

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU

FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE



ⵍⵓⵍⵓⵔ ⵎⵎⵎⵔ ⵉⵏ ⵜⵉⵣⵉ ⵓⵣⵣⵓ

ⵉⵏⵙⵉⵏⵉⵏⵉ ⵉⵏⵙⵉⵏⵉⵏⵉ

MEMOIRE DE MASTER 2 ACADEMIQUE

Réseaux Mobilité, et Systèmes Embarqués (RMSE)

*Géolocalisation GPS des établissements recevant
Du Publique (ERP) de la ville de Tizi Ouzou*

Réalisé par : KHALDI Lynda

Encadré par : M^r HAMACHE Arezki

Maître de conférence à l'Université de Tizi Ouzou

Soutenue devant le jury :

M^r HAMACHE Arezki.....Promoteur.

M^rPrésident.

M^rExamineur.

M^r.....Examineur.

Année universitaire 2014/2015.



Remerciements

Le plus important dans la vie d'un Homme est d'être reconnaissant et son plus grand malheur est de n'être utile à personne. Il n'est pas de mon habitude d'être ingrate. La réalisation d'une œuvre, ainsi que le déroulement de la vie d'un Homme est subordonnée à celle d'un autre.

Je tiens avant tout à remercier le bon DIEU qui m'a donné la volonté et le courage pour la réalisation de ce modeste travail.

Je vous remercie vivement Mr. Hamache pour la précieuse assistance, Vous avez bien voulu me confier ce travail riche d'intérêt et me guider à chaque étape de sa réalisation.

Que les membres de jury trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant de juger ce travail.

Que cette page soit aussi le parfait témoignage de ma gratitude envers ma famille et tous mes amis qui m'ont aidé, de près ou de loin, à élaborer ce travail



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A toi maman la prunelle de mes yeux

La source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener bien mes études. Je te dédie ce travail en témoignage de ma reconnaissance et de mon affection pour tes sacrifices, l'extrême amour et la bonté que m'a offert pour me voir réussir.

A mon cher papa

A l'homme que je dois ma réussite, mon bonheur, et tout le respect, qu'il trouve ici l'expression de mon affection et une récompense des sacrifices consentis pour moi.

A vous mes deux anges gardiens mes chers frères Farid et Mourad.

A tous mes ami(e)s (Alice, Radia, Djidji, fazia, zohir...).



Que Dieu nous protège et nous préserve le bonheur et la santé.

Sommaire

Remerciements.	
Dédicaces.	
Table de Matières.....	IV
Table des illustrations.....	X
Introduction générale.....	2

Chapitre I : présentation d'Android

I.1. <u>Introduction</u>.....	6
I.2. <u>Histoire de naissance d'Android</u>.....	6
I.3. <u>Définition</u>.....	7
I.4. <u>Chronologie des versions</u>.....	7
I.5. <u>Avantages et concurrents d'Android</u>.....	11
I.5.1. <u>L'Open Handset Alliance (OHA)</u>.....	11
I.5.2. <u>Les avantages d'Android</u>.....	11
I.5.3. <u>Les concurrents d'Android</u>.....	13
I.6. <u>la part de marché mondial des OS de smartphone</u>.....	14
I.7. <u>L'architecture logicielle d'Android</u>.....	17
I.7.1. <u>La couche Application</u>.....	18
I.7.2. <u>La couche Framework</u>.....	18
I.7.3. <u>La couche bibliothèques (librairies)</u>.....	19
I.7.4. <u>Le moteur d'exécution d'Android (« Runtime System » en Anglais)</u>.....	21
I.7.5. <u>Le noyau linux (linux kernel)</u>.....	22
I.8. <u>Développement d'application Android</u>.....	22
I.8.1. <u>Cycle de vie d'une activité Android</u>.....	23

I.9. Présentation de quelque application Android	24
I.9.1. My parking	24
I.9.2. PayByPhone	26
I.9.3. Taxi Caller	27
I.10. Conclusion	28

Chapitre II : Généralités sur la Géolocalisation

II.1. Introduction	31
II.2. Définition	32
II.3. Méthodes de géolocalisation	32
II.3.1. Les méthodes géométriques	32
II.3.1.1. La triangulation	33
II.3.1.2. La trilatération	34
II.3.2. Les méthodes statiques	35
II.3.3. Les méthodes hybrides	35
II.4. Les techniques de mesure	35
II.4.1. Les méthodes basées sur des mesures temporelles	35
II.4.1.1. Temps d'arrivée -Time Of Arrival (TOA)	36
II.4.1.2. La différence des temps d'arrivée- Time Difference Of Arrival	37
II.4.1.3. La méthode basée sur la direction d'arrivée des ondes (AOA)	38
II.5. Les systèmes de localisation	39
II.5.1. La localisation par satellite	39
II.5.1.1. Localisation par GPS	39
II.5.1.1.1. Définition	39
II.5.1.1.2. Composition	40
II.5.1.1.3. Concepts de base de fonctionnement de GPS	42

II.5.1.1.4. Modes opératoires	48
II.5.1.1.5. Limites de GPS	50
II.5.1.2. Localisation par DGPS	52
II.5.1.3. Localisation par GLONASS	53
II.5.1.4. Localisation par GALILEO	54
II.5.1.5. Localisation par EGNOS	54
II.5.1.6. Localisation par COMPASS/BeiDou	55
II.5.2. Système de localisation par ondes radioréférence ou infrarouge	56
II.5.2.1. Localisation par RADAR	56
II.5.2.2. Localisation par Active Badge	56
II.5.2.3. Localisation par cricket	57
II.5.3. Système de localisation utilisant la diffusion des signaux de télévision (TV Positionning System)	57
II.5.4. Système de localisation utilisant les réseaux cellulaires	58
II.6. Conclusion	59

Chapitre III : Analyse des exigences et conception

III.1. Introduction	62
III.2. Description de la problématique et présentation de la solution	62
III.2.1. Problématique	62
III.2.2. Solution et objectifs	62
III.3. Modélisation avec UML	62
III.3.1. Définition	62
III.3.2. Diagramme statique (structurels)	63
III.3.3. Diagramme dynamique (comportement)	63
III.4. La démarche de modélisation adoptée	64
III.5. Analyse des exigences	65

