

RÉPUBLIQUE DU BÉNIN
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ D'ABOMEY-CALAVI
INSTITUT DE FORMATION ET DE
RECHERCHE EN INFORMATIQUE



BP 526 Cotonou Tel : +229 21 14 19 88

<http://www.ifri-uac.net> Courriel : contact@ifri.uac.bj

MÉMOIRE

pour l'obtention du

Diplôme de Licence en Informatique

Option : Génie Logiciel

Présenté par :

AFFOGNON Lionel Vincent de Paul Oladélé

Développement d'une application mobile de suivi en temps réel du trafic routier à Cotonou et environs

Sous la supervision :

Directeur de mémoire

Prof. Eugène C. EZIN

Directeur de stage

Ing. Jean-Pierre KOUKPAKI

Année Académique : **2016-2017**

A

Chantal AVAHOUIN, ma mère

Gervais AFFOIGNON, mon père

Oswald AFFOIGNON, mon frère

Remerciements

Il m'a été très difficile d'écrire cette page au risque d'en oublier.

Je tiens à remercier, le professeur Eugène C. EZIN pour l'assistance dont il a fait montre à mon égard tout au long de mon cycle de licence à l'IFRI. Qu'il trouve ici l'expression de ma filiale gratitude. Merci pour sa disponibilité, sa gentillesse et ses nombreuses relectures.

Je remercie tout aussi chaleureusement, monsieur Jean-Pierre KOUKPAKI pour ses conseils avisés, sa qualité de formateur et pour m'avoir accueilli au sein de son entreprise JTEK Solutions. Merci fraternel, pour avoir accepté la co-direction de ce mémoire pour l'obtention du diplôme de licence en informatique.

Merci à l'ensemble du personnel de l'IFRI et à mes amis, sans qui les trois années en génie logiciel n'auraient jamais été aussi cordiales.

Je tiens également à remercier les membres du jury chargés d'apprécier la qualité de ce travail.

Tout ceci n'aurait été possible sans la bienveillance de mes parents. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements	ii
Sigles et abréviations	vii
Glossaire	viii
Résumé	ix
Abstract	x
Introduction générale	1
1 Revue de littérature	3
Introduction	3
1.1 Travaux existants	3
1.2 Solutions existantes	4
1.2.1 Google Maps : GPS & Transports Publics	4
1.2.2 Waze GPS, Cartes & Trafic	6
1.3 Intérêt du sujet	8
Conclusion	9
2 Conception et choix techniques	10
Introduction	10
2.1 Conception	10
2.1.1 Méthode de modélisation	10
2.1.2 Diagramme des cas d'utilisation	11

2.1.3	Diagramme de classes	12
2.1.4	Principe de fonctionnement	12
2.1.5	Méthode de développement	13
2.2	Choix techniques	14
2.2.1	Langage de développement et outils	14
2.2.2	A propos d'android	15
	Conclusion	15
3	Résultats et discussion	16
	Introduction	16
3.1	Présentation des résultats	16
3.2	Discussion	20
	Conclusion	20
	Conclusion générale et perspectives	21
	Bibliographie	22
	Webographie	23

Table des figures

1.1	Interface de "Google Maps : GPS & Transports Publics"	6
1.2	Interface de "Waze GPS, Cartes & Trafic"	8
2.1	Diagramme de cas d'utilisation	11
2.2	Diagramme de classes	12
2.3	Architecture du système	13
2.4	Une itération selon la méthode scrum	13
3.1	Écran d'accueil	16
3.2	Écran d'inscription	17
3.3	Écran de saisie du code de confirmation	17
3.4	Écran de connexion	18
3.5	Écran d'informations et de signalisations	18
3.6	Écran de propositions d'itinéraires	19
3.7	Écran d'affichage de la carte	19

Liste des tableaux

2.1 Synthèse des outils utilisés	14
--	----

Sigles et abréviations

GPS : Global Positioning System.

GSM : Global System for Mobile Communications.

HTTP : Hypertext Transfer Protocol.

IDE : Integrated Development Environment.

JSON : JavaScript Object Notation.

OS : Operating System.

PHP : Hypertext Preprocessor.

SDK : Software Development Kit.

SGBD : Système de Gestion de Base de Données.

SGBDR : Système de Gestion de Base de Données Relationnel.

SQL : Structured Query Language.

TIC : Technologies de l'Information et de la Communication.

UML : Unified Modeling Language.

XML : eXtensible Markup Language.

Glossaire

3G : norme numérique de troisième génération pour la téléphonie mobile.

Android : système d'exploitation mobile basé sur le noyau Linux.

GSM : norme numérique de seconde génération pour la téléphonie mobile.

HTTP : protocole de communication client-serveur développé pour le World Wide Web.

IDE : ensemble d'outils permettant de programmer dans un langage donné.

Java : langage de programmation informatique orienté objet.

JSON : format de données textuel qui permet de représenter de l'information structurée.

MySQL : système de gestion de base de données relationnel open source basé sur le SQL.

OS : ensemble de programmes qui permet de faire la liaison entre le matériel d'une machine et les applications de l'utilisateur.

PHP : langage de scripts libre principalement utilisé pour produire des pages web dynamiques via un serveur HTTP.

SDK : kit de développement permettant la création des applications de type défini.

SGBD : application destinée à stocker et à partager des informations dans une base de données, en garantissant la qualité, la pérennité et la confidentialité des informations, tout en cachant la complexité des opérations.

SGBDR : c'est un SGBD gérant les relations, c'est-à-dire qu'on peut définir des contraintes qui garantissent l'intégrité référentielle et fonctionnelle des données.

SQL : langage informatique normalisé servant à manipuler les bases de données relationnelles.

UML : langage de modélisation graphique dans le monde du génie logiciel.

XML : langage informatique de balisage générique.

Résumé

Suite au constat d'un besoin en informations sur l'état du trafic routier à Cotonou et environs, nous avons effectué ce travail en vue de proposer une solution d'aide à la navigation efficace et adaptée aux réalités du milieu. Nous avons proposé dans ce projet, la mise en place d'un système de suivi en temps réel du trafic routier à Cotonou et environs. Après les phases de conception et de réalisation, la solution proposée permettrait d'effectuer un certain nombre d'opérations telles que envoyer des notifications push aux autres utilisateurs, choisir de meilleurs itinéraires, signaler les zones d'embouteillages, etc. A l'aide d'un smartphone android, un utilisateur pourra consulter la carte de Cotonou et effectuer ces différentes opérations.

