projet a pour but pédagogique de nous initier au génie Logiciel, et plus précisément à la gestion et l'organisation d'un projet en équipe.

Le sujet proposé par le client est de permettre à une personne malvoyante de pouvoir utiliser une application *Android* de guidage par GPS afin de se rendre à une destination, de préférence à pied. L'application doit donc s'adapter à la vue défailante de l'utilisateur et ainsi proposer une interface ergonomique. L'utilisateur aura la possibilité d'utiliser deux modes d'utilisation. Le premier mode sera utilisable avec deux téléphones qui symboliseront chacun une direction, le téléphone de gauche vibrera lorsque l'utilisateur devra tourner à gauche et le téléphone de droite vibrera lorsque l'utilisateur devra tourner à droite. Le second mode sera proposé si l'utilisateur ne possède qu'un seul téléphone fonctionnel qui vibrera une fois pour la direction de gauche, et deux fois pour la direction de droite.

Pour ce faire, on a donc eu besoin d'exploiter les technologies natives du téléphone : le GPS, les capteurs de navigation inertielle, le vibreur et le *BlueTooth*. L'application sera développée sur un téléphone mobile sous système *Android*, en utilisant le langage de programmation Java, le kit de développement *Android* et l'API *Google* pour la navigation.

Il est à noter que l'utilisation de cette application ne remplace pas les moyens habituelles que l'utilisateur utilise pour se déplacer seul (cane, chien d'aveugle, ...). A l'instar d'un GPS classique qui n'exempte pas les conducteurs du respect du code de la route, l'application est uniquement un guide.

Chapitre 1

Introduction

Lorsqu’une personne malvoyante compte se rendre à une destination dans une ville, des applications GPS lui sont disponibles grâce à une option de commande vocale, qui lui indique la route à suivre. Le problème que l’on peut constater avec cette voix qui lui sert de guide est que, pour l’entendre en pleine rue, l’utilisateur se voit obligé de brancher des écouteurs à l’appareil s’il ne veut pas mettre de haut-parleurs pour rester discret. Il serait donc utile à ces personnes, dont les oreilles sont pour eux le principal organe qui leur permettent de se situer dans l’espace, d’avoir une fonctionnalité qui leur permettrait une plus grande discrétion.

Le projet aura donc pour but de fournir à l’utilisateur une fonction de guidage par la vibration des téléphones, en donnant à l’utilisateur la possibilité de lier deux téléphones par une connexion *BlueTooth* afin que le téléphone principal soit dédié à vibrer quand l’utilisateur doit tourner à gauche, et l’autre à droite, ou inversement.

Il est important de noter que le projet a pour but principal de nous apprendre à travailler en groupe sur un projet assez conséquent. Afin de gérer ce type de projet, une grande rigueur dans l’organisation est de mise.

La première étape était d’abord d’apprivoiser le fonctionnement de l’environnement mobile, de comprendre les concepts de la programmation sur système *Android* et de mettre en place le dépôt SVN du projet sur le serveur *Savane* du *CREMI* afin d’assurer cette rigueur obligatoire pour les projets de cette échelle.

Dans une première partie, nous présenterons le contexte de développement et le cahier des charges du projet, qui comprend l’analyse des besoins, des schémas de scénarios et des diagrammes UML. Dans un deuxième temps, nous détaillerons l’architecture du projet, le lien entre les différents modules du projet et leur évolution. Ensuite, nous entamerons la question des tests, qu’ils soient unitaires ou d’intégration, et nous expliquerons le fonctionnement précis de l’application. Enfin, nous conclurons en détaillant à quel point en est le projet, les améliorations que l’on peut lui apporter et nous dresserons un bilan du cycle de développement que nous avons parcouru.

Chapitre 2

Contexte et présentation du projet

2.1 Contexte et analyse de l'existant

2.1.1 Contexte

Choix des technologies utilisées

Considérant l'émergence du smartphone ces dernières années et la plus grande accessibilité de *Google* comparé à *Apple* quant à ses mobiles et à ses kits de développement, l'application sera développée sur *Android*. Pour la navigation, l'API *Google* étant mise à disposition pour les développeurs et relativement facile à utiliser, elle s'est vite imposée comme choix d'implémentation. Enfin, l'IDE *Android-Studio*,¹ supporté par *Google*, a été choisi pour sa complémentarité avec le kit de développement *Android* et ses nombreuses fonctionnalités.

La société *Google*

Filiale depuis 2005 de la société Alphabet en Californie, elle a été créée en 1998 par Larry Page et Sergueï Brin, les créateurs du moteur de recherche éponyme très connu. Elle est devenue au fil des années une des entreprises les plus importantes du Monde, étant celle la plus chèrement cotée en bourse avec une capitalisation boursière de 550 milliards de dollars. *Google* s'est placé habilement auprès des développeurs par sa contribution à la technologie Open Source, lui permettant non seulement de repérer les talents au cours d'événements tel que le *Google Summer of Code*,² mais aussi de permettre à la communauté de développer en privé des logiciels sur leur plate-forme, et ainsi de contribuer à la vie de *Google*.

Le système d'exploitation *Android*

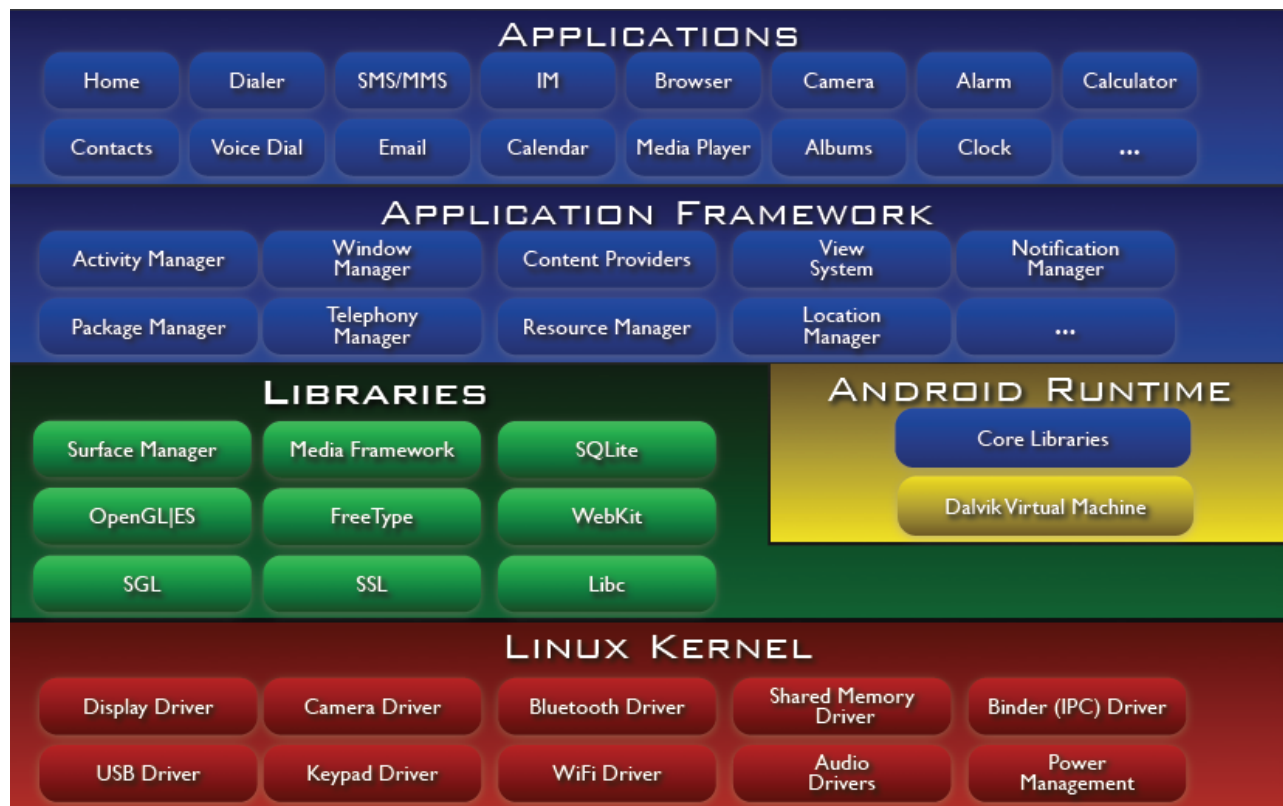
C'est un système d'exploitation mobile basé sur le noyau Linux, distribué en Open Source sous licence Apache[3] profitant des services système de base tels que la sécurité, la gestion mémoire ou la gestion de processus.

Le système est organisé en cinq couches : le noyau Linux, les bibliothèques logicielles (OpenGL, WebGL, SQLite,...), un environnement d'exécutions et bibliothèque pour la plate-forme Java, un kit de développement et enfin les applications standards comme un navigateur web, le carnet d'adresses ou l'application de messagerie et de téléphonie mobile. *Android* bénéficie d'une architecture en couche complète faisant de lui une plateforme riche, dédiée

1. <http://developer.android.com/sdk/index.html>

2. <https://developers.google.com/open-source/gsoc/?csw=1>

aux appareils mobiles. Depuis le 5 Octobre 2015, les téléphones sont maintenant vendues avec la version 6.0.1 d'*Android*, aussi appelée *Marshmallow*.



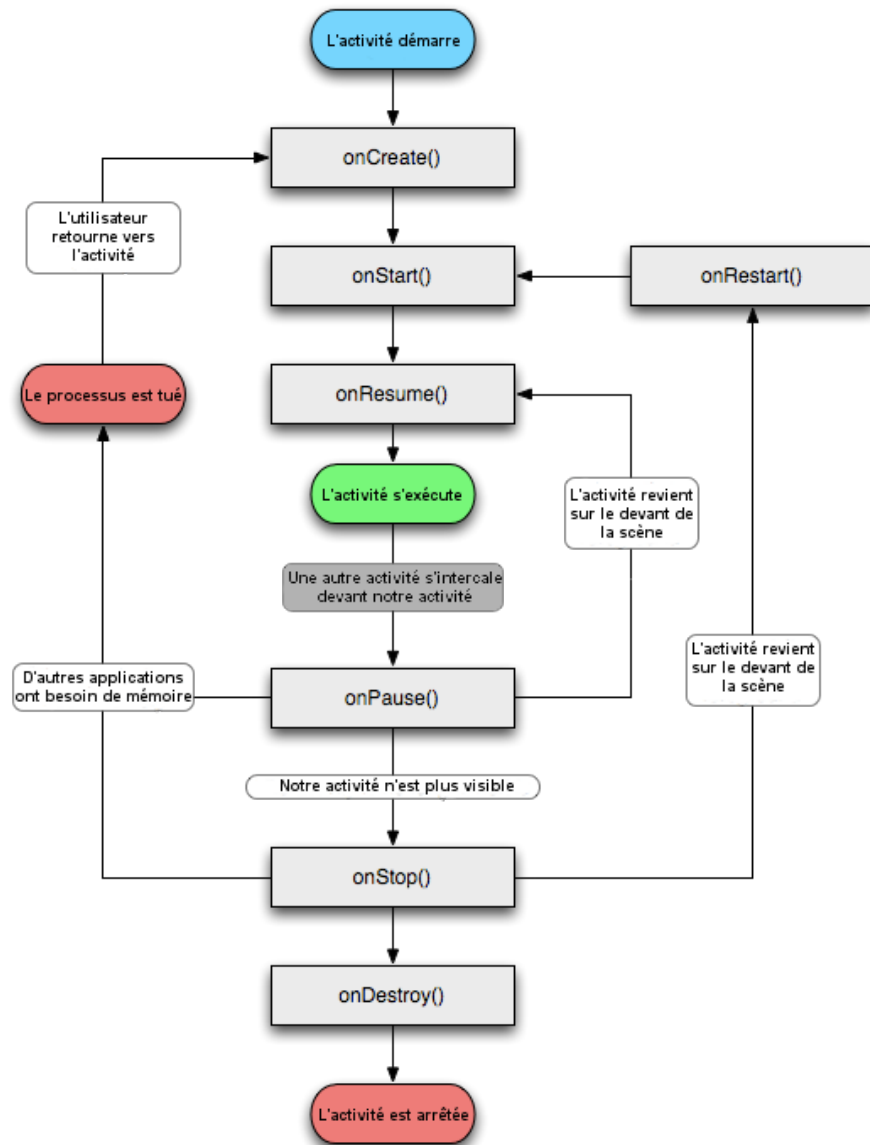
Source : http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2008/android/archi_comp.html