III.5.1. Identification des acteurs	65
III.5.2. Diagramme de contexte	65
III.5.3. Spécifications des besoins fonctionnels	66
III.5.3.1. Analyse des besoins fonctionnels	66
III.6. Conception	75
III.6.1. Diagramme de séquence	75
III.6.2.1. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Gérer Un Compte »	77
III.6.2.2. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Accéder à la fiche signalétique »	79
III.6.2.3. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Accéder à la Maps »	80
III.6.2.4. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Chercher un Lieu »	81
III.6.2. Diagramme d'activité	83
III.6.1.1. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « créer un compte »	83
III.6.1.2. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Accéder à la fiche signalétique »	85
III.6.1.3. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Accéder à la Map »	86
III.6.1.4. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Chercher un lieu »	87
III.6.1.5. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Accéder à la partie itinéraire »	88
III.6.3. Diagramme de classe	89
III.7. Conclusion	91

Chapitre IV : Implémentation et Réalisation

IV.1. Introduction	94
IV.2. Présentation d'environnement de développement	94
IV.2.1. Le langage	94
IV.2.2. Les outils utilisés	95

IV.2.3. Les matériels utilisés	98
IV.3. Installation et configuration de l'environnement de développement	99
IV.3.1. Installer le kit de développement Android	100
IV.3.2. Installer et configurer Eclipse	100
IV.3.3. Installer le module ADT pour Eclipse	100
IV.4. L'architecture d'une application Android	104
IV.4.1. Activity	104
IV.4.2. Service	104
IV.4.3. Broadcast Receiver	105
IV.4.4. Content Provider	105
IV.5. L'arborescence d'un projet Android	105
IV.6. Présentation de la base de données de notre application	107
IV.5.1. Le niveau conceptuel de la base de données	108
IV.5.2. Le niveau logique de la base de données	108
IV.5.3. Le niveau physique de la base de données	109
IV.7. Intégration d'une google Maps dans notre application	110
IV.8. Présentation des interfaces réalisées	111
IV.9. Conclusion	118
Conclusion générale	120
Lexique	122
Annexe	126
Références bibliographiques	146

Table des illustrations

Diagramme 1. Diagramme de contexte.....	66
Diagramme 2. Diagramme de cas d'utilisation globale.....	70
Diagramme 5. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Accéder à la fiche signalétique».....	78
Diagramme 6. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Accéder à la Maps ».....	79
Diagramme 7. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Chercher un Lieu ».....	80
Diagramme 8. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Accéder à la partie itinéraire ».....	81
Diagramme 9. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « créer un compte ».....	82
Diagramme 10. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Accéder à la fiche signalétique	
Diagramme 11. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Accéder à la Map».....	84
Diagramme 12. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « chercher un lieu».....	85
Diagramme 13. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Accéder à la partie itinéraire»...	86
Diagramme 14. Diagramme de classe.....	90

Figure I. 1. La structure d'évolutions des versions d'Android.....	10
Figure I.2. La part de chaque Version d'Android sur Google Play Store.....	10
Figure I.3. Parts de marché mondial des OS de smartphones en 2012.....	14
Figure I.4. Parts de marché mondial des OS de smartphones en 2013.....	15
Figure I.5. Parts de marché mondial des OS de smartphones en 2014.....	15
Figure I.6. Parts de marché mondial des OS de smartphones en 2015.....	16
Figure I.7. Répartition par OS des livraisons mondiales des smartphones.....	16
Figure I.8. Architecture plateforme d'Android.....	17
Figure I.9. Architecture de ces médiathèques.....	20
Figure I.10. Cycle de vie d'application d'Android.....	23
Figure I.11. Un cas d'utilisation de l'application My parking.....	25
Figure I.12. Les champs qui composent l'application PayByPhone.....	27
Figure II.1. Construction géométrique de la triangulation.....	33
Figure II. 2. Localisation par trilatération.....	34
Figure II.3. Technique de mesure temporelle basée sur le temps d'arrive.....	36
Figure II.4. Technique de mesure temporelle basée sur la différence des temps d'arrivée des signaux des trajets directs reçus.....	38
Figure II.5. Technique de mesure basée sur la direction d'arrivée des ondes (AOA).....	39
Figure II.6. Les 24 satellites NAVSTAR.....	40
Figure II.7. Les stations de contrôle de GPS.....	41
Figure II.8. Récepteurs GPS.....	42
Figure II.9. Fréquence de communication dans le système GPS.....	43
Figure II.10. Localisation d'un point M par parallèle et méridien.....	45
Figure II.11. Calcule de distance avec un seul satellite.....	45
Figure II.12. Calcule de distance en utilisant deux satellites.....	46
Figure II.13. Calcule de distance en utilisant trois satellites.....	46
Figure II.14. Description des deux couches qui perturbent la propagation des signaux GPS.....	51
Figure II.15. Principe de fonctionnement du DGPS.....	53

Figure II.16. Fonctionnement d'un système de positionnement par TV.....	58
Figure III.1. Les différentes vues de systèmes.....	63
Figure III.2. La représentation de la démarche choisie.....	64
Figure IV.1. Le concept de machine virtuelle Java.....	94
Figure IV.2. L'environnement de développement Eclipse.....	96
Figure IV.3. Exemple d'un émulateur.....	98
Figure IV.4. Comment afficher la fenêtre des mises à jour et des compléments.....	101
Figure IV.5. La fenêtre d'installation et des mises à jour.....	101
Figure IV.6. La liste des Plug-ins installés.....	102
Figure IV.7. La fenêtre d'ajout de l'adresse du site de L'ADT.....	102
Figure IV.8. Le site du complément ADT est ajouté à la liste.....	103
Figure IV.9. Configuration du SDK dans l'ADT.....	103
Figure IV.10. Outils rajoutés en accès.....	104
Figure IV.11. L'architecture d'un projet Android.....	106
Figure IV.12. Schéma conceptuel de la base de données.....	108
Figure IV. 13. L'empreinte du certificat de débogage MD5.....	110
Figure IV.14. Génération de la clé Google Map.....	111
Figure IV.15. La page d'accueil de notre application.....	111
Figure IV.16. La page de la géolocalisation de notre application.....	112
Figure IV.17. Le Pop-Up itinéraire.....	113
Figure IV.18. Représentation de l'itinéraire.....	113
Figure IV.19. La liste des catégories de notre application.....	114
Figure IV.20. La liste des établissements de la catégories hotels.....	115
Figure IV.21. la liste des établissements de la catégories santé.....	115