Mots clés : *conduite automobile, systèmes d'assistance au conducteur, trafic routier, assistant routier, temps réel, aide à la navigation, informations liées aux trafics, java, android.*

Abstract

Further to the report of a need in informations on the state of road traffics in Cotonou and surrounding areas, in this work we propose solution witch can give adapted and effective road assistant. We thus proposed in this project, the implementation of a system of real time follow-up of road traffics in Cotonou and neighborhood. After phases of design and realisation, the proposed solution could allow many operations such as sending notifications push to the other users, choosing road of free traffic, indicating the zones of traffic jams, etc. By means of a smartphone android, user can consult the map of Cotonou and make these various operations.

Key words: *car driving, driving support systems, road traffic, road assistant, real time, navigation assistance, information traffics, java, android.*

Introduction générale

Contexte et justification

Le réseau de communication est un outil de développement. Au Bénin, il comprend les voies routières, les voies ferrées, les voies fluviales, les voies aériennes, la poste sans oublier les TIC. Ces dernières années, le parc automobile national s'est agrandi alors que le développement des infrastructures routières ne semble pas progresser dans le même sens [8, 9]. Cette situation cause des embouteillages par endroit sur des artères principales de certaines villes du pays.

Durant notre stage académique dans l'entreprise JTEK Solutions, il nous a été demandé de proposer une solution à ce problème. Ainsi, à travers le thème "**développement d'une application mobile de suivi en temps réel du trafic routier à Cotonou et environs**", nous avons porté notre attention sur ce problème.

Pour cela, nous avons conçu une application qui permettra aux utilisateurs des routes et détenteurs d'un smartphone d'identifier les zones d'embouteillages, de les signaler, de demander et d'obtenir de meilleurs itinéraires pour la circulation routière à Cotonou et environs.

Problématique

Dans les principales villes du Bénin, presque toutes les grandes artères disposent d'un feu tricolore à ses carrefours. Lorsque ces feux sont en panne, les agents de police prennent la relève pour réguler la circulation routière. Malgré ces efforts, des embouteillages sont remarqués par endroit à cause de l'état de dégradation de certaines voies et de certains véhicules.

De ce constat, nous pensons que la connaissance de l'état des trafics sur les différentes artères faciliterait et rendrait autonome les déplacements. Les usagers de la route gagneraient en temps et dans l'entretien de leurs véhicules.

Aussi pour ces derniers, disposer d'un guide de déplacement leur permettant de choisir un itinéraire à n'importe quel moment, serait d'une utilité appréciable.

Ces préoccupations sont les questions auxquelles nous apportons des réponses.

Objectifs

Notre projet a pour objectif principal de mettre en place une application mobile à la disposition de la population de Cotonou et environs, usager de la route et disposant d'un smartphone. Un outil de suivi du trafic en temps réel qui servira à pallier aux désagréments causés par les nombreux embouteillages qui surviennent quotidiennement.

Plus précisément, il s'agira de permettre aux utilisateurs de pouvoir :

- signaler les zones d'embouteillages, d'accidents et de barrages policiers ;
- visualiser les signalisations sur la carte ;
- proposer de meilleurs itinéraires ;
- obtenir de meilleurs itinéraires.

Organisation du mémoire

Le présent mémoire, point de nos travaux, comporte trois chapitres.

Le premier, présente une revue de littérature sur la gestion des informations du trafic routier grâce aux applications mobiles sur la base de laquelle nous avons élaboré notre problématique.

Le deuxième, présente les choix techniques opérés en vue de la conception et de la réalisation de la solution proposée. Quant au troisième, il fait une analyse critique des résultats issus de nos simulations.

Revue de littérature

Introduction

Ce travail n'est pas exploratoire. Beaucoup de travaux qui pourraient inspirer ont porté sur des thématiques proches. Cette revue de littérature est un récapitulatif d'œuvres basées sur les systèmes d'aide à la conduite, puis une présentation sommaire des solutions existantes. L'analyse de ces réalisations fera ressortir l'intérêt de notre sujet.

1.1 Travaux existants

En 2008, Eriksson, J. et al. dans *The pothole patrol : using a mobile sensor network for road surface monitoring* [3], ont présenté leurs investigations sur une application mobile basée sur la détection et l'envoi des informations sur les conditions superficielles des routes. Ils ont décrit un système et des algorithmes associés pour contrôler cette infrastructure utilisant une collection de véhicules équipés de capteurs. Ce système, est appelé **la Patrouille de Caverne**.

La même année, Mohan, P. et al. dans *Nericell : rich monitoring of road and traffic conditions using mobile smartphones* [4], ont travaillé sur un système sensoriel nommé **Nericell**. Il est basé sur les smartphones que les utilisateurs portent avec eux quotidiennement. Il utilise l'accéléromètre, le microphone, le GSM, la radio, et-ou des capteurs GPS de ces téléphones pour détecter des cavernes, des heurts, etc.

En 2009, Hunter, T. et al. dans *Path and travel time inference from GPS probe vehicle data* [6], ont présenté un algorithme de maximisation des attentes qui apprend simultanément les chemins

probables pris par des véhicules d'investigation aussi bien que les distributions de temps de voyage par le réseau. Ils ont illustré la performance de leur algorithme en utilisant des données de taxis de San Francisco.

En 2012, Horvitz, E. J. et al. dans *Prediction, expectation, and surprise : Methods, designs, and study of a deployed traffic forecasting service* [2], ont présenté leur travail sur le développement d'un modèle qui prédit le courant du trafic et la congestion dans la zone de Greater Seattle. La recherche a mené au déploiement d'un service nommé **JamBayes**, activement utilisé par plus de 2500 utilisateurs via des smartphones.

En 2014, Susan J. P. dans sa thèse intitulée *Vehicle re-routing strategies for congestion avoidance* [1], a affirmé que la congestion de trafic cause la frustration du conducteur et coûte des milliards de dollars annuellement en temps perdu et en consommation de carburant. Elle présente un système de déviation automobile rentable qui réduit facilement les effets de congestion de trafic. Son système rassemble les données du trafic en temps réel grâce à des capteurs en bord de route. A proximité, de panneaux signalant des congestions de trafic sur le trajet des véhicules, des conseils de déviation adaptés leurs sont communiqués.

1.2 Solutions existantes

1.2.1 Google Maps : GPS & Transports Publics

1.2.1.1 Présentation

Google Maps est un service gratuit de cartographie en ligne. Le service a été créé par Google. Lancé en 2004 aux États-Unis et au Canada puis en 2005 ce fût au tour de la Grande-Bretagne (sous le nom de "Google Local"). Google Maps a été lancé jeudi 27 avril 2006, simultanément en France, Allemagne, Espagne et Italie [20].

