



**UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE**

FACULTÉ DES SCIENCES  
ÉCONOMIQUES ET SOCIALES

## **Mémoire de licence**

TPG mobil-*i*

*Développement d'un système d'information voyageurs sur  
téléphone mobile géo-localisé pour les utilisateurs des  
Transports publics genevois*

Joseph Duteil

Sous la direction de M. Michel Deriaz



*Transports publics genevois*

# Table des matières

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b>1.1 LES TPG EN BREF</b>	<b>5</b>
<b>1.2 L'INFORMATION VOYAGEURS AUX TPG</b>	<b>5</b>
1.2.1 LE SITE INTERNET WWW.TPG.CH	6
1.2.2 LES BORNES D'INFORMATION VOYAGEURS	6
1.2.3 INFO MOBILITE - 0900 022 021	7
<b>1.3 EXPLICATION DE LA DEMARCHE</b>	<b>7</b>
<b>2. LE SYSTEME</b>	<b>9</b>
<b>2.1 ARCHITECTURE</b>	<b>9</b>
<b>2.2 TECHNOLOGIES</b>	<b>9</b>
2.2.1 JAVA	9
2.2.1.1 J2EE (Java 2 Enterprise Edition)	10
2.2.1.2 J2ME (Java 2 Micro Edition)	10
2.2.2 GPS (GLOBAL POSITIONNING SYSTEM)	10
2.2.3 COMMUNICATIONS	10
2.2.3.1 Bluetooth	10
2.2.3.2 GPRS	11
<b>2.3 DONNEES</b>	<b>11</b>
2.3.1 EMPLACEMENT DES DONNEES	11
2.3.2 FORMAT DES DONNEES	12
<b>3. L'APPLICATION</b>	<b>13</b>
<b>3.1 MANUEL D'UTILISATION</b>	<b>13</b>
3.1.1 INSTALLATION ET DÉMARRAGE	13
3.1.2 UTILISATION	13
<b>3.2 CHOIX DE DEVELOPPEMENT</b>	<b>22</b>
3.2.1 COMPATIBILITE	22
3.2.2 INDEPENDANCE PAR RAPPORT AU GPS	22
3.2.3 INTERFACE HOMME – MACHINE	22
3.2.3.1 La recherche d'un arrêt par son nom	22
3.2.3.2 Le choix d'une ligne et d'une destination	23
3.2.3.3 La navigation sur la carte	23
3.2.4 ECONOMIE DES RESSOURCES	24
3.2.4.1 Affichage des arrêts	25
3.2.4.2 Rafraîchissement de la carte	25
<b>4. CONCLUSION</b>	<b>26</b>
<b>4.1 OBJECTIFS ATTEINTS</b>	<b>26</b>
<b>4.2 LIMITES DU PROJET</b>	<b>26</b>
<b>4.3 EVOLUTIONS FUTURES</b>	<b>27</b>
4.3.1 DEVELOPPEMENTS FUTURS POSSIBLES	27

4.3.2	PROGRES TECHNOLOGIQUES ATTENDUS	27
4.3.2.1	Intégration de récepteurs GPS dans les téléphones mobiles	27
4.3.2.2	Baisse du prix des communications Internet mobiles	28
4.3.2.3	Amélioration des compétences des téléphones mobiles	28

**5. REMERCIEMENTS** **29**

---

**6. REFERENCES** **30**

---

# 1. Introduction

Aujourd'hui, en Suisse, le nombre d'abonnés au téléphone mobile dépasse nettement celui des abonnés au téléphone fixe. Plus de 4 millions d'habitants helvétiques possèdent un téléphone portable, soit 7 Suisses sur 10, et ce chiffre est en augmentation constante. Le terme téléphone mobile est de moins en moins adapté à l'appareil que l'on nomme ainsi. Celui-ci n'a en effet plus grand-chose d'un téléphone. Il permet certes toujours de communiquer oralement, mais il offre bien plus que cela à ses utilisateurs : accès à Internet sans fil, lecture de fichiers audio et vidéo, vidéoconférence, partage de données, il se transforme en caméra numérique, en console de jeu portable, en télévision, et depuis peu en système de positionnement géographique. Le mobile a vu sa puissance de calcul, sa capacité de stockage et ses possibilités de connexion augmenter exponentiellement, et est dorénavant déjà un ordinateur personnel multifonction, qui ne quitte plus son détenteur et l'assiste dans un nombre de tâches chaque jour grandissant.

En parallèle du progrès fulgurant des technologies mobiles, l'amélioration de la précision des systèmes de géolocalisation, la miniaturisation des récepteurs GPS et la baisse des prix de tels accessoires entraînent la démocratisation des services de positionnement par satellite, longtemps réservés aux professionnels et à une frange aisée de conducteurs automobiles. Associés au téléphone mobile, les systèmes de guidage ne sont plus prisonniers des quatre roues : ils se glissent dans la poche des piétons, qui peuvent désormais aussi en bénéficier. Guide touristique ou de randonnées, aide à l'orientation pour non-voyants ou encore jeu de rôle à l'échelle mondiale, les applications possibles sont innombrables.

Assistant à l'Université de Genève au département des Systèmes d'information et de communication (groupe ASG), Michel Deriaz a su éveiller ma curiosité concernant ces technologies et m'a rapidement convaincu de leur immense potentiel dans un avenir proche. Après discussion, Michel Deriaz et moi nous sommes mis d'accord sur le projet d'un système d'information voyageurs destiné aux usagers des Transports publics genevois, fonctionnant sur un téléphone mobile et utilisant le positionnement par satellite. Les TPG ont montré de l'intérêt pour notre démarche et ont accepté de collaborer en nous fournissant toutes les données nécessaires. L'entreprise de la mobilité et les technologies de la mobilité allaient se rencontrer.

## 1.1 Les TPG en bref

Créés en 1977, les Transports publics genevois succèdent à la CGTE, ou Compagnie générale des tramways électriques. Régie autonome liée à l'état de Genève par un contrat de prestations, elle emploie 1550 personnes et exploite les transports publics de Genève et son canton. Chaque jour, 343'000 voyages sont effectués en moyenne sur les 57 lignes du réseau, desservies par 392 véhicules, tramways, autobus ou trolleybus.

Depuis le 1er janvier 2005, les TPG ont pour Directrice générale Madame Stéphanie Fontugne.



*Figure 1: Siège central des TPG, le Bachet-de-Pesay*

## 1.2 L'information voyageurs aux TPG

Offrir une mobilité durable et de qualité à la population de Genève et sa région, telle est la mission des TPG. La capacité de proposer une information à la clientèle de qualité fait partie intégrante de cette mission.