Figure IV.22. la liste des établissements de la catégories restaurants.....	115
Figure IV.23. Exemple de tous les restaurants intergrés dans la catégories restaurants de notre application.....	116
Figure IV.24. La partie informations générales de la fiche signalétique d'un établissement de notre application.....	116
Figure IV.25. la partie localisation / Maps de la fiche signalétique d'un établissements de notre application.....	118

Tableau I.1. Tableau illustrant les différentes versions d'Android.....	9
Tableau II.1. Fréquence de communication L1 et L2.....	42
Tableau II.2. Ordre de grandeur de la précision horizontale du positionnement en fonction mode opératoire.....	49
Tableau II.3. L'ensemble des corrections propres aux stations de références.....	53
Tableau II.4. Les paramètres techniques de chacun des systèmes de localisation abordé au-dessus.....	55
Tableau III.1. Fiche descriptive du use case : inscription « gérer un compte »	66
Tableau III.2. Fiche descriptive du use case : modifier un compte « gérer un compte »	67
Tableau III.3. Fiche descriptive du use case : Accéder à la Map	68
Tableau III.4. Fiche descriptive du use case : Chercher un lieu.....	69
Tableau III.5. Fiche descriptive du use case : Accéder à la fiche signalétique	70
Tableau III.6. Fiche descriptive du use case : Accéder à la partie itinéraire	71
Tableau III.7. Fiche descriptive du use case : gérer les infos relatives aux services... ..	72
Tableau IV.1. Le niveau physique de la base de données de la table catégorie.....	109
Tableau IV.2. Le niveau physique de la base de données de la table Etablissement.....	109

Introduction Générale

Introduction générale

Depuis quelques années, les appareils mobile se multiplient et deviennent à la fois plus légers et plus puissants. Les GSM¹ contiennent de plus en plus de possibilités multimédia (photo, son, vidéo...), augmentent leur capacité mémoire et leur puissance de calculs. Les PDA² peuvent être branchés à des récepteurs GPS. Les voitures sont capables de capter les signaux GPS, mais aussi d'accueillir des téléphones.

Ce mémoire est l'occasion de découvrir par soi-même de nouvelles techniques non étudiées au long de cycle universitaire, et d'acquérir ainsi une certaine autonomie dans le travail. Il offre de ce fait la possibilité d'aborder des notions relatives à des attentes personnelles.

Les domaines liés au réseau internet, aux télécommunications et les nouvelles technologies en générale m'intéressent les outils innovants comme le Google Maps éveille ma curiosité : la possibilité de pouvoir se repérer sur la surface de la terre et tous les services qui viennent s'y greffer sont des découvertes passionnantes.

Aujourd'hui l'internet facile à l'utilisateur l'accès à une mine d'informations de toutes sortes, au cours de ces dernières années, un certain nombre de nouveaux outils de visualisation de données géospatiales grands leaders de l'industrie de l'internet ont récemment fait leur apparition sur scène, comme les services de cartographie internet. Depuis des siècles, les hommes ont utilisés les cartes pour représenter leur environnement. Les cartes servent à localiser les détails et à préciser les distances, les directions et la superficie des zones. Elles révèlent aussi les relations géographiques, les différences, les ensembles et les constantes. Les cartes sont utilisées à des fins de navigations, d'exploration, d'illustration et de communication dans les secteurs public et privé. La quasi-totalité des secteurs de la recherche scientifique utilise des cartes sous une forme ou une autre. Les cartes sont donc un outil indispensable pour de nombreux type d'activités professionnelles et théoriques. La cartographie a été touchée par la révolution informatique un peu plus tard que les autres secteurs. Les premiers ordinateurs emmagasinaient correctement des chiffres et du texte, mais les cartes sont plus compliquées et la cartographie numérique exige une grande capacité de stockage d données et une grande

¹ Group Spécial Mobile.

² Personnal Device Assistant.

Introduction générale

capacité vitesse de calcul, en plus la cartographie est essentiellement une application graphique et les premiers ordinateurs n'avaient que des capacités graphiques limitées. Les premières applications graphiques réalisées sur les ordinateurs, au cours des années 1960 ne trouvèrent donc guère d'applications au-delà de quelques projets officiels et universitaires. Il fallut attendre les années 1980 pour que les systèmes d'informations géographiques commerciaux aient des capacités suffisantes justifiant leur adoption rapide.

Nous trouvons une autre technologie, qui est à présent un outil majeur de communication personnelle et professionnelle qui est très envogue actuellement il s'agit de positionnement par GPS, cette technologie donne la paix d'esprit aux parents el leurs permettant la localisation et suivi en temps réel des enfants. On trouve aussi cette technologie dans le domaine de transport, par exemple de connaitre à tout moment la position d'une flotte de véhicule pour optimiser la logistique, aussi dans le domaine de la médecine, Médical Intelligence : entreprise basée au canada conçoit des appareils de détection et de localisation portatifs pour le bénéfice des personnes souffrent de troubles cognitifs ou de maladies cardiovasculaires. A cet effet, Médical Intelligence crée et distribue des instruments portatifs, couplés à un système d'alarme, combinant géolocalisation télémétrie et biométrie qui permettent une surveillance régulière. Ayant spécialisé et adapté des techniques en repérage par position GPS au bénéfice de personnes malades ou en perte d'autonomie, donc cette technologie existe dans plusieurs domaines et différents secteurs.

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre général de la géolocalisation des établissements recevant du publique (ERP) comme les restaurants, les hôtels et les pharmacies présents sur la ville de Tizi Ouzou, via un système basé sur la technologie GPS. Ce mémoire s'articule essentiellement autour de quatre chapitres.