FIGURE 2.1 – Architecture Android

Fonctionnement d'une application

Le développement d'une application *Android* se produit au moyen d'un système de compilation automatique, *Gradle* ou *Maven*, qui permettent d'automatiser l'intégration des dépendances. Le langage Java est utilisé, accompagné de multiples extensions intégrées au SDK *Android*, tel que la gestion des activités, leur contexte et l'interaction avec les composants de l'appareil. Le système *Android* fonctionne avec une pile d'activités. Une activité qui se lance est placée en haut de la pile et peut très bien se faire "empiler" par d'autres activités (venant de la même application ou non). Lorsqu'une activité n'est pas au premier plan, elle est soit en pause, soit arrêtée. Ces activités, qui composent une application, sont composées de vues (éléments graphiques) comportant des widgets (boutons, input, etc). L'agencement des éléments graphiques est effectué grâce à des vues spéciales, appelées layouts.

Fonctionnement d'une activité



Source : <http://developer.android.com/reference/android/app/Activity.html>

FIGURE 2.2 – Cycle de vie d'une activité

Comme représenté sur le schéma, les activités peuvent avoir plusieurs états, et des méthodes de transition sont appelées en entrée et en sortie d'état.

- `onCreate()` : permet d'initialiser l'activité, avec en paramètre un objet "Bundle" qui contient des données que l'on peut lui transmettre lorsque l'activité est interrompue (comme lors de la rotation de l'écran).
- `onStart()` : appelée ensuite pour charger des données.
- `onResume()` : lancée lorsque l'application passe en avant-plan, soit à la première ouverture de l'activité, soit après que la fonction "`onPause()`" l'ait mise en arrière-plan, en prenant soin d'avoir au préalable sauvegardé l'état de l'activité à renvoyer pour "`onResume()`".
- `onPause()` : appelée lorsque l'activité est "doublée" par une autre activité qui s'affiche par-dessus, l'activité reste affichable.

- `onStop()` : intervient lors de la fermeture d'une activité, le processus se met en veille, et il pourra être relancé par la fonction `onRestart()`.
- `onDestroy()` : la mémoire occupée par l'activité est libérée et l'activité est supprimée de la pile d'activités.

Ressources

Les ressources sont gérées sous *Android* au moyen d'un objet de classe "R" qui permet d'accéder aux fichiers contenant lesdites ressources. Elles sont réparties dans différents dossiers au format XML dans le dossier `/res` du projet.

- `res/drawable` : contient des images au format PNG, JPEG ou GIF, ou des fichiers XML contenant des directives pour dessiner des images.
- `res/layout` : contient les fichiers XML décrivant la disposition d'une vue.
- `res/menus` : contient les fichiers XML constituant les menus.
- `res/raw` : contient des données diverses au format brute, comme des musiques ou des fichiers HTML.
- `res/values` : contient diverses ressources telles que des chaînes de caractères, des dimensions, des variables,...

À l'intérieur de ces dossiers, les ressources sont organisées en sous-dossiers représentant ce que l'on appelle des quantificateurs. Ces quantificateurs divisent ou copient une ressource de sorte quel soit adaptable à une langue ou à un appareil donné, compte tenu des informations présentes dans l'appareil. Ainsi, une application utilisée sur un portable français ira chercher ses ressources "values" dans le dossier "values-fr", et sur un portable anglais dans le dossier "values-en". Il existe divers quantificateurs afin de répartir les ressources en fonction de la taille de l'écran, sa résolution, son orientation ou encore la version de l'API.

Les layouts

Les layouts sont les fichiers XML gérant la disposition des éléments graphiques d'une activité. Ces layouts doivent être liés à un objet de classe "Activity" dans la fonction `onCreate()`. Ainsi, cette dernière pourra accéder via l'objet "R" aux composants avec lesquelles l'activité doit interagir.

Le fichier `AndroidManifest.xml`

Ce fichier, présent pour chaque module, détaille l'ensemble des permissions que le module détient, comme le droit à l'accès au géolocaliseur du téléphone, au vibreur, aux données de l'appareil, mais aussi aux services *Google*. Il contient la description des activités que le module utilisera.

Il contient aussi le nom du package du module, la version minimum du kit de développement que le module peut utiliser et les librairies à importer.

2.1.2 Analyse de l'existant

Google ainsi que des développeurs indépendants ont déjà produit des applications pour l'accessibilité des personnes malvoyantes à l'évolution mobile, nous devons donc programmer en gardant cela en tête. Nous vous présentons ici quelques applications que les malvoyants peuvent utiliser sur leur téléphone de base, en essayant d'étudier ce que ces applications pourraient nous apporter ou ceux qu'on pourrait leur apporter.

- **TalkBack** : Application développée par *Google* qui permet à l'utilisateur de se faire décrire l'écran par une voix synthétique. Cette application change le comportement du

téléphone. Par exemple, le fait de cliquer sur une application ou un bouton ne valide pas l'action ciblée, mais sélectionne simplement le widget qui est alors lu par la voix synthétique. Pour valider ce widget ou bouton maintenant sélectionné, l'utilisateur a simplement à cliquer deux fois n'importe où sur l'écran.

Cette application qui est disponible de base sur les téléphones nous apporte un moyen de lire nos boutons aux utilisateurs, nous pouvons utiliser cette application en complément. A terme, la lecture de l'écran par une voix synthétique devrait être intégrée à l'application.

- **Saisie vocale** : Les smartphones récents ont un microphone et une reconnaissance vocale intégrés, l'utilisateur peut donc utiliser ce moyen de saisie s'il le souhaite. Il est disponible via le bouton représentant un microphone dans le clavier virtuelle de l'appareil, ou par voix en prononçant "OK Google". Cette fonctionnalité native nous permet de ne pas avoir à l'implémenter nous-même.
- **Navi'Rando[2]** : Dans le domaine du GPS adaptée aux aveugles, il y a *Navi'Rando*, un GPS pour randonneurs malvoyants. Il guide les utilisateurs par une voix synthétique à travers les bois et les montagnes par des chemins préalablement enregistrés par les développeurs dans l'application. Ce codage des chemins "en dur" dans la base de donnée de l'application leur permet d'avoir des informations très précises à propos des obstacles des parcours, et la voix permet de les avertir de chaque obstacle qu'ils vont traverser, leur indiquer la position horaire de cet obstacle.
Cette application se rapproche du but de notre projet mais *Navi'Rando* n'est pas un GPS discret, il préconise la précision avant la discrétion alors que nous utiliserons les vibreurs dans un souci de discrétion. De plus, nous utiliserons des itinéraires à déterminer en fonction de plusieurs paramètres, ils ne pourront donc pas être aussi précis que ceux de *Navi'Rando*.

2.2 Analyse des besoins de l'application

2.2.1 Besoins fonctionnels

Choix de l'environnement de programmation

Après quelques tests effectués avec *Android Studio* et *Eclipse* (couplé au plug-in texti-tADT - Android Development Tools), les deux semblent convenir pour un bon développement. *Eclipse* est moins lourd à supporter pour certaines machines, mais *Google* ne maintient plus le plug-in sur *Eclipse*[1]. *Android Studio* est donc utilisé. Ce dernier est développé par *Google* basé sur *IntelliJIDEA*, un des premiers environnements pour *Java*. Il contient des fonctionnalités afin de gérer les fichier XML de layout graphiquement et intègre des outils de compilation comme *Gradle* et *Maven*, afin d'automatiser la création d'une application par une liste de dépendances.

Android SDK 4.4 Kit-Kat

L'application sera codée en *Java*, couplé par le XML que nous propose l'architecture d'*Android*. La version 4.4 du kit de développement d'*Android KitKat* sera utilisée, afin que l'application fonctionne sur le plus d'appareils possible. Malgré tout, la version qui sera utilisée pourra en être une autre, mais toujours en préconisant la visibilité de l'application.

Gestionnaire de versions, SVN

Un gestionnaire de versions va être utilisé afin de disposer d'un dépôt sur le serveur du CREMI mise à disposition aux étudiants à l'université de bordeaux. Nous développerons sur une copie de ce dépôt, en local, et nous validerons ces changements que s'ils sont corrects. Le CREMI proposant un serveur SVN, nous utiliserons ce type de gestionnaire qui a l'avantage d'être familier aux étudiants depuis leur entrée dans l'établissement.

Google Maps API

Afin d'utiliser les services de Google, il a du être obligatoire au préalable de se référencer auprès de la société via la console de développeur.³ Nous avons donc précisé quel services nous allons utiliser et la console nous a alors transmis une clé d'authentification que nous devons intégrer dans le manifest de l'application.

Algorithme d'itinéraire L'interface de Google Maps Directions sera testée. Cette dernière renvoie un fichier sous format JSON décrivant une suite de maximum 23 points (limite standard) constituant l'itinéraire calculé. Un fichier JSON est un fichier de structuration de données basé sur la syntaxe JavaScript. Il permet de représenter des informations sous formes d'arbres, comme le fait XML par exemple. Ce fichier, renvoyé par les services de Google, contient tout à tas d'informations décrivant un chemin. Le premier niveau d'informations contient les informations globales tel que la durée totale du trajet, le statut de la requête (le nombre d'itinéraire renvoyé, la validation ou non de la requête,...), les points de la ligne graphique dessinée, les points de cheminement que l'utilisateur veut particulièrement traverser et un ou plusieurs champs route, représentant un chemin. Ce dernier contient un ou plusieurs legs, qui eux correspondent aux chemins entre chaque points de cheminement. Ces legs contiennent un ou plusieurs champs step qui eux représentent les chemins entre chaque mouvement. Ce sont les atomes de ces itinéraires. Ils sont constitués de champs tel que durée estimée, prochaine manœuvre (tourner à gauche par exemple), point de début et d'arrivée et description du step au format HTML. Ces données sont à traité en temps réel afin de se déplacer à travers le fichier JSON en fonction des déplacements de l'utilisateur.

Algorithme de géolocalisation La géolocalisation a quant à elle une limite standard de 10 requêtes par seconde par utilisateur, dans une limite de 2500 par jour. Elle renvoie un objet de classe Location contenant des informations tel que la précision de la réponse, la vitesse de déplacement, la direction (en degré par rapport au Nord), le nom du fournisseur de localisation (par gps, par wifi ou par réseaux mobiles) et bien évidemment la latitude, la longitude et l'altitude du point géographique.

Matériels

Les émulateurs d'appareils Android étant très lent, le client s'engage à fournir des équipements de tests, en l'occurrence des téléphones fonctionnant sous Android, afin de travailler dans les meilleures conditions.