Il permet, à partir de l'échelle d'un pays, de zoomer jusqu'à l'échelle d'une rue. Des prises de vues fixes montrant les détails de certaines rues sont également accessibles grâce à une passerelle vers "Google Street View"¹.

¹Service lancé en mai 2007 afin de compléter "Google Map" et "Google Earth" : il permet de visualiser un panorama à 360° d'un lieu situé sur une voie urbaine ou rurale.

1.2.1.2 Forces

Deux types de vue sont disponibles dans "Google Maps" : une vue en plan classique, avec les noms des villes, des quartiers, des rues et une vue en image satellite, qui couvre aujourd'hui le monde entier.

Il existe également plusieurs versions mobiles de Google Maps, qui utilisent les réseaux des téléphones notamment la 3G pour charger les cartes de la même manière que sur les ordinateurs. Les versions varient beaucoup selon la définition d'écran des téléphones portables, le fait d'avoir un écran tactile ou encore la puissance du processeur.

Selon les informations collectées sur le site internet de Google Play [10], nous pouvons résumer les avantages d'utiliser Google Maps : GPS & Transports Publics en huit points à savoir :

1. les mises à jour en temps réel de la carte dans votre localité pour accélérer vos déplacements ;
2. des propositions d'adresses à découvrir, à visiter ou faire une pause café en fonction de votre localisation ;
3. des plans et des vues de l'intérieur de ces zones susceptibles d'intéresser (stade, aéroport, musée, ...);
4. l'utilisation de ses services hors connexion ;
5. une interface adaptée à tous les types d'écran ;
6. les cartes complètes et précises dans 220 pays et territoires ;
7. les plans et horaires de transports en commun dans plus de 15000 villes.

1.2.1.3 Faiblesses

Malgré la quantité des services offerts et selon les retours sur l'expérience des utilisateurs, il est à noter que :

- certaines fonctionnalités ne sont pas disponibles dans tous les pays ;
- la navigation vocale et la précision des positions ne comblent pas les attentes des utilisateurs ;

- la signalisation des itinéraires erronés n'est pas faite.

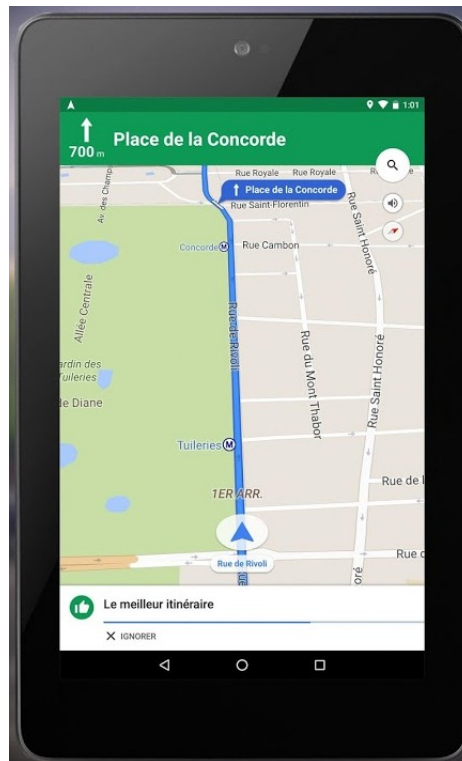


FIGURE 1.1 – Interface de "Google Maps : GPS & Transports Publics"²

1.2.2 Waze GPS, Cartes & Trafic

1.2.2.1 Présentation

Waze est l'application de trafic et de navigation communautaire ayant la plus grande communauté dans le monde. Initialement imaginé par un chercheur israélien, elle a été fondée par Uri Levine, Ehud Shabtai et Amir Shinar sous le nom Linqmap en 2008. Elle était sous la forme d'une application open source qui combine les informations issues des terminaux de différents utilisateurs pour cartographier une région. Ayant vu en ce logiciel un énorme potentiel, Google a racheté Waze en Juin 2013 [21].

²Source : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.maps&hl=fr>.

1.2.2.2 Forces

Aujourd'hui, elle a la particularité de s'appuyer sur une cartographie élaborée par ses propres utilisateurs, dans la philosophie des outils collaboratifs du web 2.0³. La navigation se fait en temps réel et prend en compte l'état du trafic.

Après avoir saisi leur adresse de destination, les utilisateurs conduisent tout simplement avec l'application ouverte sur leur téléphone pour contribuer passivement aux données du trafic routier. Ils peuvent également jouer un rôle plus actif en partageant des signalements tels que l'état des routes, les accidents, les barrages de police, ou tous autres dangers le long de leur itinéraire. En d'autres termes, les conducteurs partagent en temps réel l'état du trafic et des routes, réduisant pour tous les usagers les frais de carburant et le temps du trajet quotidien.

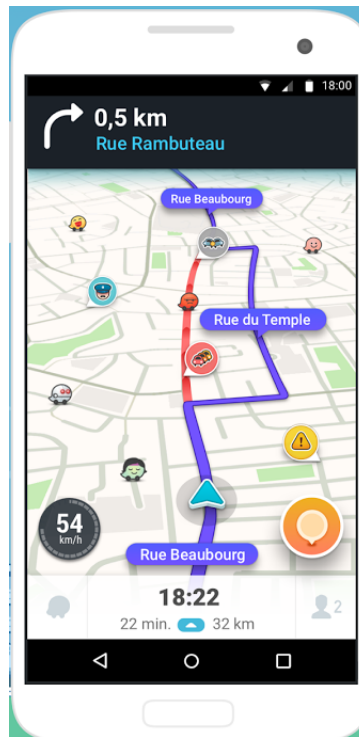
Les avantages de Waze sont principalement axés sur la forte communauté d'utilisateurs et la mise à jour constante des cartes qui sont disponibles pour eux. Waze est très utile pour les déplacements faits quotidiennement car tous les nouveaux points connus par les utilisateurs sont intégrés. Elle propose aisément des chemins parfois inconnus de l'utilisateur et son guidage vocal est complet.

En contribuant avec des informations de la route, l'utilisateur gagne des points qui lui permettent de monter dans le classement de sa communauté.

1.2.2.3 Faiblesses

Selon les avis des utilisateurs sur le site internet de Google Play [11], l'absence de quelques routes et un guidage vocal parfois hasardeux sont des inconvénients. Nous pouvons ajouter que l'utilisation continue du GPS en arrière-plan réduit considérablement l'autonomie et la durée de vie de la batterie. Ce fait entraîne, l'extinction automatique de Waze.

³Ensemble des techniques, des fonctionnalités et des usages qui ont suivi la forme originelle du web, caractérisé par plus de simplicité et d'interactivité (sociabilité).