L'information fournie aux usagers peut être divisée en deux catégories : l'information permanente (horaires, plans du réseau, itinéraires) et l'information ponctuelle (perturbations du trafic, événements, offres promotionnelles, nouveaux services, etc.). Je me concentrerai dans la suite de ce rapport sur l'information permanente, à savoir l'information d'utilité quotidienne qui doit être accessible aux usagers 24 heures sur 24, et plus particulièrement sur les horaires.

Plusieurs moyens de connaître les horaires des bus et trams sont déjà mis à la disposition des usagers des Transports publics genevois :

### 1.2.1 Le site Internet www.tpg.ch

Ce site propose une information très complète comprenant les horaires, les plans du réseau, la possibilité de rechercher un itinéraire, etc. Il nécessite un ordinateur avec accès Internet, et est donc principalement destiné à être consulté avant de quitter le lieu de domicile ou de travail pour utiliser le réseau des TPG. Bien qu'il puisse techniquement être visualisé sur un assistant personnel (PDA), ce site n'est pas conçu pour être affiché sur un écran de poche, trop petit. Il est encore moins adapté aux téléphones portables, qui présentent en plus des limitations de ressources et nécessitent des pages Web développées particulièrement dans ce but.

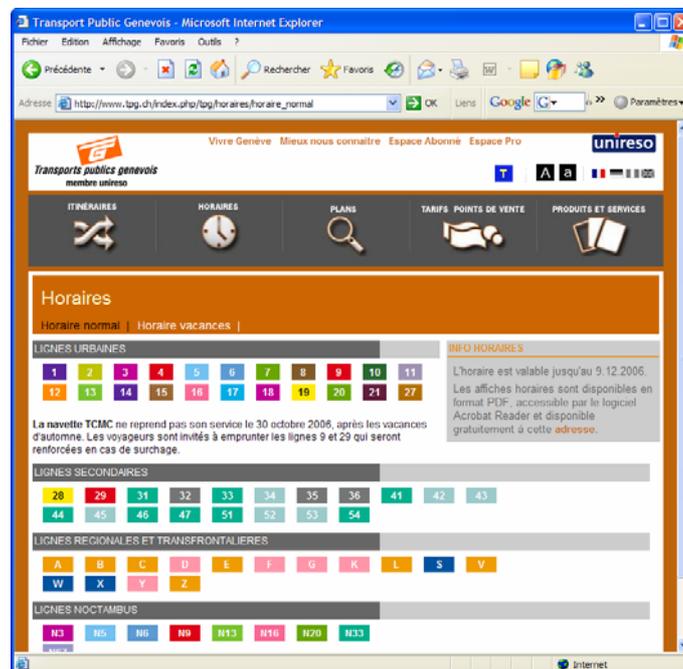


Figure 2: Site Internet www.tpg.ch

### 1.2.2 Les bornes d'information voyageurs

Ces bornes, présentes aux arrêts, se divisent en deux types : d'une part les bornes statiques, qui sont de simples panneaux d'affichage destinés à présenter des imprimés des horaires et plans du réseau, et d'autre part les bornes dynamiques, qui comprennent des écrans LCD monochromes affichant dynamiquement le prochain départ de chaque ligne. Ces dernières comblent les manques des bornes statiques en proposant une information plus ciblée et plus fiable, car prenant en compte l'heure actuelle et la

position réelle des véhicules (obtenue par GPS), donc les éventuels ralentissements du trafic. Les bornes statiques sont présentes à tous les arrêts, alors que les bornes dynamiques se rencontrent aux arrêts à forte fréquentation uniquement. Toutes deux ont pour but d'informer l'utilisateur lorsque celui-ci est physiquement présent à l'arrêt.

### **1.2.3 Info mobilité - 0900 022 021**

Ce service téléphonique propose aux usagers une information complète. Il n'est pas accessible en permanence puisque ses horaires sont : du lundi au samedi, de 7h à 20h et le dimanche et les jours fériés de 8h30 à 12h et de 12h30 à 17h. Il est facturé 1.19 CHF par minute.

Il s'adresse aux usagers qui ne sont pas familiers d'Internet et des nouvelles technologies de l'information et préfèrent utiliser le téléphone classique, ou aux usagers en déplacement qui n'ont pas accès au site Internet mais disposent d'un téléphone mobile. Son défaut majeur réside dans son prix, ses horaires limités ainsi que dans la nature orale de l'information retournée, qui n'est donnée qu'une fois et doit être mémorisée ou notée afin de ne pas être perdue.

## **1.3 Explication de la démarche**

Le but de mon travail de mémoire est de proposer un outil d'information voyageurs simple d'utilisation qui puisse venir s'ajouter à l'offre existante dans un avenir proche, et qui permette à un usager des TPG d'obtenir à tout moment et en tout lieu l'information des prochains départs, ainsi que les horaires complets des lignes du réseau.

L'application proposée fonctionne sur un téléphone portable. Celui-ci communique d'une part avec un récepteur GPS miniaturisé, et d'autre part avec un serveur distant. Ces deux connexions sont sans fil. Grâce au système GPS, l'application connaît la position de l'utilisateur afin de lui proposer en priorité une information géographiquement ciblée. Les données de positionnement de l'utilisateur sont transmises par le récepteur GPS à l'application. Celle-ci interroge ensuite le serveur pour obtenir les horaires des départs, qui sont affichés sur le téléphone. L'avantage primordial de l'utilisation du système de géo-positionnement réside dans la pertinence des données proposées à l'utilisateur. En effet, les arrêts se trouvant dans un périmètre accessible à pied sont affichés en priorité. Ainsi, l'utilisateur reçoit un minimum d'information. De plus, celui-ci n'a à

fournir aucune donnée le concernant. Il n'a donc pas besoin de connaître précisément sa propre position pour être informé de l'arrêt le plus proche. L'accès à un serveur distant permet de limiter la quantité des données embarquées sur le téléphone, et surtout il permet une mise à jour unique et centralisée des données, invisible pour les utilisateurs, qui accèdent toujours à la dernière information en date.

\*\*\*

## 2. Le système

### 2.1 Architecture

Le système se compose d'une application Java embarquée sur un téléphone mobile, d'une Servlet installée sur un serveur distant et d'un récepteur GPS miniaturisé qui capte les signaux des satellites GPS et communique sa position à l'application. Le récepteur GPS et le téléphone portable sont portés par l'utilisateur et restent donc à une distance minimale l'un de l'autre.