1. Le premier chapitre introduit un historique sur l'OS des smartphones Android, ensuite les avantages et les concurrents de ce système, aussi les parts de marché mondial des OS, une architecture logicielle d'Android est aussi étudié.
2. Dans le deuxième chapitre, les méthodes de géolocalisation, quelques techniques de mesure et quelques systèmes de localisation sont présentés.
3. Le troisième est dédié à l'analyse et à la conception, dont les exigences de notre application sont étudiées.

Introduction générale

4. Le dernier chapitre, décrit l'implémentation et la réalisation de notre application dont les différents outils utilisés pour le développement et quelques interfaces de notre application sont présentés.
5. Enfin une conclusion générale parachève ce mémoire.

Chapitre I

Présentation d'Android

Sommaire du chapitre

I.1.	Introduction.....	6
I.2.	Histoire de naissance d'Android.....	6
I.3.	Définition	7
I.4.	Chronologie des versions	7
I.5.	Avantages et concurrents d'Android.....	11
I.5.1.	L'Open Handset Alliance (OHA).....	11
I.5.2.	Les avantages d'Android	11
I.5.3.	Les concurrents d'Android	13
I.6.	la part de marché mondial des OS de smartphone	14
I.7.	L'architecture logicielle d'Android	17
I.7.1.	La couche Application.....	18
I.7.2.	La couche Framework	18
I.7.3.	La couche bibliothèques (librairies)	19
I.7.4.	Le moteur d'exécution d'Android (« Runtime System » en Anglais).....	21
I.7.5.	Le noyau linux (linux kernel)	22
I.8.	Développement d'application Android.....	22
I.8.1.	Cycle de vie d'une activité Android	23
I.9.	Présentation de quelque application Android	24
I.9.1.	My parking.....	24
I.9.2.	PayByPhone.....	26
I.9.3.	Taxi Caller	27
I.10.	Conclusion	28

I.1. Introduction

« Les mobiles sont aussi différents de l'internet que la télé l'a été de la radio », a annoncé Tomi-Ahonen. D'un simple téléphone portable pour émettre des appels à un téléphone évolué doté de capacités proches d'un véritable ordinateur, appelé smartphone. Légers, puissants et intelligents, ces smartphone remplacent de plus en plus l'équipement de téléphonie standard dans les boutiques. Les applications mobiles ne seront plus uniquement l'apanage des hommes d'affaires, des networkers sociaux et des joueurs. Tout le monde pourra les utiliser.

I.2. Histoire de naissance d'Android

A l'origine «*Android*» était le nom d'une PME américaine, créé en 2003, puis rachetée par *Google* en 2005 qui avait la ferme intention de s'introduire sur le marché des produits mobiles. La gageuse, derrière Android, était de développer un système d'exploitation mobile plus intelligent qui ne se contenterait pas uniquement de permettre d'envoyer des SMS¹ et transmettre des appels, mais qui devait permettre à l'utilisateur d'interagir avec son environnement (notamment avec son emplacement géographique). Contrairement à une croyance populaire, il n'est pas possible de dire qu'*Android* est une réponse de *Google* à l'*iPhone d'Apple*, puisque l'existence de ce dernier n'a été révélée que deux années plus tard.

C'est en 2007 que la situation a pris une autre tournure. A cette époque, chaque constructeur équipait son téléphone d'un système d'exploitation propriétaire. En janvier 2007 *Apple* dévoilait l'*iPhone*, un téléphone, tout simplement révolutionnaire pour l'époque. L'annonce était un désastre pour les autres constructeurs, qui doivent s'aligner sur cette nouvelle concurrence. Le problème étant que pour atteindre le niveau d'*IOS*², il aurait fallu des années de recherche et développement à chaque constructeur. C'est pourquoi est créé en novembre 2007 l'*OHA*³ et qui contenait à sa création 35 entreprises dont *Google*. Cette alliance a pour but de développer ainsi concurrencer les systèmes propriétaires, par exemple *Windows phone* et *IOS*. Cette alliance a pour logiciel vedette Android, mais il ne s'agit pas de sa seule activité.

Le 21 octobre 2008, Google et l'OHA annoncèrent la mise à disposition du code source de la plate-forme Android en open source, sous licence Apache 2.0. En Novembre 2008 l'Android

¹ Short Message System. Court message textuel.

² Iphone Operating System

³ Open Handset Alliance : un consortium crée à l'initiative de Google.

Market a été lancé, le magasin d'application de Google, permettant aux développeurs et éditeurs de logiciels Android de proposer leurs applications aux utilisateurs Android.

Le premier smartphone Android est sorti en octobre 2008 aux États-Unis et en mars 2009 en France. Ce fut le HTC Dream G1. Sa particularité fut de posséder un clavier physique coulissant. Son écran faisait 8 cm de diagonale et possédait une résolution de 320 x 480 pixels. Il intégrait 192 Mo de mémoire RAM, 256 Mo de ROM, un appareil photo sans flash de 3.1 millions de pixels, le Wi-Fi⁴ et la 3G⁵ [21]. Depuis, et jusqu'à mi-2011, est sur le marché une centaine de modèle de smartphones Android, sans compter les différentes déclinaisons de chacun de ces modèles. Les tailles d'écran varient de 6.5 cm à 15 cm de diagonale, les résolutions de 240x320 pixels à 480x854 pixels. La résolution des appareils photo atteint désormais 8 millions, de pixels. Mi-2009 apparurent les premières tablettes tactiles Android. Mais il faudra attendre début 2011 et la sortie de la version d'Android 3.0 spécialement conçu pour les tablettes pour les démocratiser auprès du grand public. Ainsi, à mi-2011, il existe près de 400 modèles de smartphones et tablettes Android en prenant en compte toutes leurs déclinaisons.

I.3. Définition

Android est un système d'exploitation mobile pour smartphone, tablettes tactiles, PDA, smartwatches, et terminaux mobile. C'est un système open source, utilisant un noyau linux, d'autres types d'appareils possédant ce système d'exploitation existent par exemple : des téléviseurs, des radio-réveils, des montres connectés, des autoradios et même des voitures. Android doit son nom à la startup éponyme spécialisé dans le développement d'applications mobiles racheté par Google en août 2005. Nom venant lui-même d' « Androïde » qui désigne un robot construit à l'image d'un être humain [11].