FIGURE 1.2 – Interface de "Waze GPS, Cartes & Trafic"⁴

1.3 Intérêt du sujet

Les travaux réalisés allant dans le sens de notre mémoire sont principalement axés sur la mise en place d'algorithmes divers faisant appel à des capteurs. À l'heure actuelle de la pénétration des TIC au Bénin, les diverses solutions existantes d'informations en temps réel sur le trafic routier ne sont pas encore applicables⁵. Il s'agit entre autre de *Waze GPS, Cartes and Trafic*; *Google Maps : GPS & Transports Publics*; *TomTom*; *iCoyote* et *Inrix*. La maîtrise des informations en temps réel sur le trafic routier est d'une importance car elle permet :

- de réduire le temps d'intervention des exploitants de la route pour maintenir la viabilité, notamment en cas d'accidents ;
- d'améliorer la sécurité routière ;
- de réguler le trafic ;
- d'améliorer le confort des usagers ;

⁴Source : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.waze&hl=fr>.

⁵Source : INSAE/DSS/EMICoV 2011.

- de gagner du temps, ...

Notre système se basera essentiellement sur la participation des utilisateurs.

Conclusion

La géolocalisation en temps réel influe sur la connaissance à tout moment de la position géographique d'un objet, d'un véhicule, ou même d'un individu dans le temps. Après avoir élucidé les notions clés de notre thème, nous avons présenté dans ce chapitre quelques solutions existantes à travers leurs fonctionnements, forces et faiblesses.

Dans le chapitre 2 nous aborderons notre solution à travers sa conception et les choix techniques effectués pour sa réalisation.

Conception et choix techniques

Introduction

Le modèle est une représentation simplifiée d'une réalité. Il permet de capturer des aspects pertinents pour répondre à un objectif défini a priori. À travers l'étape de modélisation, nous organisons nos idées, les documentons puis achevons la réalisation en définissant les modules, les outils et les étapes de réalisation. Notre modélisation se fera autour :

- du diagramme des cas d'utilisation qui recense les différentes fonctionnalités de notre système ;
- du diagramme de classes qui représentera de façon statique les éléments qui composent notre système et de leurs relations.

2.1 Conception

2.1.1 Méthode de modélisation

D'après nos recherches sur le site internet de Unified Modeling Language [16], UML est un langage de modélisation visuelle standard destiné à être utilisé pour spécifier, visualiser et documenter des modèles de systèmes logiciels, y compris leur structure et leur conception, de manière à répondre à toutes ces exigences.

Les diagrammes de cas d'utilisation sont des diagrammes UML utilisés pour donner une vision globale du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Ils sont utiles pour des pré-

sentations auprès de la direction ou des acteurs d'un projet, mais pour le développement, les cas d'utilisation sont plus appropriés [22].

Le diagramme de classes est un schéma utilisé en génie logiciel pour présenter les classes et les interfaces des systèmes ainsi que les différentes relations entre celles-ci. Le diagramme de classes est considéré comme le plus important de la modélisation orientée objet, il est le seul obligatoire lors d'une telle modélisation [23].

Quant au diagramme de cas d'utilisation, il montre un système du point de vue des acteurs, le diagramme de classes en montre la structure interne. Il permet de fournir une représentation abstraite des objets du système qui vont interagir pour réaliser les cas d'utilisation. Il est important de noter qu'un même objet peut très bien intervenir dans la réalisation de plusieurs cas d'utilisation. Les cas d'utilisation ne réalisent donc pas une partition des classes du diagramme de classes [17].