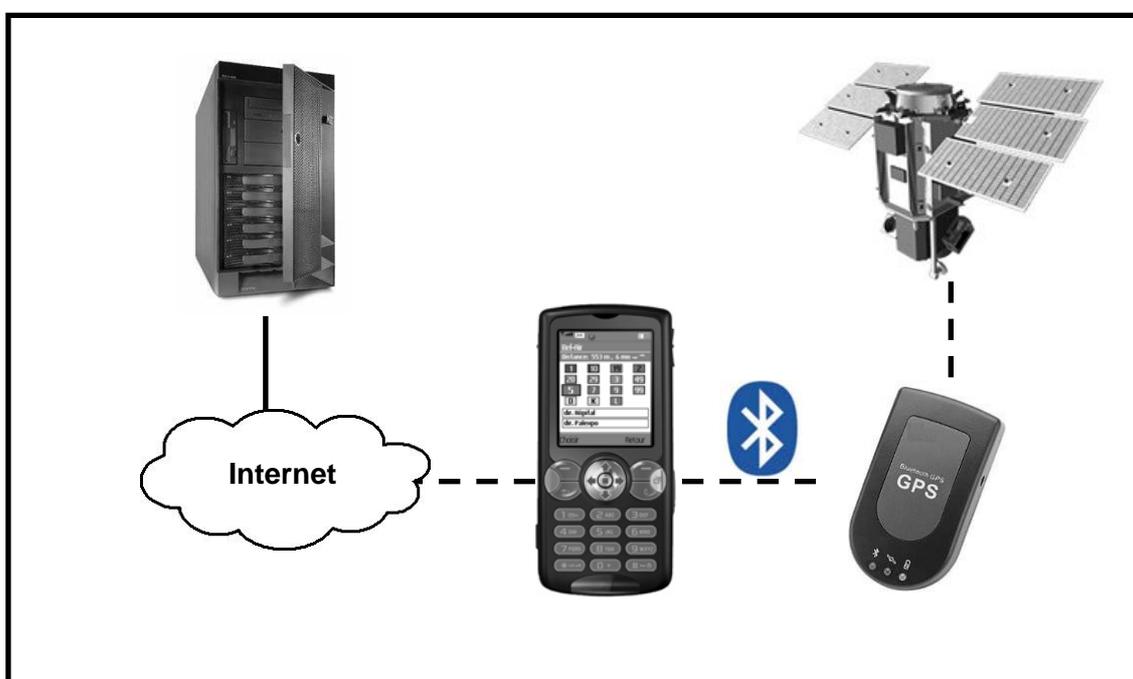


Figure 3: Schéma de l'architecture du système

### 2.2 Technologies

#### 2.2.1 Java

Technologie mise au point par Sun Microsystems, Java permet de développer des applications indépendantes de toute architecture matérielle, qui sont dites portables. Le présent projet utilise à la fois le langage de programmation Java, orienté objet, et l'environnement d'exécution du même nom.

### 2.2.1.1 *J2EE (Java 2 Enterprise Edition)*

Java 2 Enterprise Edition est la plate-forme Java utilisée pour le développement de l'application côté serveur, ou servlet.

### 2.2.1.2 *J2ME (Java 2 Micro Edition)*

Java 2 Micro Edition est la plate-forme Java destinée aux terminaux mobiles (téléphones portables, assistants personnels ou télécommandes) et aux systèmes embarqués (cartes à puce, ascenseurs, décodeurs TV numériques, réfrigérateurs, etc.). Elle a été utilisée pour développer l'application côté client.

La compilation, et l'exécution de l'application test s'est faite au moyen du J2ME Wireless Toolkit (WTK) de Sun, qui propose un émulateur de téléphone mobile.

## **2.2.2 GPS (Global Positioning System)**

Principal système mondial de positionnement par satellite, le GPS a été développé par le département de la défense des Etats-Unis. Au moins 24 satellites artificiels en orbite émettent en permanence un signal daté précisément qui peut être capté par un récepteur. En captant les signaux de 3 satellites au moins, le récepteur peut mesurer l'écart relatif des horloges de chaque signal et en déduire sa distance par rapport à chaque satellite. Connaissant la position des satellites, il calcule sa position spatiale précise par trilatération. Ce système offre une précision de l'ordre de 5 à 15 mètres. Il est utilisé dans ce projet afin de connaître la position de l'utilisateur et sa direction de marche par rapport au Nord.

## **2.2.3 Communications**

### 2.2.3.1 *Bluetooth*

Dans notre système, le téléphone portable et le récepteur GPS communiquent grâce à la technologie Bluetooth, qui fonctionne par ondes radio courtes distances et permet à deux appareils de se connecter sans câble. La portée de cette connexion est de 10 mètres environ.

### 2.2.3.2 GPRS

Le téléphone portable et le serveur communiquent au travers d'Internet par la technologie GPRS. Notons cependant que l'application peut également fonctionner avec une connexion UMTS, dite de troisième génération.

## 2.3 Données

### 2.3.1 Emplacement des données

Deux solutions existent en ce qui concerne la localisation des données. Elles peuvent être intégrées à l'application elle-même en étant placées dans les ressources internes de celle-ci. Elles sont alors embarquées sur le téléphone mobile. Elles peuvent également être placées sur un serveur central distant qui communique avec l'application via Internet. Chacune de ces deux possibilités présente des avantages et des inconvénients. Le temps de chargement des données embarquées est inférieur à celui des données distantes, et les données embarquées sont accessibles gratuitement, alors que le transfert des données via GPRS ou UMTS est un service payant proposé par l'opérateur téléphonique. En revanche, les données distantes peuvent être mises à jour sur le serveur de manière unique et invisible pour tous les utilisateurs du système, alors qu'un changement des données embarquées obligerait chaque utilisateur à télécharger une mise à jour de l'application. De plus, le volume total des données sur le serveur est quasiment illimité, alors que la capacité de stockage d'un téléphone mobile est réduite. La solution dépend donc de la nature des données. Pour simplifier, les données définitives, qui ne sont pas sujettes au changement, peuvent être embarquées dans les limites de la place disponible, alors que les données provisoires doivent être centralisées.

Dans notre cas, seuls les horaires, qui sont modifiés chaque année et sont relativement volumineux, ont été placés à distance. Les autres informations de service (noms et coordonnées GPS des arrêts, lignes et destinations disponibles aux arrêts et paires d'arrêts servant à tracer les tronçons du réseau) ainsi que les coordonnées GPS de l'hydrographie et des points d'intérêt (monuments, bâtiments publics, ...) ont été intégrées à l'application pour les raisons de coûts et de temps de chargement décrites plus haut, mais leur place sur le serveur serait pleinement justifiée dans une version définitive de l'application. En effet, l'installation d'une mise à jour de l'application sur un

téléphone mobile risque de décourager plus d'un usager et cette solution doit être évitée.