3. <https://developers.google.com/?hl=fr>

Tests avec JUnit4

Afin de réaliser les tests de nos fonctionnalités et de nos codes, Android SDK fournit un module de test se nommant JUnit,⁴ la version 4 sera utilisé pour profiter au mieux du progrès de développement de JUnit.

Tests de régression Tout les tests seront utilisés au long du projet afin de vérifier que les nouvelles fonctionnalités apportées ne dérangent pas le bon fonctionnement des précédentes.

2.2.2 Besoins non-fonctionnels

Nous allons présenter dans cette section les besoins non-fonctionnels de l'application par module. Certains aspects expliqués ne sont pas présents dans la version du rendu final, mais nous en parlerons plus en profondeur de ces points non-présents dans la partie traitant des améliorations possibles.

Module de saisie d'adresse

Ergonomie L'interface se doit d'être la plus ergonomique possible afin de permettre à un utilisateur non-voyant de naviguer dans les menus avec le plus de facilité possible. Dans l'idéal, chaque item du menu devrait faire l'objet d'une activité qui prendrait tout l'écran, il pourra aussi être envisagé de faire dicter par une boîte vocale ce qu'il y a écrit. A chaque changement d'activité, le téléphone vibrera afin de signifier le changement d'activité.

Robustesse et stabilité L'ensemble des activités doit être accessibles à partir des autres activités, un test doit donc être réalisé sur le graphe des activités pour vérifier qu'il est fortement connexe. Pour tester que l'application ne s'éteint pas prématurément à cause d'un bugs, un oracle doit être implémenté. Cet oracle devra aléatoirement se déplaçant dans les activités afin d'augmenter la confiance en la robustesse et la stabilité de l'application.

Module synchronisation

Ergonomie Pour se synchroniser avec un autre appareil, il faut trouver un moyen efficace et simple qui fournit à un aveugle la possibilité de se connecter en Bluetooth sans boîte vocale. Si cela est possible (les possibilités du SDK d'Android sont à vérifier), une liste similaire à la liste des adresses devra être implémentée. Cette liste fera figure de sur-couche de la boîte de dialogue d'Android, permettant à l'utilisateur de choisir avec plus d'ergonomie l'appareil cible. Lorsqu'il aura choisi, l'appareil cible se fera reconnaître de l'utilisateur par une vibration à la demande d'appareillage, de sorte à indiquer à l'utilisateur qu'il doit maintenant appuyer sur l'écran des deux téléphones afin de valider la synchronisation.

Performance Ils doivent pouvoir recevoir des ondes ou les émettre et ce, d'une rapidité convenable pour simuler un temps réel (estimé à moins d'une seconde de latence).

Batterie Lorsque la batterie de l'un des deux téléphones se décharge, l'application ne sera plus en mesure de pouvoir guider l'utilisateur puisque la synchronisation sera arrêtée. La vibration sera utilisée pendant trois secondes sur le téléphone non déchargé pour indiquer à l'utilisateur que la synchronisation s'est arrêtée. L'application relancera automatiquement

4. http://developer.android.com/tools/testing/testing_android.html

une nouvelle tentative de synchronisation. *La recherche des appareils BlueTooth visibles est coûteuse en énergie, elle est à faire le moins possible.*

Sécurité Du point de vue sécurité, l'application serveur doit empêcher l'utilisateur malvoyant de se connecter par mégarde à un appareil tiers. Une confirmation doit donc être envoyée par le client. Également, l'application client ne doit pas laisser un appareil tiers se connecter à lui. Les développeurs ne sont pas responsables des accidents qui surviendraient de l'utilisation de l'application sur des téléphones défectueux ou obsolètes qui créeraient des désynchronisations.

Module de guidage

Performances L'application ne doit pas afficher une localisation qui date de plus d'une seconde en mémoire, afin que le guidage soit le plus fluide possible. Les tests de performances doivent vérifier que, en moins d'une seconde, le téléphone principal reçoit les données de position et les envoie au téléphone secondaire en moins d'une seconde.

Capacité L'application a un besoin constant de connexion internet et d'une bande passante convenable qui satisfait les besoins en performance. Ces contraintes sont les mêmes en ce qui concerne la connexion BlueTooth.

Disponibilité Afin de pouvoir utiliser l'application il est nécessaire d'avoir une connexion internet, elle est utilisable seulement dans un lieu où le téléphone est susceptible de recevoir les données nécessaires au bon fonctionnement de celle-ci. De plus l'application ne marchera uniquement dans les lieux qui sont couverts par l'API cartographique de Google.

Stabilité du code Des tests doivent être fournis qui permettront de certifier la bonne validité du code.

Tester les itinéraires Le module de calcul d'itinéraire doit faire faire l'objet de tests de régression afin de certifier ses résultats.

Tester les fonctions vibreur L'application cliente doit vibrer *si et seulement si* l'application serveur est à une intersection et l'itinéraire (certifié) indique la gauche ou que l'utilisateur est en sens inverse. Les mêmes tests sont requis pour l'application serveur. Quand un mauvais chemin est emprunté, les deux applications vibrent de concert un court temps avant de recalculer un itinéraire.

Problèmes envisagés

Pour le code à établir pour le vibreur, un simple code pour gauche ou droite ne suffira pas, car une intersection peut avoir plus de 4 routes qui s'y rattache. Dans le cadre d'un premier prototype, et par concertation avec le client, cette éventualité sera ignorée afin de permettre en premier lieu un guidage par intersection simple.

L'application utilisant le vibreur constamment, il faut convenir d'un protocole lorsque le téléphone reçoit un appel, un message, une notification. En d'autres termes, il ne faut pas que le code vibreur soit faussé par une autre application. Là aussi, il est demandé par le client que le premier prototype ne s'occupera pas de ces possibles conflits.

Sécurité Pour un fonctionnement optimal de l'application, l'utilisateur doit donc désactiver toute autre application pouvant utiliser le vibreur. Dans le cas contraire, l'utilisateur s'expose à des conflits qui pourrait mener à des mauvaises indications de direction, et il en sera le seul responsable. *A titre informatif : Deux choix de conception sont possibles : imposer un protocole ou en laisser l'utilisateur le choix en proposant dans les paramètres un menu l'invitant à définir le comportement de l'application pour chaque événement.*

2.3 Scénarios et diagrammes

Diagramme d'états

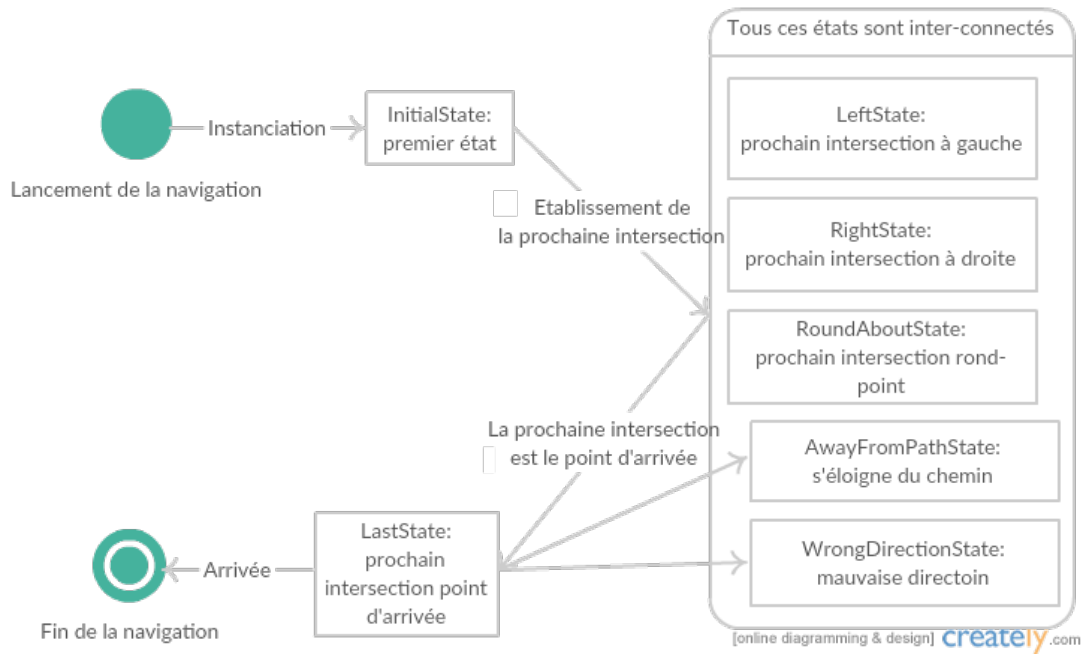


FIGURE 2.3 – Diagramme d'états en navigation

Diagramme de Gant

FIGURE 2.4 – Diagramme de Gant prévisionnel

Semaine	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tâches											
Téléchargement des cartes	X										
Géolocalisation	X	X									
Calcul d'itinéraires		X		X	X	X					
Mise en place de l'interface		X		X	X	X	X	X			
Test de guidage basique			X				X			X	X
Synchronisation Bluetooth				X	X	X					
Mise en place du protocole client/serveur				X	X	X					
Liaison vibreur / application					X	X	X				
Persistance des données								X	X		
Test de guidage avancée								X	X	X	X

FIGURE 2.5 – Diagramme de Gant Réel

Semaine	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tâches											
Module Map											
Téléchargement des cartes	X										
Géolocalisation	X	X									
Requête d'itinéraire		X	X	X	X	X					
Gestion des états de navigation						X	X	X	X		
Gestion des messages vibratoire						X	X	X	X	X	
Module de saisie d'adresse											
Interface graphique	X	X	X								
Utilisation du Geocoder					X	X					
Base de données					X	X	X				
Vérification de la connectivité réseau								X	X	X	
Liaison avec les deux autres modules										X	
Module de synchronisation											
Communication socket		X	X	X	X	X	X	X			
Mise en place du protocole			X				X	X	X	X	
Liaison synchronisation/carte							X	X	X		
Liaison synchronisation/saisie d'adresse								X	X		
Tests											
Test module Map			X	X	X	X	X	X	X	X	
Test module de synchronisation								X	X	X	

La différence de ces tableaux est dans la programmation modulaire établie après le diagramme prévisionnel. Tout les modules ont été développés parallèlement et liés entre eux une fois que les fonctionnalités étaient assez développées pour le permettre, en testant au fur et à mesure.