2.1.2 Diagramme des cas d'utilisation

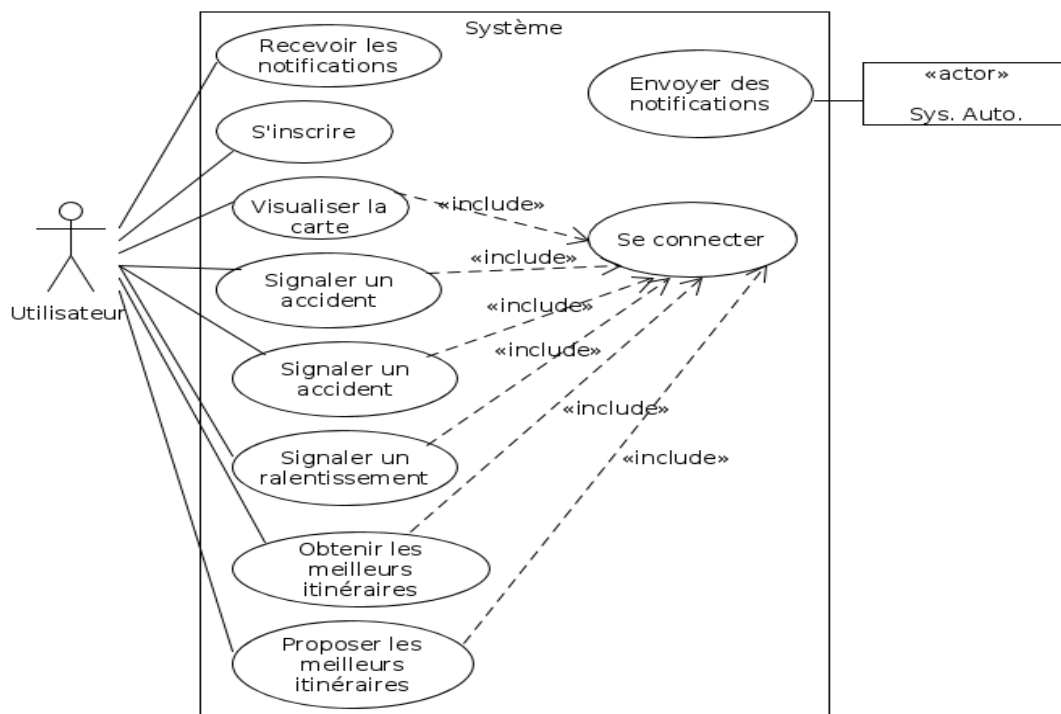


FIGURE 2.1 – Diagramme de cas d'utilisation

2.1.3 Diagramme de classes

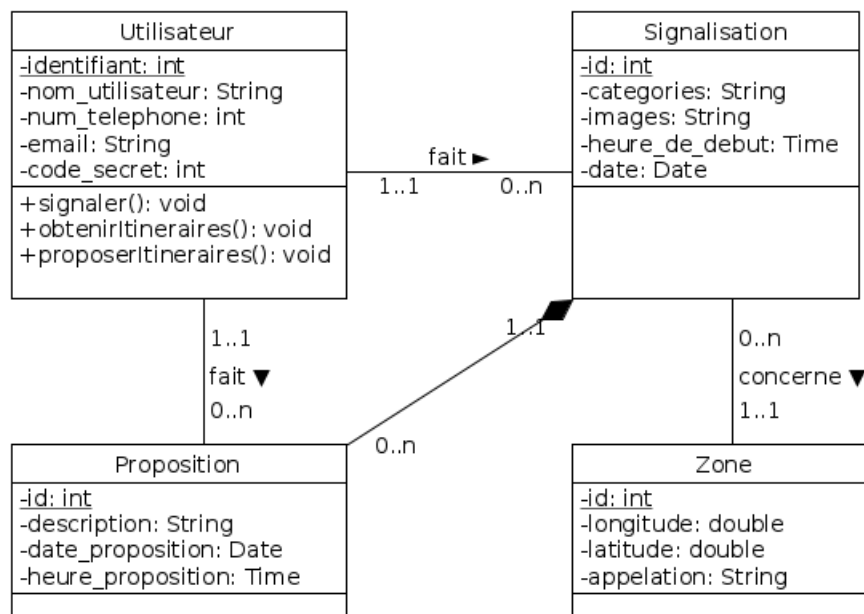


FIGURE 2.2 – Diagramme de classes

2.1.4 Principe de fonctionnement

À travers diverses fonctionnalités de l'application, des scripts PHP sont lancés depuis les téléphones android grâce au protocole HTTP. Les requêtes SQL issues des scripts PHP sont exécutées au niveau du serveur de base de données MySQL. Les résultats issus de cette exécution sont transformés au format JSON et sont envoyés vers l'application. Nous avons utilisé retrofit, une librairie pour android permettant non seulement de manipuler avec aisance des données structurées mais aussi d'envoyer des requêtes HTTP grâce à ses méthodes et interfaces prédéfinies [18, 19].

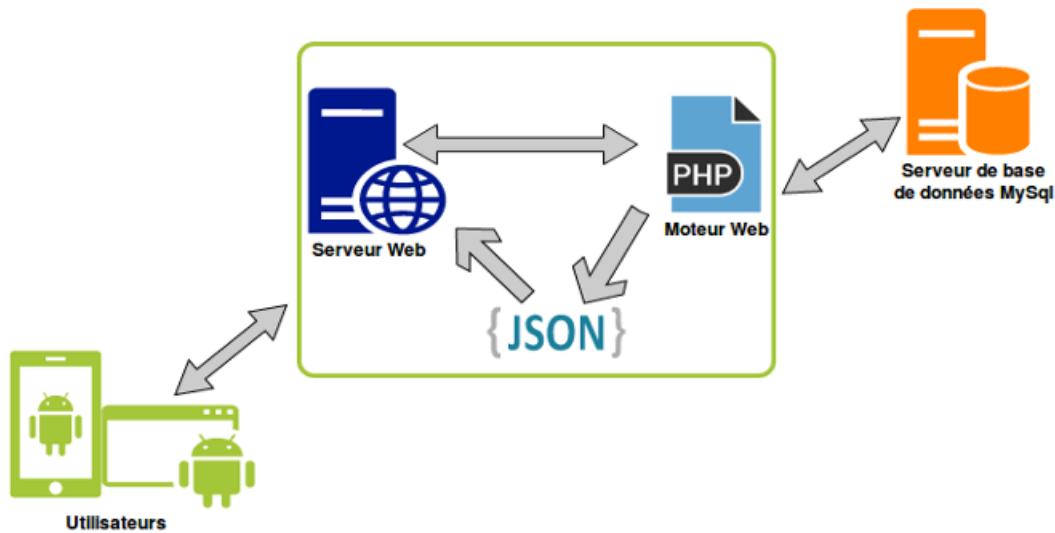
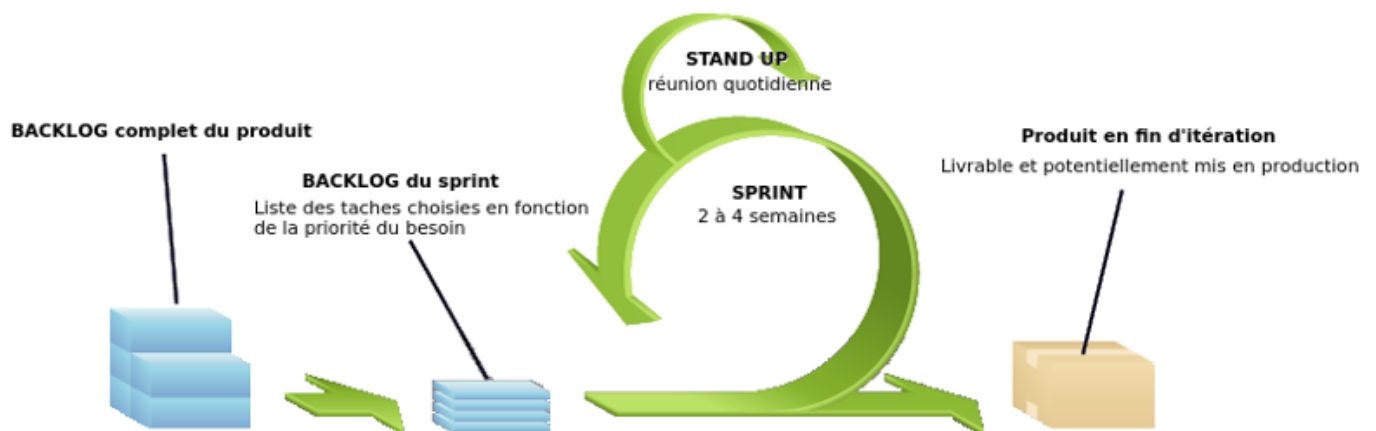


FIGURE 2.3 – Architecture du système

2.1.5 Méthode de développement

Le scrum fait partie de la famille des méthodes agile de gestion de projet. Il a pour but d'améliorer la productivité des équipes et permet de produire la plus grande valeur métier dans la durée la plus courte. Cette expression est inspirée du terme scrum en rugby qui signifie une mêlée. C'est une technique de reprise de jeu après faute qui remet une équipe sur de bons rails par un effort collectif. Cette méthode a été principalement conçue pour le développement de logiciels informatiques.

FIGURE 2.4 – Une itération selon la méthode scrum¹

¹Source : http://ineumann.developpez.com/tutoriels/alm/agile_scrum/images/10000201000003320000012DCAC0B57B.png.

Le scrum fonctionne en cycles appelés sprint. Chaque sprint est d’une durée de 2 à 4 semaines afin de garder un rythme constant. A la fin de chaque sprint, une version testable est fournie afin de faire le point.