### **2.3.2 Format des données**

Les données embarquées sont stockées sous forme de fichiers texte dont l'extension est CSV (pour *Coma Separated Values*). Les champs sont séparés par un signe de ponctuation (le « ; » en général). Ce format rend la recherche et l'extraction de données peu efficaces, mais aucun système de gestion de bases de données relationnelles n'est disponible à ce jour sur téléphone portable.

## 3. L'application

### 3.1 Manuel d'utilisation

#### 3.1.1 Installation et démarrage

La première étape consiste à transférer le fichier mobil-i.jar depuis un ordinateur vers le téléphone mobile, au moyen d'un câble adapté ou d'une connexion Bluetooth.

L'installation de l'application ainsi que son lancement après installation dépendent du modèle de téléphone utilisé. Se reporter au manuel d'utilisation du téléphone.

#### 3.1.2 Utilisation

Au démarrage de l'application, le menu principal apparaît à l'écran :



##### **Connexion :**

Ce menu permet de se connecter au récepteur GPS ou de se déconnecter de celui-ci. Certaines fonctionnalités de l'application ne sont pas disponibles tant que la connexion au récepteur GPS n'est pas établie.

Rechercher : recherche et affiche tous les périphériques Bluetooth à portée. Lorsque la recherche est terminée, sélectionner le récepteur GPS dans la liste.

Si le récepteur GPS n'apparaît pas dans la liste, vérifier que l'option Bluetooth est activée sur le téléphone portable et sur le récepteur GPS, puis s'assurer que le récepteur GPS n'est pas hors de portée du téléphone (max. 10 mètres) avant de réessayer.

Connecter : se connecte au périphérique sélectionné.

Note : Si l'option *Connexion au démarrage* du menu *Préférences – GPS* est activée, la connexion est automatique au démarrage.

Si l'option *Connexion au dernier périphérique* du menu *Préférences – GPS* est activée, le dernier périphérique à avoir été connecté est recherché lors de la connexion.

### Choisir un lieu

Ce menu permet de choisir le lieu qui sera utilisé comme centre de la carte. Il offre quatre possibilités : utiliser la position GPS (nécessite la connexion au récepteur GPS), choisir un arrêt en entrant les premières lettres du nom, choisir parmi les lieux préférés de l'utilisateur, et enfin choisir parmi les derniers arrêts visités.

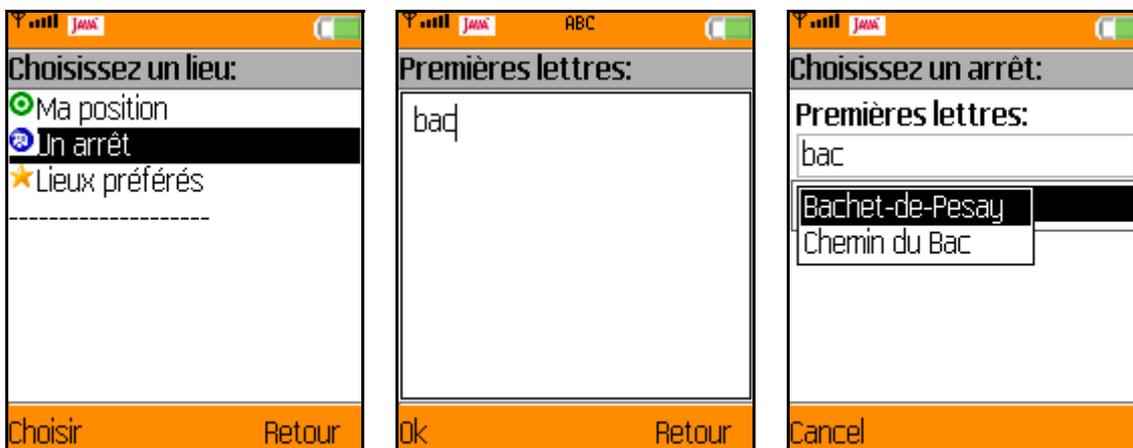


#### Ma position :

Affiche la carte en utilisant la position GPS comme centre, permettant de bénéficier de toutes les fonctionnalités de l'application, comme la boussole et le temps de parcours à pieds estimé. Si la connexion au récepteur GPS n'est pas établie, un écran permettant de se connecter apparaît.

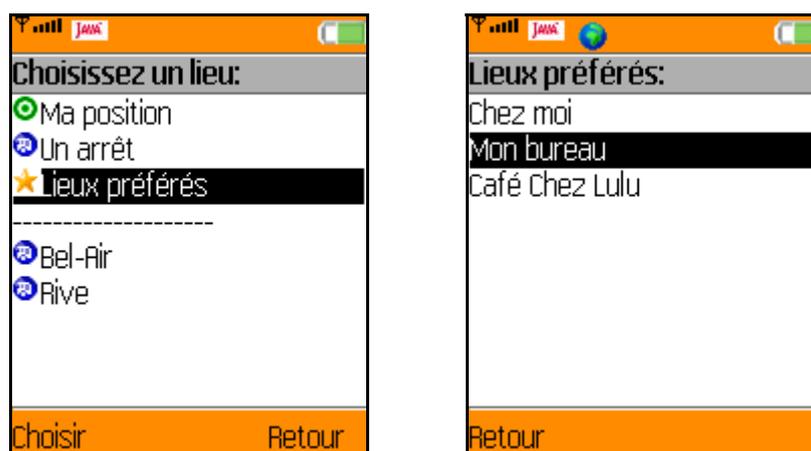
#### Un arrêt :

Permet de choisir un arrêt en entrant les premières lettres de son nom, avant d'afficher la carte centrée sur l'arrêt choisi. Ce mode est disponible indépendamment de la présence ou non d'un récepteur GPS, mais il n'offre donc pas les fonctionnalités relatives à la position GPS telles que la boussole et le temps de parcours à pieds estimé.