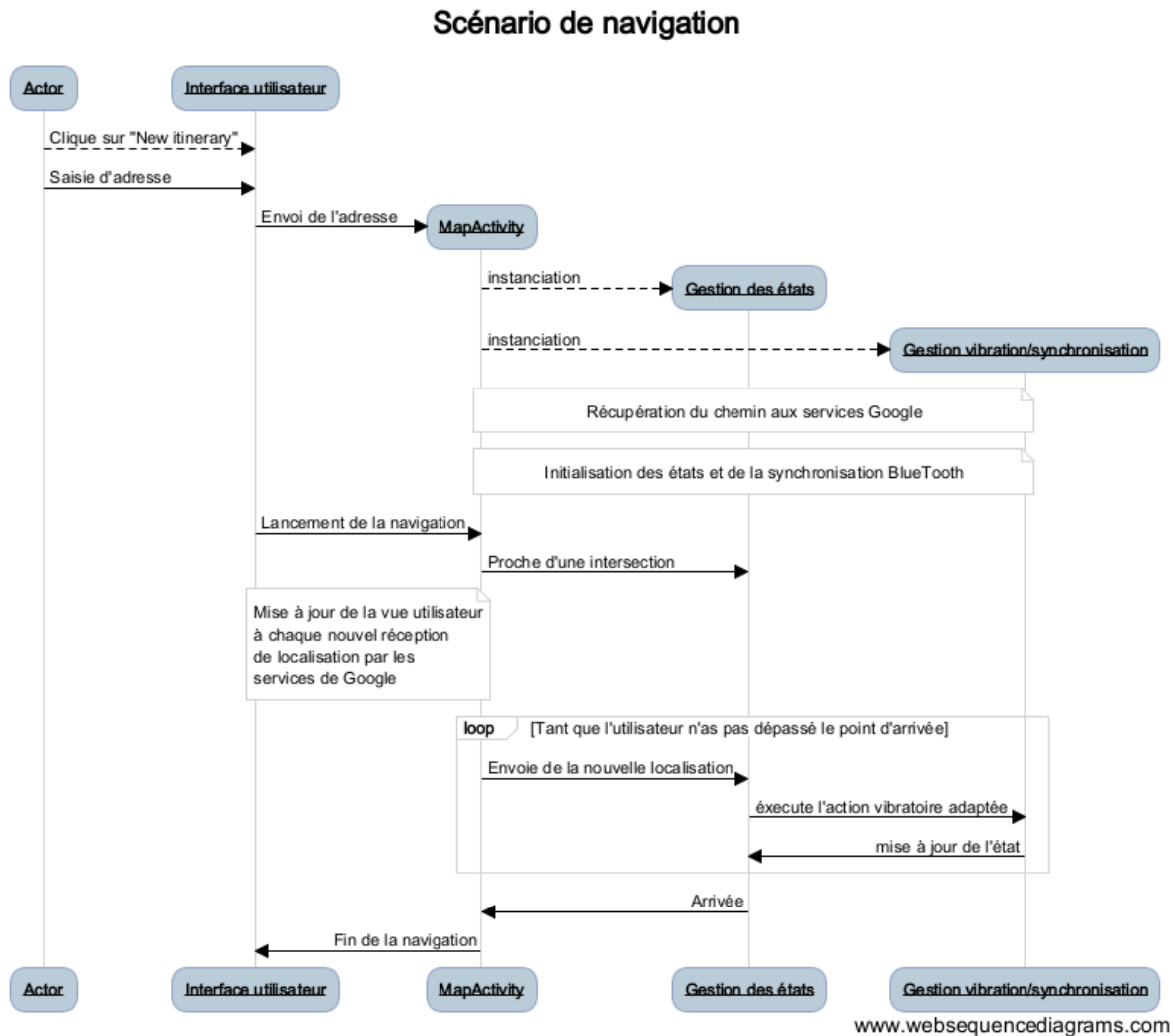
2.3.1 Scénarios possibles

Pour l'utilisation de notre application, plusieurs scénarios sont possibles. Nous allons nous contenter de décrire deux scénarios possibles avec les différentes étapes.

Scénario 1

1. L'utilisateur démarre l'application et choisit le mode "new itinerary"
2. L'utilisateur rentre une adresse correcte et celle-ci est enregistrée dans la base de données.
3. L'utilisateur lance l'itinéraire.
4. Le serveur est lancé en arrière plan et est en attente de connexion entrante.
5. L'itinéraire se dessine sur la carte et la navigation commence.
6. Lorsque l'utilisateur tourne à gauche, deux vibrations sont émises.
7. Lorsque l'utilisateur tourne à droite, une seule vibration est faite.
8. Lorsque l'utilisateur marche tout droit, aucun signallement ne se fait.
9. Lorsque l'utilisateur se trompe dans l'itinéraire, il reçoit plusieurs vibrations pour l'en avertir. S'il persiste dans la mauvaise direction, un nouvel itinéraire est calculé.
10. Enfin, lorsque l'utilisateur arrive à la destination finale, des vibrations différentes lui indiquent.

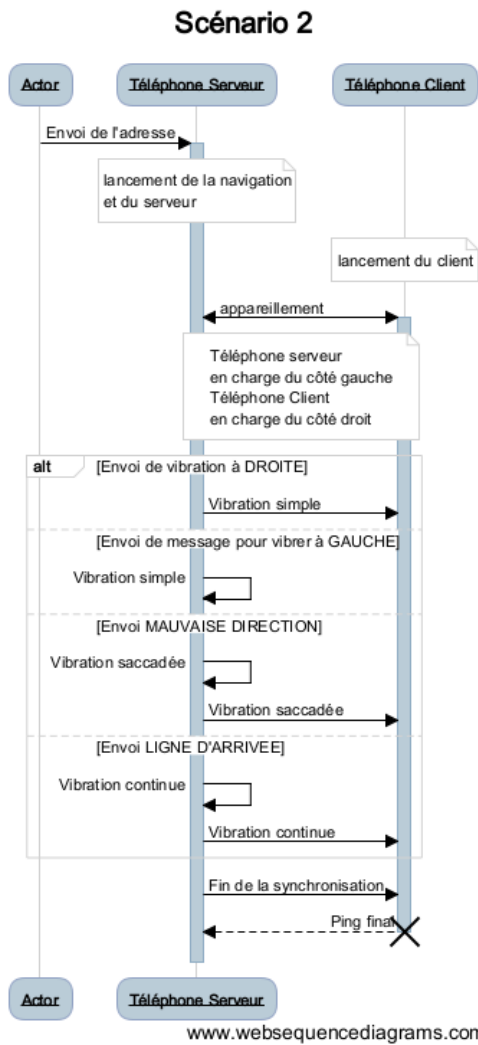
FIGURE 2.6 – Diagramme de séquence 1



Scénario 2

1. L'utilisateur possède deux téléphones.
2. L'utilisateur démarre l'application avec le premier téléphone et suit le scénario 1 jusqu'à à l'étape 5.
3. L'utilisateur démarre l'application avec le deuxième téléphone et choisit le mode "Launch client"
4. Les deux téléphones font une tentative d'appariement qui marche.
5. Sur le premier téléphone, le choix du côté pour le lequel le téléphone qu'il tient en main doit vibrer s'affiche. Sur le deuxième téléphone, un message affiche que la connexion s'est bien passée.
6. Le choix de vibration est fait par l'utilisateur : droite pour le premier téléphone et gauche pour le deuxième.
7. Lorsque l'utilisateur tourne à gauche, le deuxième téléphone vibre.
8. Lorsque l'utilisateur tourne à droite, le premier téléphone vibre.
9. Lorsque l'utilisateur marche tout droit, aucun signalement ne se fait.
10. Lorsque l'utilisateur se trompe dans l'itinéraire, il reçoit plusieurs vibrations pour l'en avertir. S'il persiste dans la mauvaise direction, un nouvel itinéraire est calculé.
11. Enfin, lorsque l'utilisateur arrive à la destination finale, des vibrations différentes lui indique.

FIGURE 2.7 – Diagramme de séquence 2

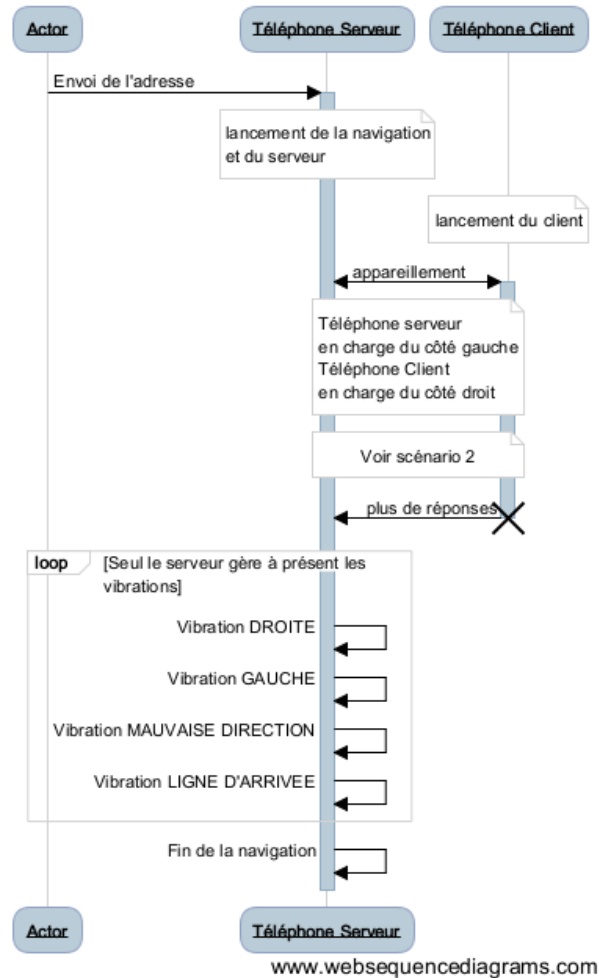


Scénario 3

1. L'utilisateur suit le scénario 2 jusqu'à l'étape 9.
2. La synchronisation s'arrête car le serveur n'est plus connecté au client.
3. Lorsque le serveur le détecte, il se directement en mode solo.
4. Le téléphone serveur continue le scénario 1 à partir de l'étape 6.

FIGURE 2.8 – Diagramme de séquence 3

Scénario 3

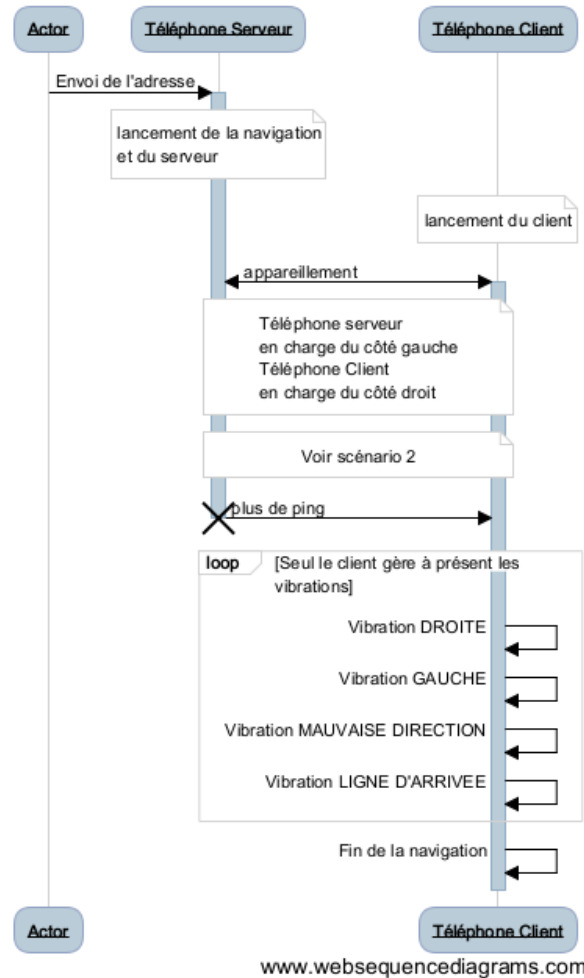


Scénario 4

1. L'utilisateur suit le scénario 2 jusqu'à l'étape 9.
2. La synchronisation s'arrête car le client n'est plus connecté au serveur. Le client n'a pas reçu d'acquittement du *ping*.
3. Lorsque le client le détecte, il utilise l'adresse qu'il a reçu préalablement du serveur pour continuer l'itinéraire en mode solo.