I.4. Chronologie des versions

A l'instar de l'empire romain, Android ne s'est pas fait en un jour. Pourtant, la progression du nombre de ses fonctionnalités est à l'image de celle de ses parts de marchés, c'est-à-dire tout simplement stupéfiante. Ces fonctionnalités, améliorations et corrections de bogues ont fait leurs apparitions au fil du temps dans plusieurs versions. Découvrons de suite chacune de ces versions depuis la sortie officielle d'Android et leurs répartitions actuelles, Les différentes

⁴ Wireless Fidelity.

⁵ Third Generation.

versions d'Android ont toutes des noms de desserts depuis la sortie de la version 1.5 et suivent un ordre alphabétique :

Nom de code	Version	Date de sorti	Version du noyau	fonctionnalités
<i>Apple pie</i>	1.0	11 novembre 2007		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fonctionnalités de base (téléphonie, SMS, réseaux de données, accès au répertoire...etc.). ✓ Version peu connue (version du SDK distribuée avant la sortie du premier téléphone Android.).
<i>Bananas split.</i>	1.1	22 novembre 2008		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Correction de bogues (alarme, Gmail...). ✓ Amélioration des fonctionnalités MMS. ✓ Introduction des applications payantes sur l'Android Market. ✓ Version incluse dans le premier téléphone, le HTC Dream.
<i>Cupcake (coupe gâteau).</i>	1.5	30 avril 2009 Dernière révision officielle en mai 2010.	Basée sur le noyau linux 2.6.27.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nouveau clavier avec auto complétion. ✓ Support Bluetooth. ✓ Enregistrement de vidéos. ✓ intégration des AppWidgets. ✓ Animations améliorées.
<i>Donut (beignet)</i>	1.6	15 septembre 2009 Dernière révision officielle en mai 2010.	Basée sur le noyau linux 2.6.29.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Recherche vocale amélioré. ✓ Indicateur d'utilisation de la batterie. ✓ Apparition de fonctionnalités pour les réseaux privés virtuels (VPN).
<i>Eclair (sorte de gâteau à la crème).</i>	2.0	26 octobre 2009	Basée sur le noyau linux 2.0.29.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Interface graphique améliorée. ✓ Gestion des contacts changée. ✓ Support d'HTML 5. ✓ Support Bluetooth 2.1. ✓ Clavier virtuel amélioré. ✓ Refonte de l'installation et des mises à jour du kit de développement. ✓ Vite remplacée à cause de nombreux bugs par la version 2.0.1 puis par la 2.1.
<i>Eclair</i>	2.0.1	Décembre 2009	Basée sur le noyau linux 2.0.29	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Réduction de la consommation de la batterie. ✓ Quelques améliorations graphiques comme l'écran de verrouillage.
<i>Eclair</i>	2.1	Janvier 2010	Basée sur le noyau linux 2.0.29	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nouveau bureau à 5 écrans virtuels. ✓ Fonds d'écrans animés. ✓ Nouveaux effets 3D (notamment sur la gestion des photos). ✓ Amélioration du client Gmail.
<i>Froyo (yaourt glacé).</i>	2.2 (2.2.3)	20 Mai 2010 Dernière révision officielle en 2011.	Basée sur le noyau linux 2.0.32	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nouveaux widgets. ✓ Gestion des points d'accès au réseau. ✓ Support multilingue.
<i>Gingerbread (pain d'épice).</i>	2.3 (2.3.4 Mai 2011)	06 Décembre 2010	Basée sur le noyau linux 2.0.35.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Amélioration d'interface graphique. ✓ Téléphonie IP. ✓ Nouveau clavier virtuel. ✓ Version actuelle pour smartphone et petites tablettes.
<i>Honeycomb (rayon de miel).</i>	3.0 (3.1)	22 Février 2011		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Optimisé pour les tablettes et équipement à écran large. ✓ Multitâche et système de notification amélioré. ✓ Version actuelle pour grandes tablettes et TV connectés.
<i>Ice cream sandwich (sandwich à la crème glacée).</i>	4.0 (4.0.4 / 2012)	19 Octobre 2011	Basée sur le noyau linux 3.0.1.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nouvelle interface graphique. ✓ Amélioration de la sécurité. Beaucoup de raccourcis (appareil photo, accès sdcard...etc.). ✓ Version unifiée pour smartphone, tablettes et Google TV, fortement inspirée d'Honeycomb.
<i>Jelly Bean</i>	4.1.x (4.1.2 /2012)	9 Juillet 2012	Basée sur le noyau linux 3.0.31.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Il ajoute un système de notification amélioré. ✓ La reconnaissance vocale sans connexion internet. ✓ Et le « projet Butter » qui augmente la fluidité d'Android.
<i>Jelly Bean</i>	4.2.x (4.2.2 /15 février 2013).	13 Novembre 2012	Basée sur le noyau linux 3.4.0	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nouvelle interface de l'appareil photo, d'un système multi-compte, uniquement sur tablette. ✓ Type Gesture permettant d'écrire avec le clavier rien qu'en glissant le doigt.
<i>Jelly Bean</i>	4.3.x (4.3.1 /24 juillet 2013)	24 Juillet 2013	Basée sur le noyau linux 3.0.4.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Support du Bluetooth SMART basse consommation et ajout de la norme AVRCP. ✓ Gestion multi-utilisateur plus poussée. ✓ Support d'OpenGL ES 3.0. ✓ Nouvelle interface de l'appareil photo. ✓ Mises à jour de sécurité et SlimPort.
<i>KitKat</i>	4.4.x (4.4.4 19 juin 2014)	31 Octobre 2013	Basée sur le noyau linux 3.4.0.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consommation en ressource moins élevée nécessite moins de RAM. ✓ Nouvelles icônes plus signées, la barre du bas et celle de statut deviennent transparentes sur certains menus et changent de couleur en fonction du contenu affiché.
<i>Lollipop</i>	5.0 (5.0.2 19 décembre 2014)	3 Novembre 2014	Basée sur le noyau linux 3.8.0	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Matériel design. ✓ Machine virtuelle ART. ✓ Support du 64 bits. ✓ Economiseur de batterie. ✓ OpenGL ES 3.1. ✓ Android Extension Pack. ✓ Heads-up notification.