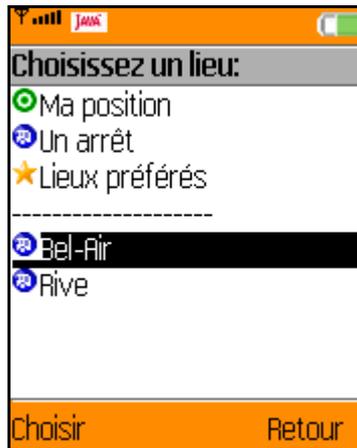
#### ★ Lieux préférés :

Permet de choisir parmi les positions GPS enregistrés par l'utilisateur lors d'une utilisation précédente bénéficiant d'un récepteur GPS, puis d'afficher la carte centrés sur la position choisie. Ce mode est disponible indépendamment de la présence ou non d'un récepteur GPS, mais il n'offre donc pas les fonctionnalités relatives à la position GPS telles que la boussole et le temps de parcours à pieds estimé.

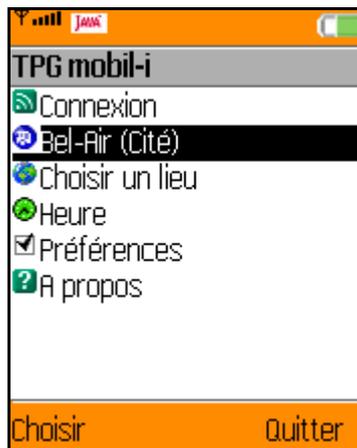


#### 🕒 Arrêts récents :

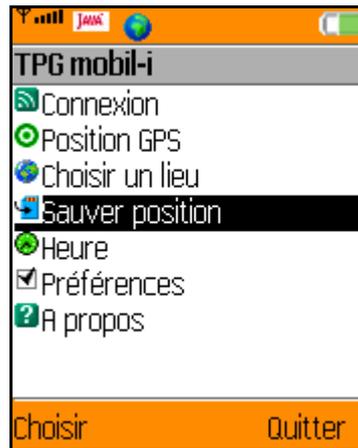
Si des arrêts ont été récemment consultés, ils apparaissent en dessous d'une ligne de séparation. On peut donc accéder facilement aux arrêts fréquemment interrogés. Le premier arrêt de la liste est celui qui a été consulté le plus récemment, et ainsi de suite.



Une fois qu'un lieu a été choisi et si l'utilisateur quitte le mode carte, une nouvelle icône apparaît dans le menu principal représentant le dernier lieu choisi. Il s'agit d'un raccourci permettant d'accéder à la carte correspondante sans passer par le menu *Choisir un lieu*.



Si la position GPS est choisie, une entrée supplémentaire intitulée  *Sauver position* s'ajoute au menu. Elle permet de sauver les coordonnées actuelles dans les lieux préférés afin de pouvoir y accéder ultérieurement sans devoir se connecter à un récepteur GPS.



### **Heure**

Ce menu offre une simple horloge, dont l'heure est basée sur celle du téléphone.



### **Préférences**

Ce menu permet de régler quelques paramètres de l'application. Les choix effectués sont mémorisés pour les prochaines utilisations du programme.



## GPS :



L'option *Connexion au démarrage* offre le choix de lancer une connexion automatiquement au démarrage de l'application ou au contraire de laisser le soin à l'utilisateur de se connecter manuellement.

L'option *Connexion au dernier périphérique* permet de garder en mémoire les paramètres du dernier périphérique connecté afin d'éviter de répéter l'opération de recherche à chaque connexion.

## Langue :

L'application est disponible en deux langues : français et anglais.



## A propos

Fournit des informations concernant l'application, telles que la version et l'auteur.



## Navigation sur la carte

Deux modes de navigation sont proposés.

La touche ✖ permet de passer d'un mode de navigation à l'autre.

### 📍 Navigation par arrêts

La navigation par arrêts permet de se déplacer sur la carte en sautant d'un arrêt à un autre. Cette action est possible soit en utilisant le **bouton multidirectionnel**, soit en utilisant les touches numériques **1** à **9**, chaque touche correspondant à l'un des 9 arrêts les plus proches de l'arrêt actuel.

### 📍 Navigation libre

La navigation libre permet de se déplacer linéairement sur la carte selon les quatre directions cardinales Nord, Sud, Est et Ouest, au moyen du bouton multidirectionnel ou des touches **2**, **4**, **6** et **8**. Pour revenir au mode de déplacement par arrêts, appuyer sur la touche ✖, sur la touche **5** ou sur le **bouton multidirectionnel**.

Le menu *Centrer* permet de recentrer la carte sur le lieu choisi au moment du lancement de la carte.

Les touches **0** et **#** permettent respectivement d'effectuer un zoom arrière et un zoom avant. Quatre niveaux de zoom sont disponibles, permettant de visualiser une région de 200x200, 400x400, 600x600 ou 800x800 mètres.

Le menu *Go*, disponible en mode *position GPS* uniquement, permet d'accéder aux indications de direction et de distance afin de se rendre à l'arrêt sélectionné.

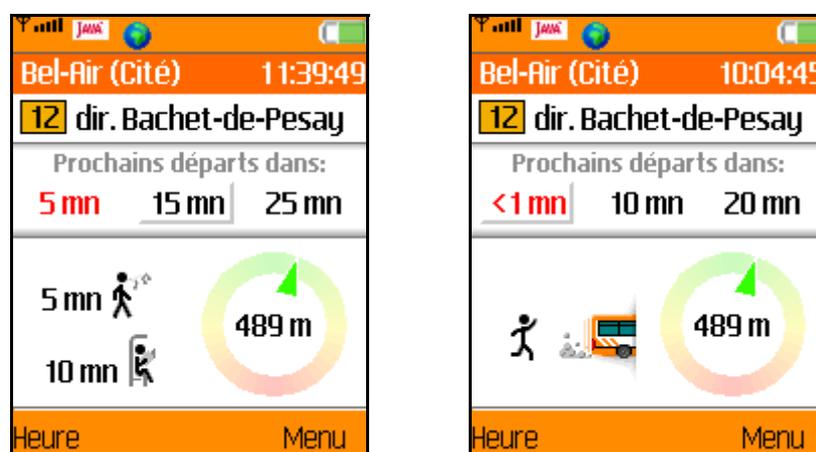
En mode de déplacement par arrêts, le menu *Choisir* permet d'accéder à la liste des lignes et destinations disponibles à l'arrêt sélectionné.

Ecran de sélection de la ligne et de la destination

Cet écran affiche la liste des lignes disponibles à un arrêt. Lorsqu'une ligne est en surbrillance, les destinations offertes par celle-ci apparaissent en bas de l'écran. Il se peut qu'une seule destination soit proposée pour certaines lignes, si celles-ci empruntent un itinéraire différent selon le sens du parcours, et ne passent donc à cet arrêt que dans un sens.

Une fois une ligne puis une destination sélectionnées, on passe à l'écran des départs.