FIGURE 2.9 – Diagramme de séquence 4

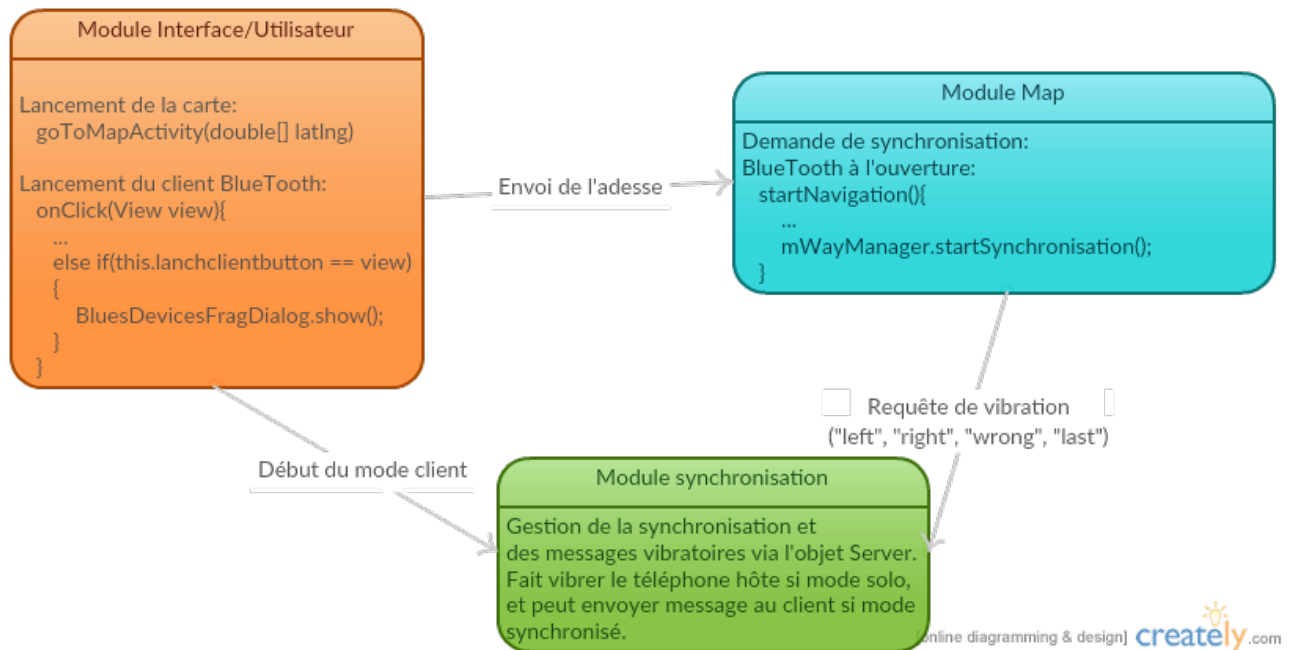
Scénario 4



Chapitre 3

Architecture et description de l'application

3.1 Architecture des modules



Source : <http://www.creately.com>

FIGURE 3.1 – Lien entre les modules

L'application GPS pour les malvoyants est composée de 3 modules : un module "Map" qui manipule les cartes et la navigation, un module "Synchronisation" qui est en charge du protocole de communication *Bluetooth* entre les deux téléphones portables et un module "UI" qui représente l'interface utilisateur (accueil de l'application et saisie d'adresse).

3.1.1 Module de saisie d'adresse

Description générale

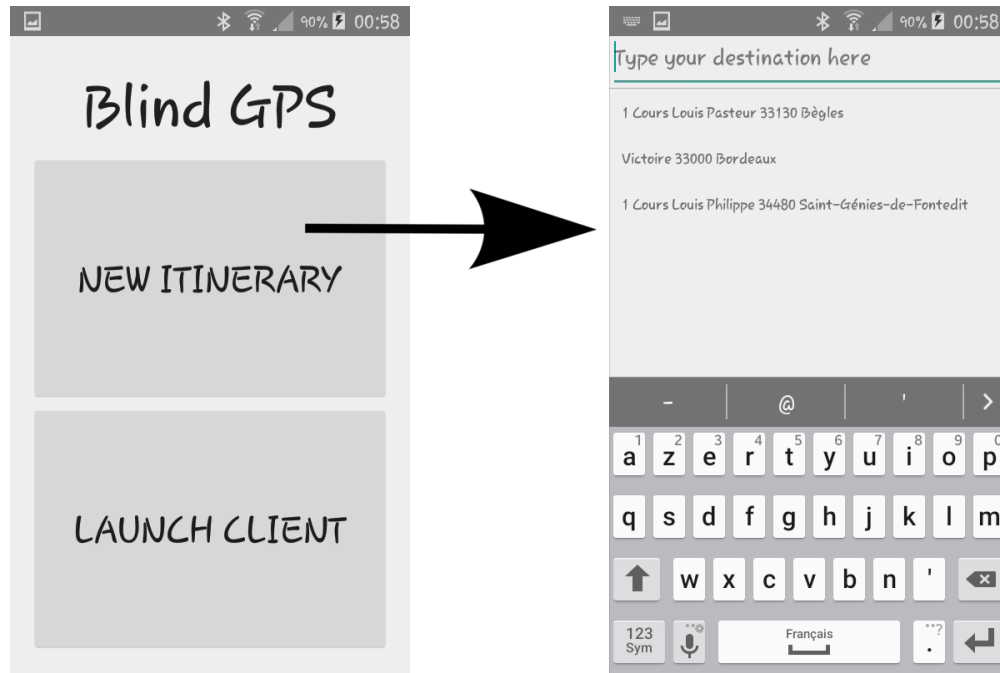


FIGURE 3.2 – Capture d'écran de l'ouverture de l'application vers la saisie d'adresse

Étant donné que l'application est destinée à un malvoyant, l'interface graphique doit être la plus simple et la plus intuitive possible. Elle est organisée en deux activités, une activité d'accueil et une activité permettant la saisie ou la sélection d'une adresse puis la transition vers le module de navigation. L'activité d'accueil est composée d'un titre, soit le nom de l'application et de deux gros boutons. Le premier bouton permet de démarrer un itinéraire, c'est-à-dire de passer à l'activité de saisie d'adresse, le second bouton permet quant à lui le lancement du couplage *BlueTooth* avec le second appareil. La seconde activité, est composée d'une barre de saisie permettant de saisir l'adresse de destination. A cela s'ajoute en dessous, une liste des dernières destinations utilisées, permettant d'éviter une saisie redondante. De plus, lorsque l'utilisateur entre l'adresse de destination souhaitée, une liste de suggestions vient remplacer la liste des entrées récentes et se met à jour au fur et à mesure que la tape au clavier progresse. Enfin, afin de se différencier d'un GPS classique et de s'adapter au problème de vue de l'utilisateur, une saisie vocale est disponible, et lors de la validation de l'adresse cible, cette dernière est répétée par une voix synthétique confirmant l'adresse saisie dans le but de permettre à l'utilisateur de savoir s'il s'est trompé ou non dans l'adresse validée.

Description technique

Lors du lancement de l'application, l'activité "HomeActivity" est affichée (donc ajoutée en haut de la pile des activités). Lorsque l'on clique sur le bouton "New itinerary", la connexion réseau est vérifiée grâce à la fonction "appIsOnline()" qui vérifie le statut de l'interface réseau du téléphone pour savoir si une connexion (*Wifi* ou réseau mobile) est active, et qui effectue ensuite un ping de test vers le serveur "google.com" pour être sûr d'être bien connecté à Internet. Une fois le test réseau passé, l'activité "DestinationSelectionActivity" est lancée (ajouté au-dessus de l'activité précédente dans la pile des activités). Si le test échoue (application non reliée à Internet), un message d'erreur est affiché indiquant la nécessité d'être connecté à

Internet. Pour ce qui est y du clic sur le second bouton, "Launch client", il affiche une boîte de dialogue "BlueDevicesDialogFrag" présente dans le module "Synchronisation" qui permet la sélection de l'appareil *BlueTooth* avec lequel se coupler.

Au lancement de l'activité "DestinationSelectionActivity", un thread est lancé en tâche de fond qui permet d'effectuer des requêtes grâce à l'objet "Geocoder" pour obtenir des suggestions d'adresses. La classe "Geocoder" est une classe native de l'API *Android* permettant la récupération d'adresses postales, et leurs informations associées, dont la longitude et la latitude, utilisées pour la navigation. Ainsi, lorsque l'on soumet une requête à cette tâche de fond grâce à la fonction "submitRequest()", le thread est réveillé et une requête de suggestions est soumise via le "Geocoder". Lors du retour de cette requête, les suggestions sont placées, en attente d'affichage, dans la variable d'instance "suggestionsListDataToDisplay" grâce à la fonction onGeocoderResponse implémentant le pattern Observer.

Diagramme des classes

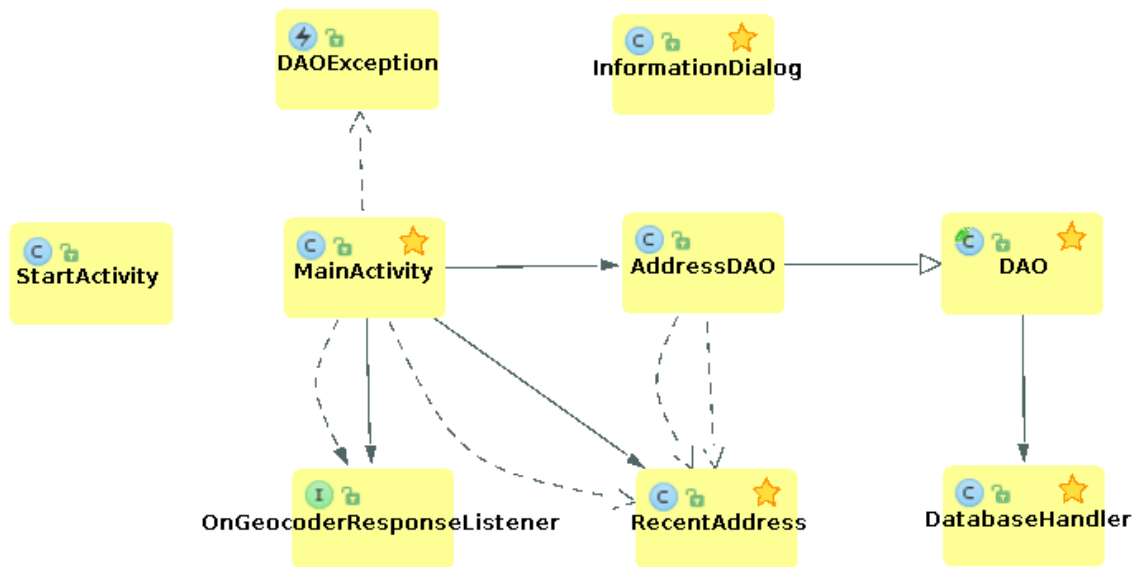


FIGURE 3.3 – Diagramme des classes du module UI.

flèches à pointe pleine : Référence sur, en donnée membre.

flèches à pointe creuse : Étend la classe pointée.

flèches pointillées à pointe creuse : Implémente la classe pointée.

flèches pointillées à pointe pleine : Référence sur, en variable local à une méthode.