Tableau I.1. Tableau illustrant les différentes versions d'Android.

L'anatomie suivante nous montre la structure d'évolutions des versions d'Android au fil du temps :

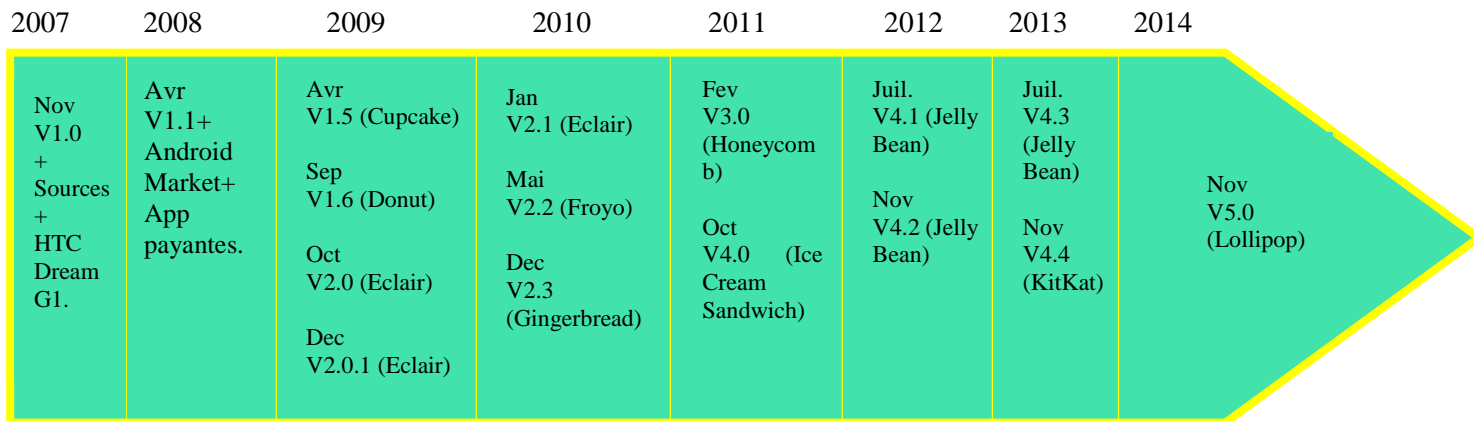


Figure I. 1. La structure d'évolutions des versions d'Android.

Le graphe suivant nous illustre la part de chacune des versions d'Android

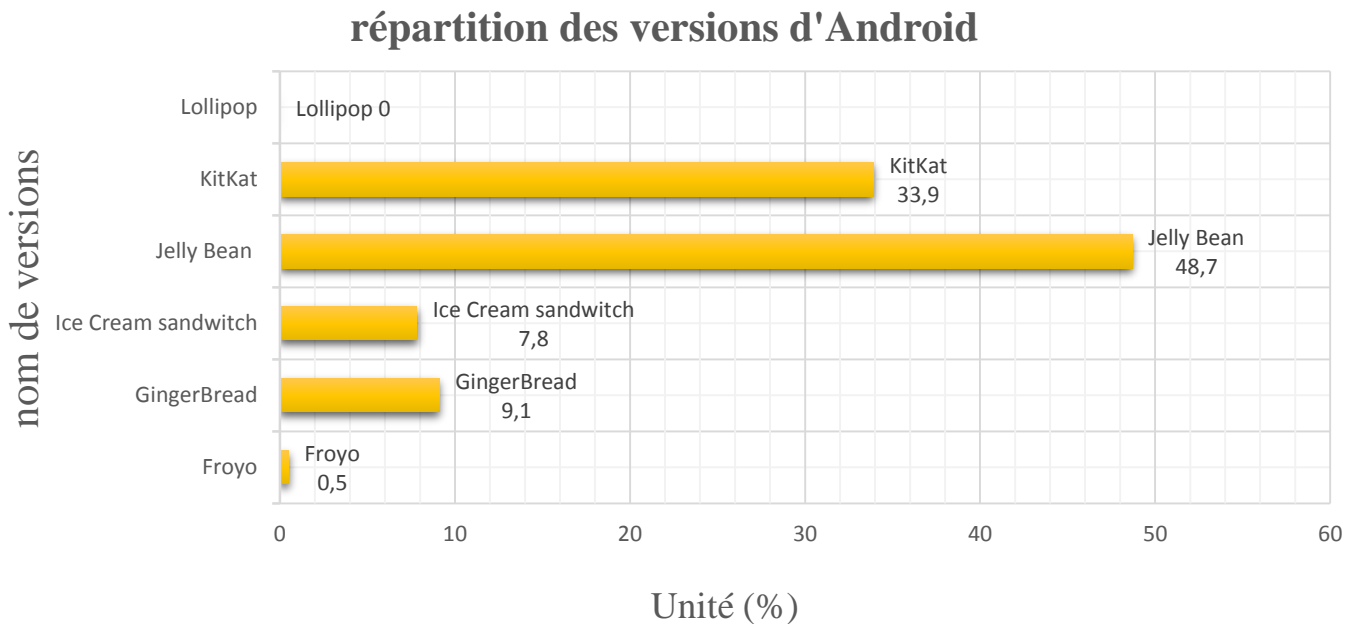


Figure I.2. La part de chaque Version d'Android sur Google Play Store.

[Source : <http://developer.android.com/ressources/dashboard/plateform-versions.html>].

I.5. Avantages et concurrents d'Android

Aujourd'hui, Android n'est ni plus ni moins que l'un des systèmes d'exploitation majeurs dans le monde. Désormais, on le trouve non seulement dans les tablettes et les smartphones, mais aussi dans les téléviseurs, les consoles de jeux, les appareils photos, etc. Android représente plus de 80% de ventes. De quoi mettre mal à l'aise ces concurrents. Dans ce qui suit nous allons découvrir la philosophie d'Android en détaillant ces avantages, mais d'abord on doit connaître l'organisation derrière la popularité d'Android.

I.5.1. L'Open Handset Alliance (OHA)

C'est une organisation qui cherche à développer des standards open sources pour les appareils mobiles. Elle a été créée le 5 novembre 2007 à l'initiative de Google, qui a su fédérer autour de lui 35 grands acteurs opérateurs de téléphonie mobile, fabricants de semi-conducteurs, d'appareils mobiles, de logiciels etc. A l'heure actuelle l'OHA compte 80 membres.