### Ecran des départs



Cet écran affiche les trois prochains départs correspondant à l'arrêt, la ligne et la destination choisies. Le coin supérieur droit indique l'heure actuelle.

Le **bouton multidirectionnel** ou les touches **4** et **6** permettent de passer d'un départ à l'autre pour afficher les détails correspondant.

La partie inférieure indique les informations de parcours à pieds pour se rendre à l'arrêt. Ces dernières ne sont disponibles qu'en mode *Position GPS*. À gauche, le temps de parcours nécessaire à pieds et le temps d'attente à l'arrêt sont affichés, à condition

que le départ sélectionné puisse être atteint à temps. Dans le cas où le programme juge que le départ sélectionné va être manqué, une image représentant un voyageur regardant partir un bus apparaît, et il est alors préférable de choisir le départ suivant.

À droite, une boussole permet de connaître la direction à suivre, à vol d'oiseau, pour se rendre à l'arrêt, ainsi que la distance à parcourir en mètres. La direction de la boussole n'est fiable que si le voyageur se déplace au minimum à l'allure du pas, car le programme a besoin de deux positions successives pour calculer la direction actuelle de l'utilisateur. Elle n'est plus valable que si le téléphone portable est tenu verticalement en face de soi, la rotation de l'appareil par rapport à son porteur n'étant pas détectée par l'application.

Le menu *Heure* permet de choisir n'importe quelle heure et date afin d'obtenir les départs correspondant. Ceux-ci sont alors affichés en heure absolue (de type « 16:32 ») et non plus en temps relatif (de type « 7 mn »). Dans ce mode, les informations de parcours à pieds ne sont pas proposées, car le temps disponible pour se rendre à l'arrêt peut être de plusieurs jours, voire de plusieurs mois, et il est jugé que l'utilisateur ne souhaite pas se rendre à l'arrêt immédiatement.



Une fois qu'une date ou heure différente a été choisie, le menu *Maintenant* permet de revenir à l'instant présent et au mode d'affichage relatif. Les informations de parcours à pieds sont alors rétablies.

## **3.2 Choix de développement**

### **3.2.1 Compatibilité**

L'application a été pensée de sorte qu'elle soit compatible avec un maximum de modèles et de marques de téléphones actuels. La disposition des éléments graphiques à l'écran dépend de la taille de l'affichage et s'adapte donc à toutes les dimensions d'écrans (supérieures à un certain minimum). Seules les touches classiques, présentes sur tous les modèles récents, ont été programmées pour naviguer dans le programme. Les touches particulières à certains modèles n'ont pas été utilisées.

### **3.2.2 Indépendance par rapport au GPS**

Les téléphones portables n'étant à ce jour pas équipés de récepteurs GPS intégrés (à de rares exceptions près) et l'acquisition d'un tel appareil n'étant naturellement pas quelque chose que l'on puisse attendre de chaque usager des Transports publics genevois, l'application a été pensée afin de pouvoir fonctionner sans le système de géo-positionnement. Ainsi, il est possible de rechercher un arrêt par son nom et d'obtenir les horaires correspondant et la carte des environs de cet arrêt.

### **3.2.3 Interface homme – machine**

Le nombre de touches restreint des téléphones portables et l'absence de curseur (la souris des ordinateurs ou le stylet des assistants personnels et des récents smartphones) obligent à penser les interfaces graphiques différemment. Ainsi, un effort nécessaire a été fourni afin de rendre l'application facile à utiliser et ergonomique. Voici quelques exemples :

#### *3.2.3.1 La recherche d'un arrêt par son nom*

La saisie de texte au moyen du clavier d'un téléphone portable est très astreignante et n'est pas intuitive. 12 touches doivent en effet permettre d'entrer 26 lettres sans accent, des dizaines de lettres accentuées, signes de ponctuation et autres chiffres et symboles, sans parler des majuscules. Il a donc fallu trouver un moyen de rechercher un arrêt par son nom en entrant un nombre minimum de lettres. Le système de recherche développé permet de retrouver l'un des 300 arrêts grâce à 3-4 lettres du nom.

La chaîne de caractères saisie est recherchée dans un fichier contenant tous les arrêts triés par ordre alphabétique. Elle est d'abord recherchée au début du nom de chaque arrêt, puis, dans le cas où le nom comporte plusieurs mots, au début de chaque mot suivant le premier mot du nom. Cette recherche en deux temps permet que les arrêts dont le nom commence par l'extrait saisi soient proposés avant ceux qui contiennent l'extrait au sein de leur nom.

Exemples : si la saisie est « bac », l'arrêt *Bachet-de-Pesay* est proposé avant l'arrêt *Chemin du Bac*.

L'arrêt *Thônex-Vallar-Douane* peut être trouvé grâce aux lettres « tho », « val » ou « doua ».

Le choix a été fait de ne pas afficher les résultats si ceux-ci dépassent un nombre donné (fixé à 14), et de demander à l'utilisateur de préciser sa saisie. Ceci permet d'éviter de devoir naviguer dans une liste verticale trop longue, ce qui peut être fastidieux.

### 3.2.3.2 *Le choix d'une ligne et d'une destination*

Le menu qui apparaît lorsqu'on interroge un arrêt sur la carte permet de choisir la ligne, puis la destination souhaitée avant d'obtenir les horaires correspondants. Ce menu, dont l'idée m'a été proposée par M. Michel Deriaz, est conçu pour minimiser le nombre de pressions sur le clavier. En effet, les symboles des lignes sont disposés sous forme d'un tableau dont la forme tend à s'approcher autant que possible d'un carré. De plus, l'icône de ligne sélectionnée au départ est celle dont l'emplacement se rapproche le plus du centre du carré. Ainsi, le nombre de déplacements moyen dans le tableau pour atteindre la ligne souhaitée est minimisé.

### 3.2.3.3 *La navigation sur la carte*

Le principal défi relatif à la navigation sur la carte consistait à permettre à l'utilisateur de sauter d'un arrêt à l'autre de manière intuitive, alors que ceux-ci sont disposés de manière totalement imprévisible et peuvent être très nombreux sur une même carte. Deux techniques ont été combinées afin de rendre la navigation aussi facile que possible : à partir de l'arrêt actuellement sélectionné, l'utilisateur peut en premier lieu utiliser le bouton multidirectionnel pour atteindre quatre arrêts situés respectivement au-dessus, en-dessous, à gauche et à droite de l'arrêt courant. L'application détermine

quels sont les quatre arrêts devant être considérés comme les prochains arrêts atteignables en divisant la carte en quatre cadrans triangulaires, et en déterminant dans chaque cadran l'arrêt qui est le plus proche de l'arrêt courant. L'opération est répétée à chaque déplacement.