3.1.2 Module de gestion de cartes et de navigation

Description générale

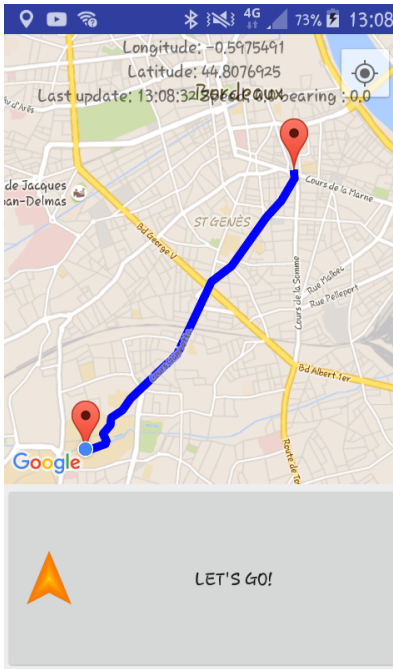


FIGURE 3.4 – Capture d'écran de l'écran de carte

Une fois que l'utilisateur a saisi une adresse, la carte s'affiche et dessine l'itinéraire à partir de la position courante jusqu'à la destination entrée. L'utilisateur a accès à un bouton en haut à droite de l'écran afin de centrer la caméra sur sa position, et un plus gros bouton en bas de l'écran afin de lancer la navigation. Lorsque l'utilisateur clique sur ce bouton, la caméra se place derrière le curseur de position et l'application va maintenant faire vibrer le ou les téléphones.

Quand aucun téléphone n'est connecté à lui, il est en mode solo, c'est-à-dire qu'il vibrera une fois pour aller à droite et deux fois pour aller à gauche lorsqu'il s'approchera d'une intersection. Lorsque un téléphone se connecte (Voir section 3.1.1), la navigation passe en mode synchronisation, c'est-à-dire que l'utilisateur va pouvoir choisir, au moyen d'une boîte de dialogue, quel téléphone sera délégué de vibrer à droite.

Dans les deux modes, d'autres messages vibratoires lui seront envoyés. Quand l'utilisateur est sur le bon trajet mais qu'il avance dans le sens inverse, des vibrations saccadées lui indiqueront à intervalles réguliers jusqu'à ce qu'il fasse demi-tour. Quand il s'éloigne du chemin, des vibrations saccadées sont aussi transmises mais, à la différence de quand il va simplement dans le mauvais sens, l'application recalculer un nouvel itinéraire quand il sera trop éloigné. Enfin, une vibration continue lui indiquera quand il sera prêt ou sur le point d'arrivée.

Description technique

Nous allons présenter les différentes classes les plus importantes au fonctionnement de ce module, en passant par l'activité qui contient tout jusqu'au classes gérant les différents états.

```
public class MapActivity extends FragmentActivity
```

`implements OnMapReadyCallback, GoogleApiClient.ConnectionCallbacks,
GoogleApiClient.OnConnectionFailedListener, LocationListener`

Cette classe contient la seule activité du module et implémente les différentes interfaces afin de communiquer avec les services *Google*. En instanciant un objet de classe `GoogleApiClient`, qui est le point d'entrée aux services, elle récupère la carte du monde, contient des fonctions de call-backs de connections afin de traiter une éventuelle perte de signal et contient les méthodes pour récupérer la position courante. Des fonctions de requêtes d'activation de connexion internet lui sont aussi délégué afin de demander à l'utilisateur d'activer sa connexion si celle-ci n'est pas active.

`public class WayManager extends AsyncTask<Void,Void,Void> implements Parcelable,
StateChangeableVibrator`

Cette classe, contenue par `MapActivity`, est en charge des comportement de l'application lorsque l'utilisateur est en navigation. Elle est instancié dès que `MapActivity` est connecté, par la fonction `onConnected()` de l'interface `ConnectionCallBacks`. Elle étend la classe `AsyncTask<Params, Progress, Result>` qui est une classe permettant de lancer des actions généralement longue en tâche de fond à l'appel de la méthode `execute()` par trois méthodes à redéfinir :

- `onPreExecute()` : méthode appelée sur le thread courant avant que la tâche soit exécutée. Elle est en général utilisée pour instancier les données utiles au bon déroulement de la tâche.
- `doInBackground(Params...)` : méthode qui lance un nouveau thread dès que `onPreExecute()` est terminée et qui exécute son implémentation en tâche de fond.
- `onPostExecute(Result...)` : méthode directement appelée sur le thread appelant à la fin de la tâche de `doInBackground()`.

`WayManager` est la classe qui envoie une requête HTML aux services Google afin de demander le meilleur itinéraire, et ceci est une action potentiellement très longue. C'est pourquoi il a été choisi de lancer une fenêtre modale dans `onPreExecute()` et de bloquer l'application jusqu'à ce que `doInBackground()` ait fini de récupérer le fichier JSON qui décrit l'itinéraire, et que `onPostExecute` ferme la fenêtre modale.

Cette aussi la classe qui dessine sur la carte l'itinéraire, qui gère les mouvements de caméra et qui gère le lien avec le module de synchronisation. Pour ce dernier point, elle contient des méthodes pour commencer la synchronisation et la terminer, mais aussi des méthodes d'envoi de méthode de messages aux modules. Elle enverra par exemple au module synchronisation l'information "gauche" pour indiquer qu'il doit faire vibrer pour tourner à gauche, selon le mode (sol ou synchronisé) que `WayManager` n'as pas besoin de connaître.

Elle possède une méthode `event(Location location,boolean onWay)` qui est appelée à chaque fois que la localisation change par `MapActivity` et qui est en charge de mettre à jour les objets d'états que nous décrirons plus loin.

`public class JsonParserUtility implements Parcelable`

Cette classe est celle qui récupère l'itinéraire sous format JSON et est apte à le traiter. Elle est codé à l'aide de l'objet `JSONParser` fournis par le kit de développement Android. En réalité, c'est les actions de cette classe qui sont exécutées dans l'action en tâche de fond de `WayManager`. Elle récupère le fichier, vérifie son intégrité et permet d'accéder aux champs par des méthodes qui simplifie sa lecture.

Gestion des états Pendant la navigation, l'application doit pouvoir gérer plusieurs états à savoir : quand l'utilisateur doit tourner à gauche à la prochaine intersection, à droite, quand il est dans le mauvais sens, quand il s'éloigne de la route, quand il s'approche d'un rond-point et quand il s'approche de la ligne d'arrivée. Dans un souci de maintenabilité et de bonne lecture du code, le patron de conception Etat paraît tout adaptée à la situation. Une classe abstraite a été implémentée :

```
public abstract class StateDirectionsHandler implements Parcelable
```

C'est dans cette classe que l'essentiel des points algorithmiques de navigation sont implémentés.

Pour une première approche, nous avons développé une fonction permettant de trouver l'angle entre le point courant, la prochaine intersection et celle d'après, en utilisant la loi des cosinus. Un angle entre 0 et 120 degrés (valeurs définies statiquement dans cette classe) indiquera que l'utilisateur doit tourner à gauche dans 5 mètres (valeur également définir en tant que constante). Mais, le fichier JSON nous donnant une liste des manœuvres pour chaque points, il nous a paru judicieux de changer d'implémentation et de simplement lire le fichier pour trouver quel est le prochain état. La fonction qui utilisait la loi des cosinus, initialement appelée `findNextState(LatLng location)`, est finalement renommée `RoundAboutExit(LatLng location)` car elle servira au passage des rond-points. En effet, ceux-ci sont simplement notés dans le fichier JSON "roundabout-right" avec seulement le numéro de la sortie (3th, 1st,...) sans localisation, nous allons donc avoir besoin de cette fonction pour déterminer quand l'utilisateur approche de la sortie.

Elle contient aussi des fonctions permettant de traiter les données de localisation pour déterminer si l'utilisateur est dans la mauvaise direction et pour récupérer les points de la ligne dessinée que l'utilisateur doit suivre.

Diagramme des classes

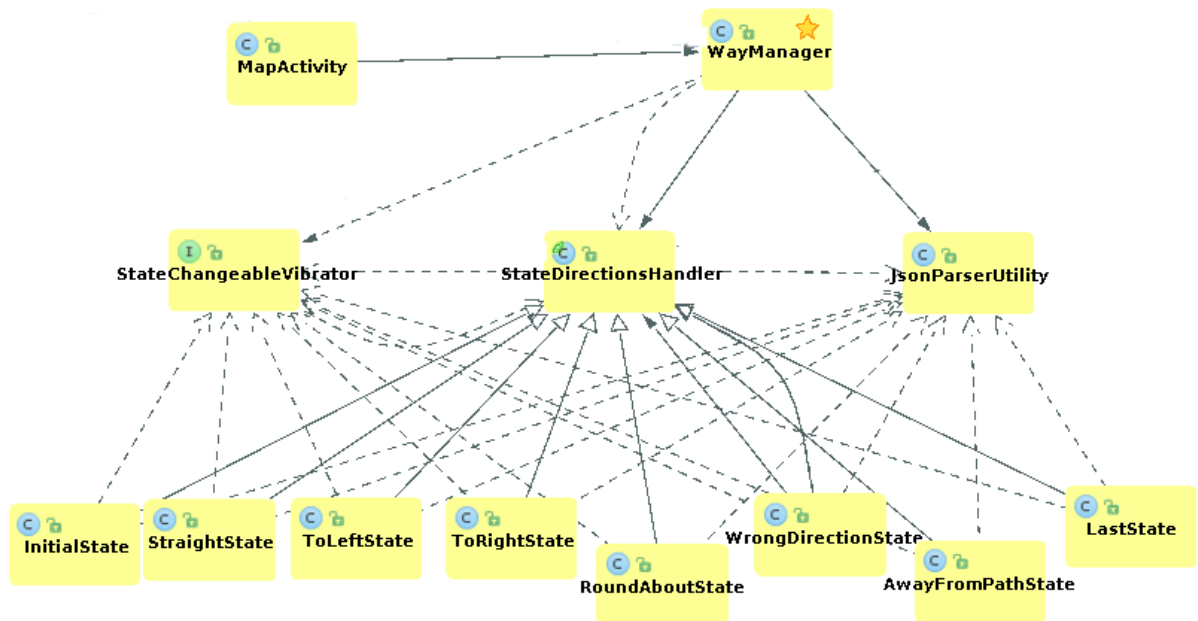


FIGURE 3.5 – Diagramme des classes du module Map.

flèches à pointe pleine : Référence sur, en donnée membre.

flèches à pointe creuse : Étend la classe pointée.

flèches pointillées à pointe creuse : Implémente la classe pointée.

flèches pointillées à pointe pleine : Référence sur, en variable local à une méthode.