Depuis sa création, la popularité d'Android a toujours été croissante. C'est au quatrième trimestre 2010 qu'Android devient le système d'exploitation mobile le plus utilisé au monde [9].

I.5.2. Les avantages d'Android

Des milliers (voir beaucoup plus) de personnes développent des applications sous Android. Nous sommes en présence d'un système d'exploitation embarqués multitâche adapté aux plusieurs traitements. En se basant sur son architecture logicielle et l'organisation de différentes couches qui le constitue on trouvera qu'Android est libre. Les principaux avantages d'Android sont [9] :

- **Il est open source**

Le contrat de licence pour Android respecte les principes de l'Open source, permettant à tous les développeurs, constructeurs et utilisateurs de consulter les sources et d'effectuer les modifications qu'ils souhaitent, Android utilise des bibliothèques Open source puissantes, comme par exemple SQLite pour les bases de données et Open GL pour la gestion d'images 2D et 3D.

- **Il est flexible**

Le système est tout à fait portable, il s'adapte à beaucoup de structures différentes, les smartphones, les tablettes, la présence ou l'absence de clavier ou trackball. Non seulement c'est une énorme chance d'avoir autant d'opportunités, mais en plus Android est construit de manière à faciliter le développement et la distribution en fonction des composants en présence dans le terminal (si une application nécessite d'utiliser le Bluetooth, seuls les terminaux équipés de Bluetooth pourront la voir sur le Play Store).

- **Il est ingénieux**

L'architecture d'Android est inspirée par les applications composites, et encourage par ailleurs leur développement. Ces applications se trouvent essentiellement sur internet et leur principe est que nous pouvons combiner plusieurs composants totalement différents pour obtenir un résultat surpuissant, par exemple si nous combinons l'appareil photo avec le GPS nous pouvons poster les coordonnées GPS des photos prises.

- **Il est facile à vendre**

Le Play Store (ancien Android Market), est une boutique en ligne créée par Google (le 06 mars 2012), elle est immense (d'ailleurs en 2014 est fort d' 1.5 million d'applications) et très visitée (en juin 2014, 200 000 applications ont été téléchargées). C'est donc une mine d'opportunités pour quiconque possède une idée originale ou utile. Les développeurs d'applications payantes reçoivent 70% du prix du logiciel, 30% allant à Google (redistribuées aux développeurs via Google Checkout), chaque nouveau développeur paie 25\$ comme frais de dossier (une seule fois).

- **Il est facile à développer**

Toutes les API mises à disposition facilitent et accélèrent grandement le travail. Ces API sont très faciles d'accès. De manière un peu caricaturale, on peut dire que nous pouvons envoyer un SMS en seulement deux lignes de code.

I.5.3. Les concurrents d'Android

- **Apple avec IOS**

Apple Inc. : Est une entreprise multinationale américaine qui conçoit et commercialise des produits électroniques grand public, des ordinateurs personnels et des logiciels informatiques. L'iPhone est le premier appareil Apple équipé du nouveau système d'exploitation, nommé iPhone OS maintenant IOS. Le 9 septembre 2014, Apple lance la 8^{ème} génération de l'iPhone 6 (écran de 4.7 pouces) et l'iPhone 6 plus (écran de 5.5 pouces), qui intègrent le nouveau système de paiement d'Apple (Apple Pay) [10].

- **Research In Motion (RIM) avec BlackBerry OS**

Research In Motion Limited (RIM), renommé BlackBerry depuis le 30 janvier 2013, est une société canadienne spécialisée dans la conception, la fabrication et la commercialisation de solutions sans fil pour le marché de la communication mobile. De plus, elle opère un système de messagerie électronique sans fil dont la partie la plus visible est le BlackBerry. BlackBerry commercialise différents appareils qui opèrent avec les protocoles de communication GSM⁶, CDMA⁷, UMTS⁸ et IDEM, BlackBerry vend des composants sans fil et développe ses propres logiciels en C++ et JAVA [17].

- **Microsoft avec Windows phone**

Est le système d'exploitation mobile développé par Microsoft pour succéder à Windows mobile, Windows phone est d'abord principalement destiné au grand public plutôt qu'au marché des entreprises. Windows Phone, challenger du marché apparu en 2010, a su s'inspirer de ses concurrents et de son expérience passée dans le domaine mobile tout en innovant. Proposant une interface simple et épurée ainsi que de multiples possibilités de personnalisation, il permet d'arriver rapidement à l'exécution d'une tâche ce qui a

⁶ Groupe Spécial Mobile ou groupe système mobile. Les anglais l'ont traduit par Global System for Mobile communication.

⁷Code Division Multiple Access. Technologie de téléphonie sans fil utilisant un spectre étalé pour répartir les émissions sur de nombreuses fréquences.

⁸ Universal Mobile Telecommunication Systems. Réseau téléphonique cellulaire de troisième génération.

particulièrement séduit les utilisateurs. A noter que certaines fonctionnalités demeurent absentes et que les formulaires de saisie actuels posent de réelles difficultés [7].

I.6. la part de marché mondial des OS de smartphone

Les graphes ci-dessous nous montrent qu'Android « domine le marché des smartphone dans le monde ». Au 3^{ème} trimestre 2014, Android a représenté 84.4% de 283 millions de smartphone c'est-à-dire qu'Android occupait 238.85 millions de smartphones de 283 millions, et IOS 11.7% contre 12.8% en 2013 et 14.4% en 2012. Windows phone aussi a reculé sur un an, passant de 3.6 à 2.9%, la domination d'Android sur le marché mondial des smartphone ne se dément pas. Ainsi sur les 287.8 millions de terminaux livrés au 1^{er} trimestre 2014, 81.1% tournait sous Android selon IDC. Mais au 1^{er} trimestre 2015, Android avait très nettement reculé parmi les smartphone livrés dans le monde, passant en effet sous la barre de 80%. Le premier bénéficiaire était Apple. Il faut dire que le fabricant a réussi un démarrage particulièrement réussi de l'iPhone 6. Au 2^{ème} trimestre les effets du lancement de l'iPhone 6 commençant à s'atténuer, Android a repris une partie du terrain perdu les mois précédent. D'après IDC, l'OS Google représentait ainsi 82.8% des smartphones livrés sur la période, contre 13.9% pour IOS.