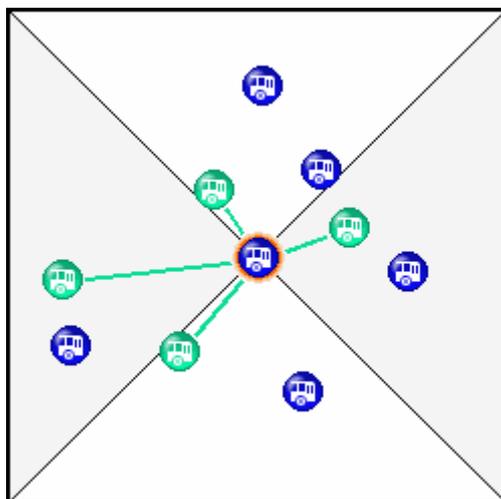


Figure 4: Arrêts atteignables avec le bouton multidirectionnel

Cette méthode de déplacement peut parfois s'avérer peu intuitive. Par exemple, lorsqu'un arrêt se trouve sur la séparation entre deux cadrans, deux directions peuvent sembler logiques pour l'atteindre mais une seule va réellement pointer sur l'arrêt voulu. De même, en pressant sur une direction puis sur son contraire, on ne se retrouve pas toujours sur l'arrêt de départ, car si l'arrêt A a pour prochain arrêt à droite l'arrêt B, l'arrêt B n'a pas forcément pour prochain arrêt à gauche l'arrêt A. Un second mode de déplacement a donc été pensé. Il permet d'atteindre les 9 arrêts les plus proches de l'arrêt courant au moyen des touches 1 à 9. Les arrêts sont numérotés du plus proche au plus distant. Ainsi, la touche 1 permet toujours de sauter à l'arrêt le plus proche de l'arrêt courant, et il est possible de sauter directement à un arrêt sans passer par les arrêts intermédiaires. La liste des 9 arrêts atteignables est mise à jour à chaque déplacement.

### 3.2.4 Economie des ressources

Les téléphones portables ayant des ressources limitées, une attention particulière a été portée à la minimisation des allocations de ressources, en limitant notamment les chargements de données au strict nécessaire.

### 3.2.4.1 Affichage des arrêts

En mode carte, les coordonnées des arrêts sont testées et comparées aux coordonnées du centre de la carte courante, tout en tenant compte du niveau de zoom, afin de déterminer quels arrêts doivent être affichés. Pour éviter de tester tous les arrêts du réseau genevois à chaque rafraîchissement de la carte, le canton a été quadrillé en zones de 2km sur 2km. A chaque zone correspond un fichier d'arrêts. Seules les zones susceptibles d'apparaître sur la carte sont donc testées. La carte peut se trouver en intersection avec une, deux ou quatre zones, selon la position de son centre au sein d'une zone, et selon le niveau de zoom courant.

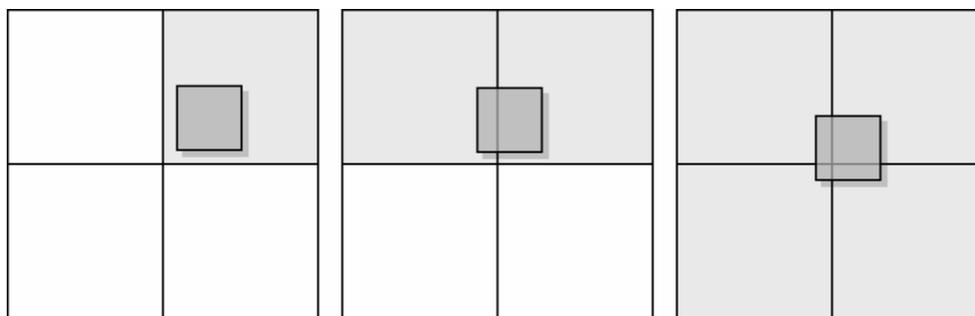


Figure 5: Les 3 cas possibles de superposition de la carte avec les zones d'arrêts

### 3.2.4.2 Rafraîchissement de la carte

Afin de ne pas recalculer des valeurs inutilement, deux niveaux de rafraîchissement de la carte ont été distingués : Si le centre de la carte a été déplacé ou si le niveau de zoom a changé, une nouvelle zone d'arrêts est peut-être entrée dans le champ de la carte. Un rafraîchissement complet est donc nécessaire, incluant le test des zones d'arrêts visibles, puis des arrêts visibles au sein de ces zones. En revanche, lorsqu'un changement intervient sur la carte sans que ses limites ne changent, un rafraîchissement de l'affichage graphique suffit.

\*\*\*

## 4. Conclusion

### 4.1 Objectifs atteints

Les objectifs techniques majeurs de ce projet ont été atteints, puisqu'il est possible grâce au système développé de consulter les horaires du réseau des TPG sur un serveur distant en tout temps, à partir de son téléphone mobile, et d'obtenir en plus des informations sur le parcours à pieds pour se rendre à l'arrêt, comme la direction, la distance et la durée du parcours. Mais au-delà des fonctionnalités techniques développées, ce projet permet, je pense, de démontrer le potentiel immense des nouvelles technologies mobiles et de géo-positionnement dans le domaine de l'information. Il doit être vu, non pas comme un but en soi, mais comme un aperçu de l'infinité de services dont disposera bientôt l'homme en déplacement.

### 4.2 Limites du projet

Proposée sur le site Internet [www.tpg.ch](http://www.tpg.ch), la gestion des itinéraires en transports publics est sans aucun doute l'un des services les plus utiles pour l'utilisateur, et il serait très appréciable de pouvoir en bénéficier à tout moment sur un téléphone portable. Ce service nécessite cependant un algorithme d'une grande complexité. Le développement d'un tel système représente à lui seul un défi de taille, que je ne pouvais relever ici. Le système utilisé par les Transports publics genevois ayant été développé par une entreprise tierce et étant donc propriétaire, il m'était impossible de le réutiliser.

La gestion des destinations est un problème plus épineux qu'il n'y paraît, et celui-ci n'a pas pu être résolu complètement par manque de temps. En effet, un usager qui désire emprunter une ligne à un arrêt donné a au maximum le choix entre deux directions, chacune étant représentée par une destination. Mais cette destination est parfois double (si la ligne se sépare en deux tronçons distincts à partir d'un arrêt pour desservir deux destinations) ou fictive, car le véhicule effectue son terminus à un arrêt précédant la destination indiquée (s'il effectue son dernier trajet et rentre au dépôt, par exemple). Les destinations réelles changent donc selon l'heure de la journée, alors que la destination fictive, ou virtuelle, qui apparaît à l'arrêt, reste inchangée. L'application propose donc deux destinations par ligne, et ne gère pas les destinations plus complexes.