3.1.3 Module de synchronisation Bluetooth

Diagramme des classes

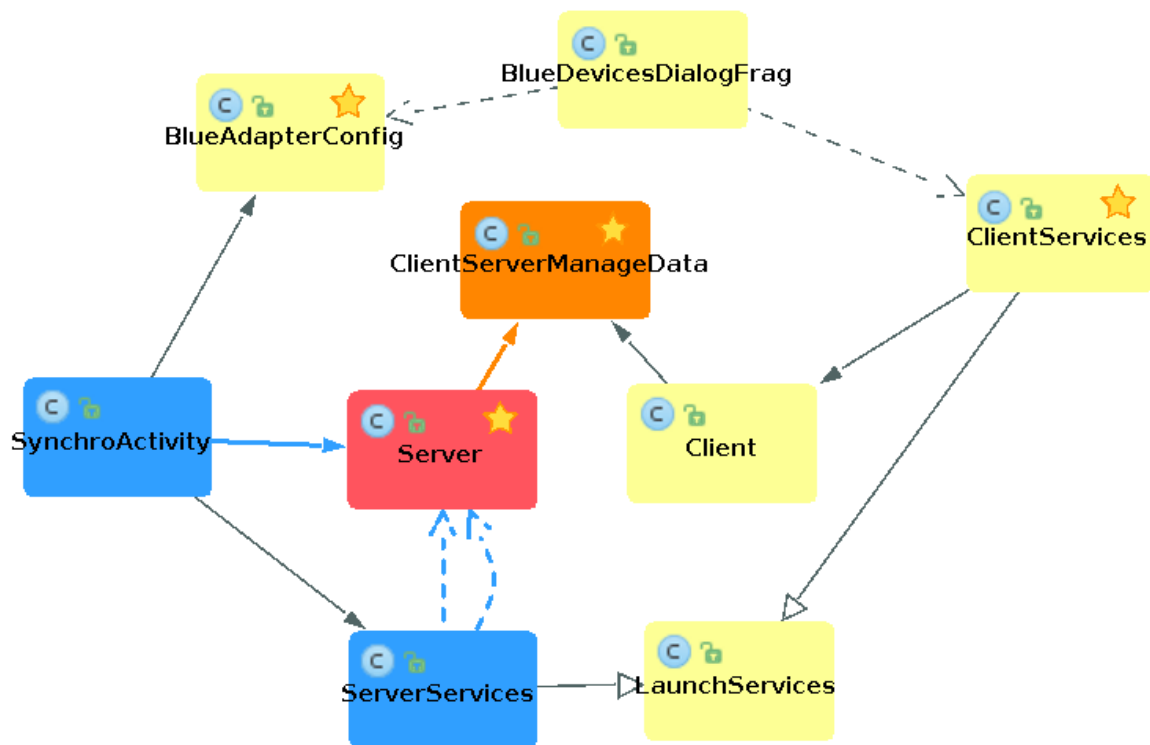


FIGURE 3.6 – Diagrammes de classes du modules Synchronisation.

flèches à pointe pleine : Référence sur, en donnée membre.

flèches à pointe creuse : Étend la classe pointée.

flèches pointillées : Référence sur, en variable local à une méthode.

Architecture Client/Serveur

L'application GPS pour les malvoyants utilise une architecture Client/Serveur. Deux téléphones sont nécessaires pour cela. L'un servira de serveur et le deuxième téléphone sera le client.

Le téléphone serveur sera celui qui affichera la carte, l'itinéraire et la position de l'utilisateur sur la carte. Il est sensé vibrer pour le coté qui lui aura été choisi par l'utilisateur. De base le téléphone serveur vibre pour le coté droit.

Le téléphone client ne fait qu'exécuter ce que le téléphone serveur lui demandera. Il est sensé se connecter au téléphone serveur via la boîte de dialogue qui affichera un ensemble de serveurs éventuels. Ce téléphone vibre pour le coté gauche mais l'utilisateur pourra éventuellement le modifier.

Protocole de communication

Le premier téléphone qui se connecte à l'application choisit l'option de démarrer l'application dans le mode "solo", c'est à dire sans synchronisation. Ce mode permettrait d'utiliser l'application sans faire appel à un autre téléphone. Dans ce cas, nous utilisons le protocole avec les vibrations mentionné ci-dessus dans la partie des besoins (cf besoins).

Lorsqu'un deuxième téléphone est amené à être utilisé, le deuxième téléphone devra se mettre en mode synchronisation. En sélectionnant ce mode, une boîte de dialogue proposant un ensemble de téléphones auxquels le deuxième téléphone pourra se connecter. Dès lors que les téléphones essaient se connecter pour la première fois, une boîte de dialogue s'affiche sur les deux téléphones et demandent ainsi l'appareillement. Si l'appareillement a déjà eu lieu une première fois, les fois suivantes, cette boîte de dialogue de demande d'appareillement ne s'affichera plus tant qu'ils restent dans la liste des téléphones appariés de l'un que de l'autre.

En cas de déconnexion lors d'une synchronisation, le téléphone délaissé, se mettra directement en mode "solo".

Fiabilité du protocole

La connexion entre deux téléphones utilisant l'application est entièrement sécurisée. En effet, l'utilisation d'un identifiant unique de connexion (UUID) garantit une connexion qu'entre les téléphones ayant cet identifiant. C'est grâce à cette clé (UUID) que les deux téléphones s'assurent qu'ils se sont connectés dans le cadre de l'utilisation du GPS. Par cette méthode, seuls les téléphones ayant installés l'application pourront se connectés entre eux pour faire usage de l'application.

Le téléphone serveur est apte à détecter une déconnexion du téléphone client qui lui envoie un ping chaque 5 secondes. Lorsque le téléphone serveur ne reçoit plus de ping, il se mettra directement en mode solo car la synchronisation n'est plus établie. Elle pourra être relancer par l'utilisateur si il est à l'origine de cette interruption.

Lorsque le téléphone client détecte l'absence de connexion avec le téléphone serveur car ce dernier ne lui a pas envoyé de ping d'acquiescement, il se lance en mode solo avec les informations que le téléphone serveur lui aurait communiqué.

3.1.4 Composition du module

Le module synchronisation gère le cas de l'utilisation de deux téléphones. Il est composé principalement des classes suivantes :

- `public class BlueAdapterConfig implements Parcelable`

C'est cette classe qui initialise l'adaptateur bluetooth, l'ensemble des appareils auxquels il peut s'apparier et met en place un ensemble de fonctions comme celle de l'activation du bluetooth avec *enableVisibility* ou encore celle de recherche des appareils bluetooth environnants avec *find*.

- `public class BlueDevicesDialogFrag extends DialogFragment`

La classe BlueDevicesDialogFrag intervient principalement lorsque on lance le mode synchronisation. Une boîte de Dialogue avec l'ensemble des bluetooth visibles. L'élément sur lequel on clique, le *client* est créé et la tentative de connexion commence. Une fois le client connecté, un *toast* s'affiche pour indiquer au client que la connexion s'est bien établie.

- `public class Client extends Thread`

Cette classe fait principalement la création d'un nouveau client c'est à dire un appareil qui tente de se connecter à un autre. Le client envoie chaque 5 secondes un ping au serveur pour que le serveur sache qu'il est toujours connecté ou le contraire.

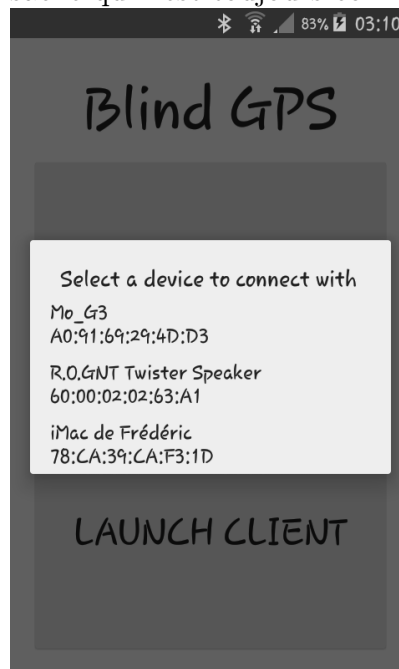


FIGURE 3.7 – Capture d'écran de lancement du client

- `public class Server extends Thread implements Parcelable`

Dans cette classe, il est question de la création du serveur, ce qui représente l'appareil auquel on se connecte. Le serveur accepte la connexion d'un client et lui envoie des messages à travers la *bluetooth socket*. Une fois la connexion acceptée, le téléphone

serveur se voit proposé de choisir s'il veut vibrer pour la gauche ou pour la droite.

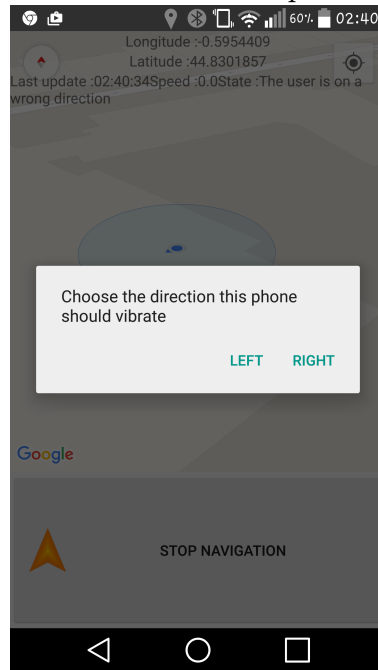


FIGURE 3.8 – Capture d'écran de lancement du serveur

Après le choix de l'utilisateur, un booléen est mis à jour afin de faire le traitement des messages échangés avec la fonction `writeblue`

```
public void writeBlue(String bytes) {
    if (blueSocket!=null && blueSocket.isConnected()) {
        if((bytes.equals("right") && posRight==true)
        || (bytes.equals("left") && posRight==false))
            vibrator.vibrate(1000);
    }
    [...]
}
```

— `public class ClientServerManageData extends Thread`

Dans cette classe, ce sont les traitements des échanges de données entre le client et le Serveur qui se font. Toute donnée entrante ou sortante d'une socket se fait par cette classe. Dans cette classe on détecte aussi la déconnexion d'un client ou d'un serveur grace aux pings ou aux acquittements dans la méthode `run`.

```
[...]
while (blueInStream.available() < 1) {
    fin = System.currentTimeMillis();
    timePing = fin - debut;
    if (timePing > 9000) {
        blueInStream.close();
        blueOutputStream.close();
        blueSocket.close();
    }
}
[...]
```

Grâce à ce code il est possible de faire en sorte que le client se mette en mode solo car il n'est plus connecté au serveur.

Chapitre 4

Tests et fonctionnement de l'application

4.1 Tests unitaires

Afin de rendre nos modules sûrs et prêts à l'intégration, nous avons décidés de créer des tests sur la majorité de nos méthodes (Certaines méthodes nécessitant des fonctions propres aux smartphones sous Android, nous n'avons donc pas pu les vérifier en effectuant des tests unitaires). Le principal intérêt est de s'assurer que le code répond toujours aux besoins même après d'éventuelles modifications pour tester si il n'y a pas eu de régression sur le fonctionnement des méthodes. Pour ce faire, nous utilisons un outil intégré à Android Studio, qui s'appelle JUnit. C'est un framework spécialisé dans le développement des tests unitaires reposant sur des assertions qui testent les résultats attendus. Nous usons aussi d'un outil permettant d'aller plus loin dans nos tests, cet outil est Mockito. Mais l'utilisation de ce dernier est relativement compliquée et limitée dans un environnement Android.

4.1.1 Utilisation de JUnit

JUnit s'est avéré être un bon outil dans la mise en place de tests unitaires simple, malgré un début un peu difficile pour comprendre toutes les subtilités nous sommes arrivés à bien manipuler cet outil. Tout d'abord, nous avons décidé de mettre comme convention un nom de classe de ce modèle : "[nom de la classe à tester]Test" et pour les méthodes testées les noms seront de ce modèle : "test[nom de la méthode à tester]". Sur les classes de test, certaines annotations propres à JUnit doivent ou peuvent être utilisées dont les plus importantes sont :

- "@BeforeClass" : Qui doit se mettre avant une méthode dans la classe de test afin qu'elle soit appelée une fois et au début de l'exécution des tests. On s'en sert pour instancier ou initialiser certaines variables.
- "@AfterClass" : Cette annotation permet à une méthode de la classe de test de n'être appelée qu'une fois et en fin d'exécution des tests. Nous nous en servons pour flush des buffers et fermer des fichiers.