2.2 Choix techniques

2.2.1 Langage de développement et outils

TABLE 2.1 – Synthèse des outils utilisés

Outils	Version
Système d’exploitation	
Linux	Ubuntu 16.04.2 LTS (Xerial Xerius)
Langages	
Java	8.0
XML	1.0
UML	2.0
PHP	7.0
Autres logiciels	
Android Studio	2.3.2
UMLet	14.2
NetBeans	8.2

Parmi les IDE permettant de faire du développement d’applications mobiles, nous avons orienté notre choix vers Android Studio à cause de notre familiarité avec son environnement et des divers avantages qu’il met à notre disposition. En effet, il intègre un SDK complet, composé d’outils de développement dont un débogueur, des bibliothèques logicielles, un émulateur et de la documentation [24]. En outre, il se base sur le langage de programmation Java permettant de faire des traitements avec à l’appui une large communauté [25] mais aussi sur le langage XML pour une bonne gestion des interfaces.

Quant à UMLet, nous l’avons choisi après avoir essayé entre autre MyEclipse, Umbrello et plusieurs plugins UML pour Eclipse. Ce léger outil, dispose d’une interface utilisateur simple : après réalisation des diagrammes nous pouvons les exporter aisément. Notons qu’il ne ralentit pas notre système d’exploitation.

Nous avons utilisé le langage PHP pour assurer le transfert des informations entre l’application mobile et le serveur base de données MySQL. Pour cette tâche, nous avons eu besoin de

NetBeans car il supporte entre autre l'autocomplétion, la coloration syntaxique, la proposition de meilleurs structures.

2.2.2 A propos d'android

Android est un OS mobile Open Source. Conçu initialement par Android Inc. il a été racheté par Google en 2005. Programmer sous android nécessite l'installation du SDK android et la compréhension des bases de la programmation sous android [7]. Une application android est composée d'éléments de bases tels que :

- activity (activité en français) : composante principale d'une application android (une application est en fait une pile d'activités où chaque vue est une activité) ;
- services : un service permet l'exécution d'un algorithme sur un temps indéfini. Seul l'aboutissement de sa tâche ou l'arrêt de son exécution peut y mettre fin ;
- broadcast and intent receivers : ils permettent la communication entre composants ;
- content providers : ils permettent le partage de contenus entre applications.

Android dispose aussi d'un arsenal de librairies qui inclut la plupart des fonctionnalités présentes dans Java ainsi que des fonctionnalités supplémentaires pour la gestion de l'interface graphique par exemple.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les choix techniques opérés ainsi que notre solution à travers sa modélisation, son principe de fonctionnement et les outils utilisés. Le chapitre 3 exposera les différents résultats et quelques critiques.

Résultats et discussion

Introduction

Dans un premier temps, nous présenterons notre solution à travers les fonctionnalités développées. Ensuite, nous exposerons les critiques et insuffisances liées à notre solution.

3.1 Présentation des résultats

Pour réaliser les simulations nous avons utilisé un téléphone android pour être imprégné des réalités d'utilisation afin de garantir une bonne expérience utilisateur.

La figure 3.1 présente l'écran d'accueil de notre application. Elle présente de façon brève, les services que nous offrons.

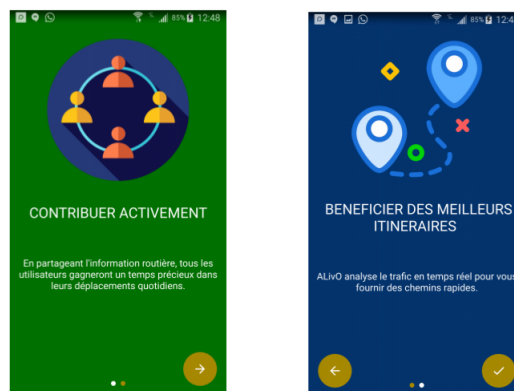


FIGURE 3.1 – Écran d'accueil

La figure 3.2 permet au nouvel utilisateur de s'inscrire ou de profiter des signalisations des participants. Après avoir saisi des informations valides, l'utilisateur peut cliquer sur le bouton s'inscrire. Suite au clic il reçoit par mail un code de confirmation à saisir comme l'indique la figure 3.3. Le membre inscrit, déconnecté peut se reconnecter en cliquant sur **Déjà membre ? Se connecter** et en saisissant les informations demandées : figure 3.4.