## 4.3 Evolutions futures

### 4.3.1 Développements futurs possibles

De nombreuses fonctionnalités intéressantes n'ont pas pu être développées dans la version de l'application présentée ici, car elles dépassent le cadre de ce travail. Elles constituent toutefois une direction à suivre en vue d'une éventuelle amélioration du présent projet, et montrent ainsi le potentiel d'avenir important de l'application. Je citerai en exemple les fonctions suivantes :

- Couplage du plan du réseau avec un plan détaillé de la ville, comprenant les rues et leur nomenclature.
- Possibilité d'afficher sur la carte le parcours de chaque ligne dans la couleur qui lui correspond.
- Recherche intelligente d'itinéraires grâce à la position GPS et à la saisie d'une adresse ou d'un arrêt de destination, et affichage de l'itinéraire sur la carte comprenant le parcours pédestre jusqu'au premier arrêt.
- Prise en compte de la position réelle des véhicules sur le réseau et des retards de ceux-ci pour afficher les prochains départs.
- Réception de messages d'informations ponctuelles sur le réseau selon la position GPS (signalant des travaux, manifestations, etc.).
- Affichage de points d'intérêt divers, comme les points de vente des TPG, mais également des restaurants, musées, etc. (possibilité de sponsoring par des entreprises genevoises).
- Possibilité d'acheter son titre de transport électronique via l'application, et calcul automatique du prix à partir de l'itinéraire demandé.

### 4.3.2 Progrès technologiques attendus

#### 4.3.2.1 *Intégration de récepteurs GPS dans les téléphones mobiles*

En août 2006, la marque BenQ Siemens a mis sur le marché le premier téléphone mobile – qui ne soit pas un smartphone ou un PDA - intégrant un récepteur GPS. Disponible pour l'instant exclusivement en France chez l'opérateur SFR, le SXG75 n'est pas plus cher que les autres nouveautés du marché, preuve que l'intégration du GPS n'entraîne pas un surcoût de fabrication important. Cette sortie pionnière annonce sans nul doute l'arrivée imminente de modèles concurrents, l'explosion des logiciels de

navigation routière poussant les constructeurs à suivre le mouvement. L'intégration du récepteur GPS est une avancée primordiale pour le futur du système présenté, car grâce à elle l'utilisateur possédant un téléphone équipé n'aura aucun investissement supplémentaire à faire, il n'utilisera qu'un appareil au lieu de deux. De plus, il n'aura plus à se soucier d'établir une connexion entre le téléphone et le récepteur GPS, étape qui risque actuellement de décourager plus d'un utilisateur potentiel n'étant pas adepte de technologies.

#### *4.3.2.2 Baisse du prix des communications Internet mobiles*

L'augmentation du nombre d'applications mobiles accédant à Internet et l'évolution des habitudes d'utilisation poussent les opérateurs à adapter leur offre en baissant le prix du transfert de données. L'Internet mobile connaît actuellement en Suisse la métamorphose qu'a vécu auparavant l'Internet fixe, avec la généralisation de l'ADSL et la quasi-disparition des factures proportionnelles au volume transféré, au profit de forfaits illimités. Les principaux opérateurs suisses proposent aujourd'hui un forfait de navigation Internet mobile à bas prix (5 CHF par mois), comprenant un volume de données gratuit (entre 2 et 5 Mb selon l'opérateur). On peut donc espérer voir apparaître prochainement des abonnements de base offrant le téléchargement illimité.

#### *4.3.2.3 Amélioration des compétences des téléphones mobiles*

En grande partie grâce au succès des baladeurs mp3 et des appareils photo numériques intégrés, les téléphones sont de plus en plus nombreux à intégrer un périphérique de stockage amovible qui augmente grandement leur capacité de mémoire, ce qui ouvre la porte au développement d'applications plus volumineuses. La puissance de calcul des processeurs mobiles suit la même voie, et les limitations techniques reculent sans cesse.

\*\*\*

## 5. Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier sincèrement M. Michel Deriaz qui a supervisé avec enthousiasme mon travail dans toutes ses étapes, m'a donné des conseils précieux et a collaboré de manière importante au projet en me permettant d'utiliser des extraits de code de sa propre création et en développant l'application côté serveur.

Je remercie également le professeur Dimitri Konstantas, pour sa confiance et son appui dans la réalisation de ce projet.

Un grand merci à Alexandre Fresco, Etienne Rondags, Martial Eller et Thomas Lier, qui m'ont ouvert les portes des Transports publics genevois, ont accueilli mon projet avec enthousiasme, m'ont accordé du temps et m'ont fourni des informations indispensables et des conseils précieux.

Je remercie tout spécialement Stéphane Velen et Christophe Praplan, dont le travail de mémoire a été pour moi une pierre angulaire, faisant le lien entre mon application et le récepteur GPS.

Merci enfin à tous mes testeurs et relecteurs (notamment David Cabrini, Maxime Chollet, Pablo Ferreiro), qui ont posé un regard extérieur sur mon travail et dont l'intransigeance des critiques s'est révélée très bénéfique.

\*\*\*

## 6. Références

### Ouvrages de référence

- LI, S. et KUDSEN J. (2005). *Beginning J2ME : From Novices to Professionals, Third Edition*. Apress.

### Principaux sites Internet (au 29.11.2006)

- [www.fr.wikipedia.org](http://www.fr.wikipedia.org), encyclopédie libre en français
- [www.businessmobile.fr](http://www.businessmobile.fr), actualité et dossiers sur les technologies mobiles
- [www.tpg.ch](http://www.tpg.ch), site des Transports publics genevois
- [etat1.geneve.ch/topoweb4/main.aspx](http://etat1.geneve.ch/topoweb4/main.aspx), guichet cartographique du canton de Genève
- [map.search.ch](http://map.search.ch), carte de la Suisse

### Publications et autres documentations

- PRAPLAN C. et VELEN S. (2006). *Librairie Java pour l'utilisation d'un récepteur GPS Bluetooth sur téléphone mobile, mémoire de licence, Université de Genève*
- LEVI J. et KRATTINGER S. (2006). *Dispatch-Locator, mémoire de bachelor, Université de Genève*

\*\*\*