- "@Before" : Permet, devant une méthode, que celle-ci soit appelée systématiquement avant chaque appel d'une méthode de test. Nous utilisons cette annotation afin d'instancier des objets pour créer le contexte de chaque test. JUnit a un comportement que l'on a du mal à comprendre, on a besoin, parfois, de ré-instancier avant chaque appels car ils sont détruits entre chaque test.
- "@After" : Elle permet à l'utilisateur d'appeler une méthode à chaque fin d'appel à une méthode de test.
- "@Test" : Et enfin la dernière annotation, la plus importante, permet, mise devant une méthode, de la définir comme une méthode de test.

Remarque : Avec JUnit les méthodes de tests sont appelées dans l'ordre alphabétique et non pas ordre d'apparition dans la classe. De plus toutes les méthodes dans la classe de test précédées d'une annotation doivent être en visibilité public.

JUnit permet à l'utilisateur d'utiliser tout un panel de test d'assertion très utile nous permettant de vérifier une simple égalité d'un entier à un autre, à l'égalité entre deux tableaux en un appel.

4.1.2 Utilisation de Mockito

Dans l'établissement de test unitaire, nous avons été obligé dans certains cas de simuler et d'espionner le comportement de certains objets, pour cela nous nous sommes tourné vers Mockito. Comme dit précédemment, Mockito est un framework "open source" permettant de "mock" des objets et aussi d'espionner des objets. Le fait de "mock" des objets consiste à tester le comportement d'autres objets, réels, mais liés à un objet inaccessible ou non implémenté. C'est surtout pour le premier cas ("objet inaccessible") que nous utilisons Mockito car il est impossible de créer un test pour une méthode utilisant des "BluetoothSocket" propres aux téléphones.

La syntaxe correct pour "mock" un objet est par exemple :

```
User user = Mockito.mock(User.class);
```

Si l'objet doit éventuellement se voir appelé une de ses méthodes qui interagies avec une de ses données membres et afin d'éviter une "NullPointerException" ou une valeur nulle gênante, on doit indiquer le comportement de l'objet "mocké" afin qu'il retourne une valeur statique, bien sûr nous pouvons annuler la spécification du comportement. Pour faire ceci, il suffit d'écrire :

```
Mockito.when(user.getLogin()).thenReturn("login");
```

pour affecter le comportement et :

```
Mockito.when(user.getLogin()).thenCallRealMethod();
```

pour remettre le comportement par défaut.

Avec Mockito il est aussi possible d'espionner un objet afin de pouvoir modifier son comportement exactement comme un objet "mocké", cette outil permet de vérifier des invocations de méthodes et aussi d'en ignorer le comportement. Nous n'avons pas eu de cas où l'utiliser. Et enfin, Mockito possède aussi une fonctionnalité permettant la vérification d'appels de méthodes selon plusieurs paramètres. On peut vérifier si une méthode d'un objet à été appelé avec un paramètre précis :

```
Mockito.verify(obj).m("test");
```

On peut également vérifier si une méthode d'un objet obj a été appelée sur un objet obj1 :

```
Mockito.verify(obj).m1(Mockito.refEq(obj2));
```

On peut vérifier qu'au contraire une méthode d'un objet obj n'a jamais été appelée (on doit mettre le paramètre de la méthode lors de la vérification) :

```
Mockito.verify(obj, Mockito.never()).m();
```

Et enfin trois fonctionnalités qui découlent des précédentes, à savoir vérifier que la méthode d'un objet à été appelée exactement 3 fois (pour ces trois vérifications il est aussi nécessaire de mettre un paramètre si la méthode en nécessite lors de la vérification) :

```
Mockito.verify(obj, Mockito.times(3)).m();
```

Que la méthode a été appelée au moins 3 fois :

```
Mockito.verify(obj, Mockito.atLeast(3)).m();
```

Et que la méthode a été appelée au plus 3 fois :

```
Mockito.verify(obj, Mockito.atMost(3)).m();
```

Remarque : Nous avons remarqué que Mockito ne peux pas mocker une classe finale, ni une méthode static ou private.

Nous utilisons la partie vérification de Mockito afin de tester notre protocole de synchronisation, en vérifiant les appels des fonctions dans toutes les situations possibles.

4.1.3 La classe TestLog

Afin de rendre nos tests plus visible nous avons décidé de créer une classe qui écrit dans un fichier de type : [classe de test]Logs. On relève le temps que met chaque test à s'exécuter, on ne test pas le temps sur des tests utilisant des threads car cela ne sera pas représentatif. Comme dit précédemment, on a eu des problèmes entre chaque test car certains objets ou dans notre cas des objets gérant des flux, les objets se retrouvent soit détruits ou les flux dans les objets se retrouvent fermés. Donc pour éviter ce problème, nous avons décidé d'utiliser le pattern singleton sur la classe TestLog afin d'éviter de recréer le même objet à chaque fois et de rouvrir les flux. Si un des tests échoue, l'exception levée sera alors indiquée dans le fichier et passe au test suivant.

4.1.4 Test du module map

Certaines classes n'ont pas pu être testées car par exemple si on prend les classes Activity, elles ne peuvent pas être simulée en test unitaire autre que sur Android (et encore), et si on prend la classe JsonParserUtility, nous avons besoin de récupérer un fichier à partir d'un objet "URLConnection" mais il nous est impossible d'instancier cet objet ni de mocker l'objet en contrôlant le comportement de la méthode qui nous intéresse.

Test de WayManager(WayManagerTest)

Tout d'abord, afin de tester de manière optimal les méthodes, nous utilisons des valeurs aléatoires car c'est le meilleur moyen de la tester sur tout son ensemble de définition. Une classe a été prévue à cet effet qui contient une unique méthode statique renvoyant un entier aléatoire entre un entier min et un entier max (cf : RandomNumber).

decodePoly :

```
static public List<LatLng> decodePoly(String encoded);
```

Afin de bien tester cette méthode nous avons choisis tout d'abord de tester les valeurs "critiques" qui normalement peuvent-être un problème pour la méthode. Si ces tests passent, nous essayons alors de stresser la méthode en lui passant en paramètre une String de type "polyline" contenant 100000 objets "LatLng" encodés (Le nombre d'objets correspond au nombre de test effectué sur chaque méthode, la valeur est stockée dans une variable globale à la classe test, et peut être modifiée à tout moment).

La String est générée par la méthode initTestPolyLine, une polyline encode une liste d'objet LatLng.

```
public String initTestPolyLine(List<LatLng> expectedList)
```

Généralement, une polyline commence par une suite de caractères généralement de taille 10 représentant la latitude et la longitude de départ, puis tout les caractères qui suivent sont des opérations sur la latitude et la longitude de l'objet précédemment décodé. Chaque opération fait 8 caractères, 4 pour la latitude et 4 pour la longitude. Il faut faire attention à ne pas dépasser les valeur min et max d'un objet LatLng à savoir [-90,90] pour la latitude et [-180,180] pour la longitude, tout en créant en parallèle une liste d'objet LatLng témoin.

Une fois créés on fait appel donc à la méthode à tester, `decodePoly`, en passant en paramètre la String à décoder, et ensuite on a recours à une méthode disponible avec les assertions de JUnit :

```
assertArrayEquals(expectedList.toArray(),listTest.toArray());
```

comparant ainsi le contenu des deux tableaux qui seront testés élément par élément. Si la méthode `decodePoly` marche convenablement l'exception ne sera pas levée.

getAngleFromNorth :

```
public float getAngleFromNorth(LatLng origin,LatLng to)
```

Cette fonction calcule l'angle formé par la droite comportant les deux points passé en paramètre et l'axe du nord. Comme précédemment afin de tester le bon comportement de cette méthode, on utilise les valeurs critiques de l'ensemble de définition des objets LatLng. Si tout ces tests passent, nous avons alors recours aux valeurs aléatoires. Pour cela, nous testons sur plus de Nbttest combinaisons de couple d'objets LatLng initialisés aléatoirement et nous testons sur la valeur retournée est acceptable :

```
assertEquals(180, resultTest, 180.0);
```

On ne peut pas avoir de meilleure vérification que savoir qu'il est compris entre 0 et 360 (valeur d'un angle en degré) car cela reviendrait à recalculer l'angle avec le même code.

intersectLocationToPath :

```
public Point intersectLocationToPath(Point location)
```

Cette fonction fait une projection du point "location" sur une droite passant par deux points fixés. L'un de ces points correspond au point que l'utilisateur vient de passer et l'autre le prochain qu'il devra dépasser. Au final, cette fonction renvoie une nouvelle position correspondant à l'image du point "location" sur le segment constitué du point de contrôle que l'utilisateur vient de passer et du point de contrôle suivant. Pour cela, nous avons testé l'unique cas où les deux points qui créons la droite sont confondus, c'est un cas critique qui "normalement" ne devrait jamais arriver, mais cela ne nous gêne pas car le résultat est correct.

La vérification des résultats se fait par le biais de la classe PolyUtil, avec sa méthode :

```
PolyUtil.isLocationOnPath(location, stateH.getPoints() , true, 0.0)
```

qui vérifie si le point "location" est sur le chemin défini par les points dans stateH.getPoints(). Comme tout les tests précédents, on effectue NbTest fois le test précédent en prenant comme location un objet Point construit aléatoirement et une liste comprenant deux objet LatLng eux aussi instanciés aléatoirement. Puis on appelle la méthode, on récupère la nouvelle position du point "location" et enfin nous vérifions qu'il est bien sur le chemin formé par les points de la liste.

Test de StateDirectionsHandler(StateDirectionHandlerTest)

Cette classe est abstraite, et est étendue par toutes les classes de type State. Elle possède une méthode qui n'est pas abstraite et qui peut être tester.

roundAboutExit :

```
protected boolean RoundAboutExit(LatLng location)
```

Cette méthode nous a posé beaucoup de problèmes à tester, mais nous allons développer tout cela plus tard. Tout d'abord cette méthode utilise les deux prochains points par lesquels l'utilisateur va devoir passer et la position de l'utilisateur. Posons A la position de l'utilisateur, B la position du prochain point que l'utilisateur devra traversé, et C la position du point suivant à B, cette méthode va calculer l'angle \widehat{ABC} . Si l'angle est entre 0 et 120 alors il est considéré comme un angle définissant un virage à gauche.

Afin de tester cette méthode nous testons d'abord tous les cas critiques, si tous les points confondus, seulement deux (ces deux cas la ne devrait jamais arriver), puis un cas logique dont le résultat est attendu. Le problème rencontré est apparu sur les tests faits avec des valeurs aléatoires. Nous avons commencé à écrire des tests mais en partant du principe que le repère était en deux dimensions et nous ne comprenions pas pourquoi on obtenait des valeurs aberrantes, c'est alors que nous nous sommes rendus compte que les calculs étaient faits sur un repère sphérique. Nous n'avons pas pu corriger ces tests car toutes nos tentatives ont échouées.

4.1.5 Test du module synchro

Chapitre 5

Conclusion et améliorations possibles

Bibliographie

- [1] Renald Boulestin. Google arrête le support d'Android Developer Tools d'Eclipse. <http://www.itespresso.fr/google-arrete-support-android-developer-tools-eclipse-100014.html>, 30 Juin 2015. [Online; accessed 16-March-2016].
- [2] Arnaud Bouvier. Un GPS pour guider les aveugles en randonnée. <https://informations.handicap.fr/art-gps-experimental-aveugle-865-7828.php>, le 30-06-2015.
- [3] Apache Foundation. Licence Apache. <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>, Janvier 2004.
- [4] Aurélien Garnier. Mockito ou comment faciliter l'écriture de tests unitaires. <http://blog.soat.fr/2013/07/mockito-ou-comment-faciliter-lecriture-de-tests-unitaires/>, 07-2013.