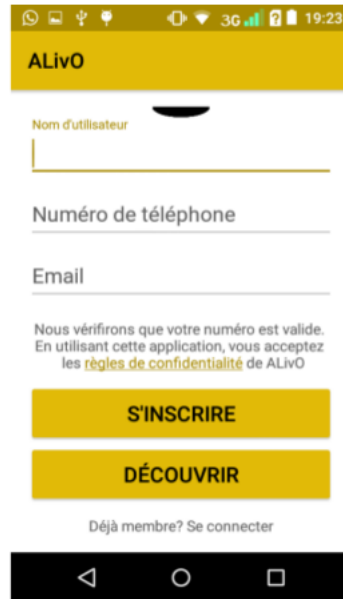


FIGURE 3.2 – Écran d'inscription

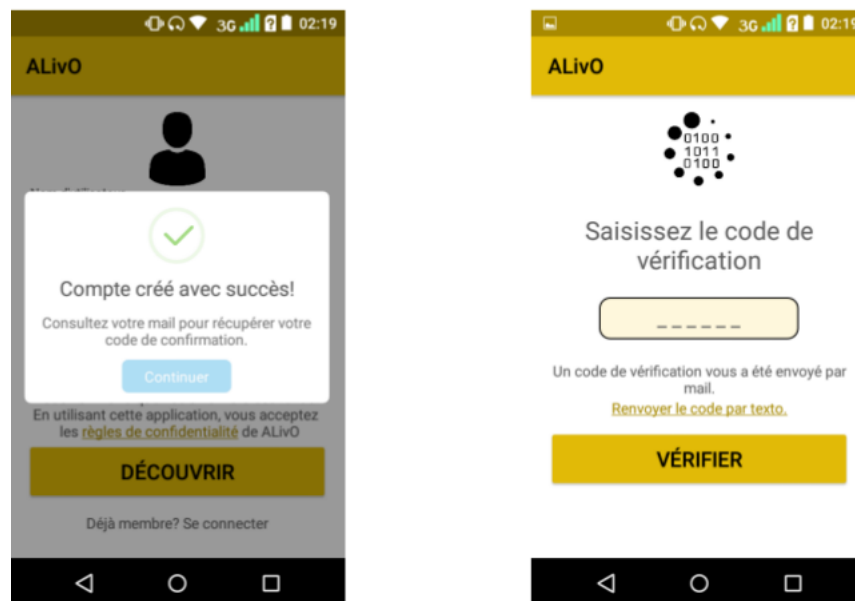


FIGURE 3.3 – Écran de saisie du code de confirmation

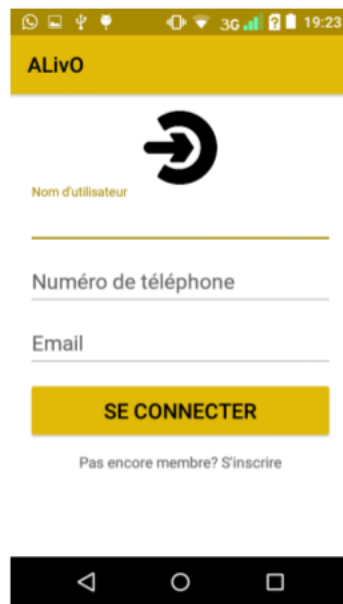


FIGURE 3.4 – Écran de connexion

Comme l'indique la figure 3.5, l'utilisateur inscrit obtient en temps réel les différentes informations de ralentissements, de barrages policiers et d'accidents de la journée, les heures des signalisations, le pseudo de l'utilisateur qui a bien voulu signaler et enfin les zones concernées. Il a aussi la possibilité, en un clic de faire à son tour des signalisations en faisant le choix approprié.

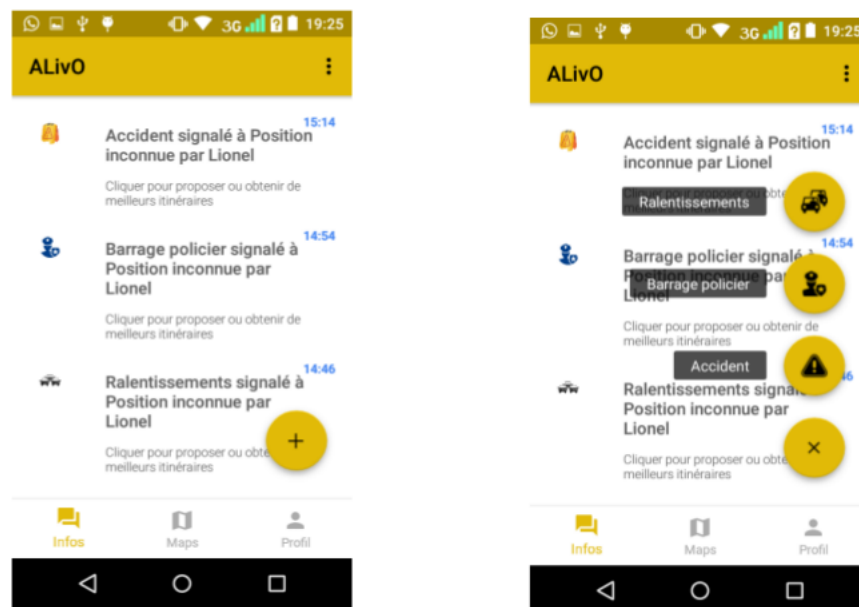


FIGURE 3.5 – Écran d'informations et de signalisations

Au clic d'une signalisation, non seulement l'utilisateur obtient des itinéraires proposés mais aussi il peut aider la communauté en proposant des itinéraires.

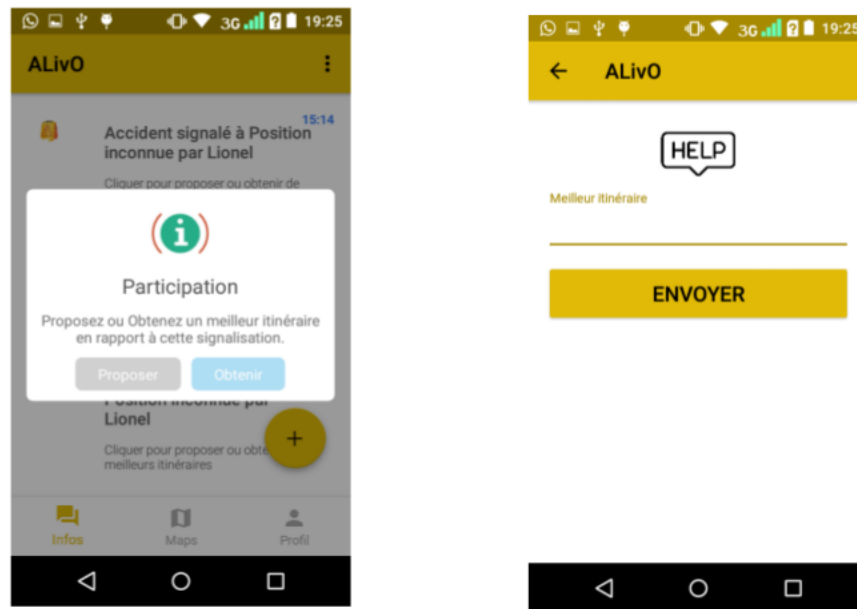


FIGURE 3.6 – Écran de propositions d'itinéraires

Sur la carte nous voyons les différentes positions des utilisateurs au moment de leurs signalisations.



FIGURE 3.7 – Écran d'affichage de la carte

3.2 Discussion

Notre travail étant de réaliser ce projet d'entreprise porté par la société JTEK Solutions. Les recherches effectuées nous ont permis de constater l'existence de certaines solutions. Cependant, ces dernières ne peuvent pas être mise en place au Bénin en général, à Cotonou et environs en particulier.

Notre solution est un outil utile car elle fonctionne comme les assistants routiers les plus connus. Elle permet une facilité dans les déplacements quotidiens en améliorant l'état des voies et l'esprit d'entraide en société de l'utilisateur.

Malgré son accessibilité au grand public à cause des technologies utilisées et des services offerts, notre application a aussi des insuffisances. C'est ainsi, que nous remarquons que notre solution ne dispose pas :

- de l'automatisation des itinéraires proposées grâce à des algorithmes,
- d'une bonne gestion des notifications push,
- d'une option hors ligne.

Pour pallier ces problèmes, nous proposons d'associer à notre application des capteurs qui seront chargés de renvoyer les informations du trafic routier. Ces informations seront traitées puis des notifications push seront envoyées après un seuil donné.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exposé les résultats des tests de notre application à travers diverses captures d'interfaces. Ensuite, nous avons réalisé quelques critiques concernant ses performances et ses insuffisances.

Conclusion générale et perspectives

Les systèmes temps réel associés à l'internet, au mobile et aux techniques de géolocalisation constituent une avancée technologique dans le domaine de l'information sur les trafics routiers. Cette avancée est marquée par le nombre d'applications jouant le rôle d'assistant routier. Mais il est à constater que les performances des résultats de ces applications diffèrent selon la zone dans laquelle se trouvent les utilisateurs. Tel est le cas du Bénin dont la gestion des trafics routiers n'est pas prise en compte par ces applications.

L'objet de ce mémoire, a été de mettre en place une application mobile de suivi en temps réel du trafic routier à Cotonou et environs pour améliorer l'état des voies et faciliter les déplacements à tout moment de la journée. Ainsi grâce aux smartphones, il est possible de signaler depuis sa position un embouteillage, un accident ou un barrage policier et de partager de meilleurs itinéraires avec la communauté des utilisateurs.

Dans ce mémoire, nous avons tout d'abord fait une revue de littérature autour des travaux et solutions existantes d'aide à la navigation puis réalisé la conception de la solution que nous avons proposé avant d'exposer les résultats et critiques de l'application que nous avons implémenté.

Bien que notre solution réponde au besoin énoncé, il faut noter certaines insuffisances tels que l'absence de l'automatisation des itinéraires proposées, une bonne gestion des notifications push et l'absence d'une option hors ligne.

Nous pensons qu'il serait aussi intéressant d'explorer la possibilité de rendre l'application accessible sur d'autres plateformes telles que iOS de Apple, mais aussi d'intégrer le guidage vocale dans nos langues nationales.

Bibliographie

- [1] Susan, J.P. (2014). Vehicle re-routing strategies for congestion avoidance. *New Jersey Institute of Technology*, 139.
- [2] Horvitz, E. J., Apacible, J., Sarin, R., & Liao, L. (2012). Prediction, expectation, and surprise : Methods, designs, and study of a deployed traffic forecasting service. *arXiv preprint arXiv :1207.1352*.
- [3] Eriksson, J., Girod, L., Hull, B., Newton, R., Madden, S., & Balakrishnan, H. (2008). The pothole patrol : using a mobile sensor network for road surface monitoring. In *Proceedings of the 6th international conference on Mobile systems, applications, and services* (pp. 29-39). ACM.
- [4] Mohan, P., Padmanabhan, V. N., & Ramjee, R. (2008). Nericell : rich monitoring of road and traffic conditions using mobile smartphones. In *Proceedings of the 6th ACM conference on Embedded network sensor systems* (pp. 323-336). ACM.
- [5] Haklay, M., & Weber, P. (2008). Openstreetmap : User-generated street maps. *IEEE Pervasive Computing*, 7(4), 12-18.
- [6] Hunter, T., Herring, R., Abbeel, P., & Bayen, A. (2009). Path and travel time inference from GPS probe vehicle data. *NIPS Analyzing Networks and Learning with Graphs*, 12(1).
- [7] Soumaila R. (2015). Système de géolocalisation sur le Campus d'Abomey-Calavi. *Rapport de licence en informatique*, IFRI.
- [8] MTPT (2007). Stratégie sectorielle des transports actualisée (2007-2011). Bénin.
- [9] Baglo, A. A. (2007). Les politiques de transport urbain pour une gestion durable de l'environnement : le cas de la ville de Cotonou en République du Bénin. *Actes des colloque de Genève*, Laboratoire d'Écologie Appliquée de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université d'Abomey-Calavi.

Webographie

- [10] Site officiel de Google Play. Page consultée le 17 avril 2017 à partir de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.maps&hl=fr>.
- [11] Site officiel de Google Play. Page consultée le 17 avril 2017 à partir de <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.waze&hl=fr>.
- [12] Pierre Gérard. UML Cours 1 : Diagrammes de cas d'utilisation, Laboratoire d'Informatique de Paris Nord [en ligne]. Page consultée le 17 avril 2017 à partir de <http://lipn.univ-paris13.fr/~gerard/uml-s2/uml-cours04.html>.
- [13] Souhaïel MEDIMAGH. La différence entre un serveur web et un serveur d'application, SUPINFO [en ligne]. Page consultée le 16 mai 2017 à partir de <http://www.supinfo.com/articles/single/1156-difference-serveur-web-serveur-application>
- [14] Margaret Rouse. MySQL, TechTarget [en ligne]. Page consultée le 16 mai 2017 à partir de <http://searchenterprise-linux.techtarget.com/definition/MySQL>
- [15] CD SPORT. Historique des systèmes d'aide à la conduite, CD SPORT Ecole de pilotage itinérante [en ligne]. Page consultée le 14 juin 2017 à partir de <https://www.cd-sport.com/cd-conseils/historique-systemes-daide-a-conduite/>
- [16] Object Management Group®, Inc. What is UML, Unified Modeling Language [en ligne]. Page consultée le 17 avril 2017 à partir de <http://www.uml.org/what-is-uml.htm>.
- [17] Laurent Audibert. UML 2 De l'apprentissage à la pratique, Developpez.com [en ligne]. Page consultée le 17 avril 2017 à partir de <http://laurent-audibert.developpez.com/Cours-UML/?page=diagramme-classes>
- [18] Lars Vogel, Simon Scholz, David Weiser. Using Retrofit 2.x as REST client - Tutorial, vogella [en ligne]. Page consultée le 16 mai 2017 à partir de <http://www.vogella.com/tutorials/Retrofit/article.html>

-
- [19] Florent Champigny. Introduction à la librairie Retrofit – webservices REST, Tutos Android - Tutoriels pour développer des applications android [en ligne]. Page consultée le 16 mai 2017 à partir de <http://www.tutos-android.com/retrofit-webservices-rest>
- [20] Google Maps. (2017, juin 9). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 3 juillet 2017 à partir de http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Google_Maps&oldid=138036200.
- [21] Waze. (2017, mars 13). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 3 juillet 2017 à partir de <http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Waze&oldid=135378744>.
- [22] Diagramme de classes. (2017, mars 15). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 3 juillet 2017 à partir de http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Diagramme_de_classes&oldid=135447659.
- [23] Diagramme des cas d'utilisation. (2017, janvier 6). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 3 juillet 2017 à partir de http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Diagramme_des_cas_d%27utilisation&oldid=133382845.
- [24] Android SDK. (2017, janvier 30). *Wikipédia, l'encyclopédie libre*. Page consultée le 5 juillet 2017 à partir de http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Android_SDK&oldid=134110841.
- [25] TIOBE software BV. TIOBE, The Software Quality Company. Page consultée le 5 juillet 2017 à partir de <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>.