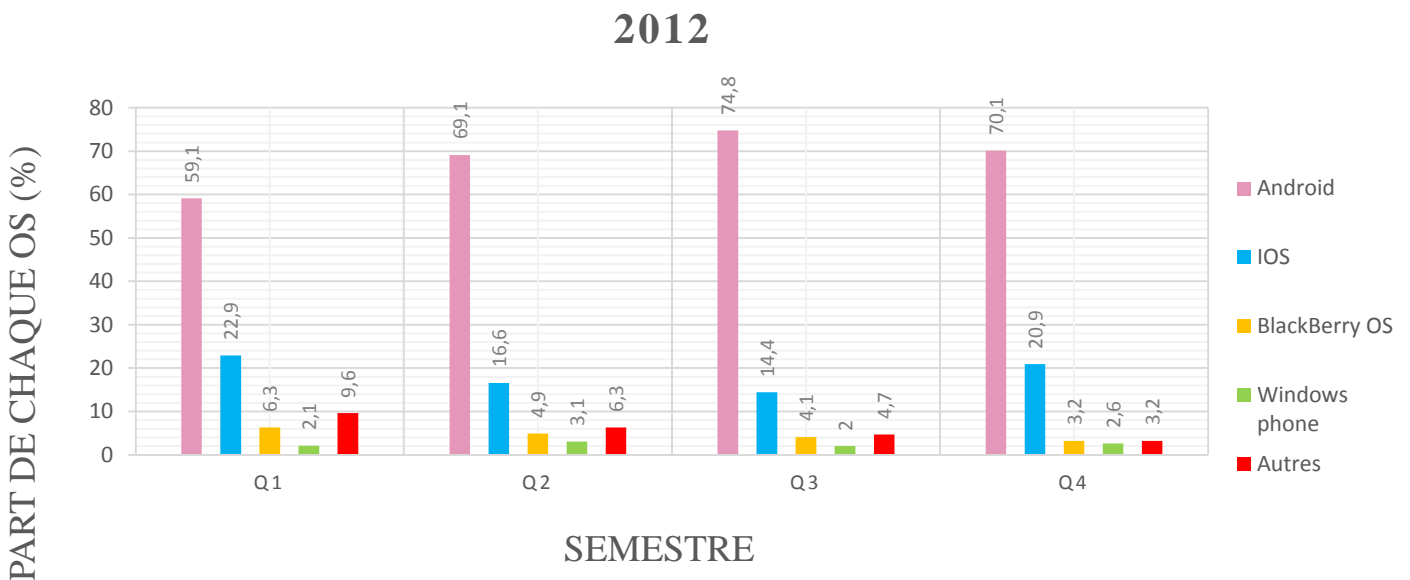


Figure I.3. Parts de marché mondial des OS de smartphones en 2012.

[Source : IDC-via ZDnet.fr/chiffres-clés]

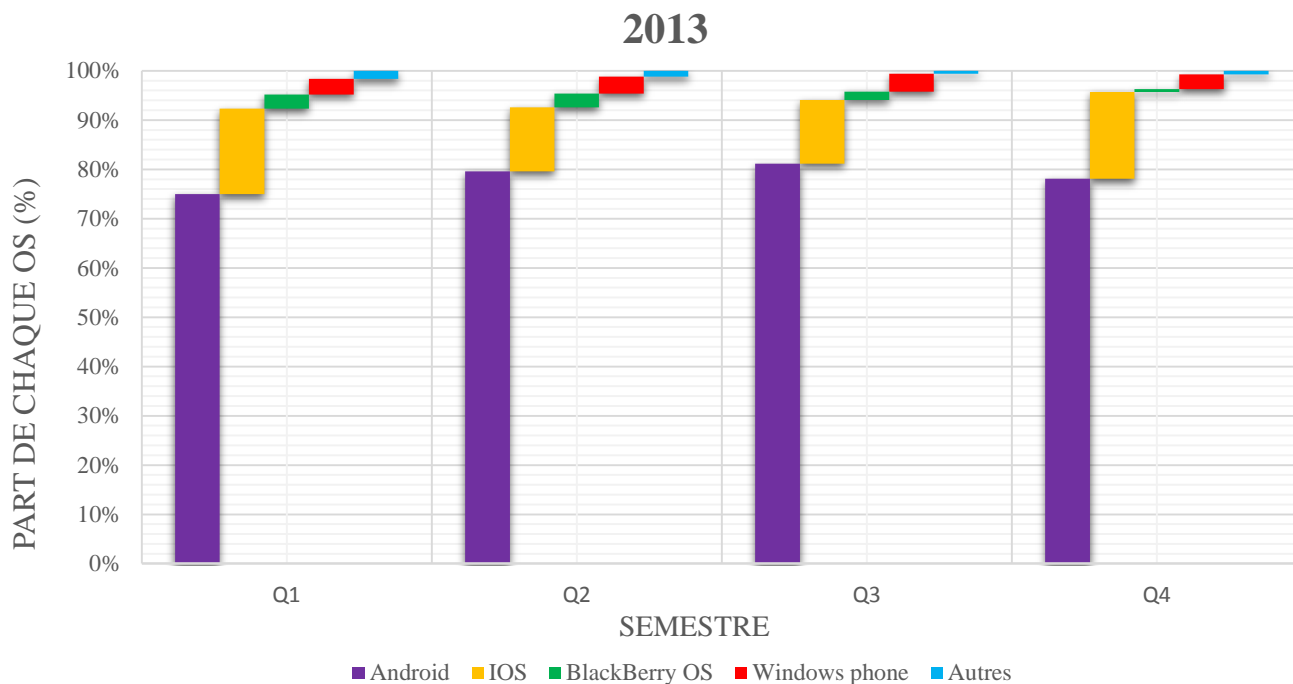


Figure I.4. Parts de marché mondial des OS de smartphones en 2013.

[Source : IDC-via ZDnet.fr/chiffres-clés]

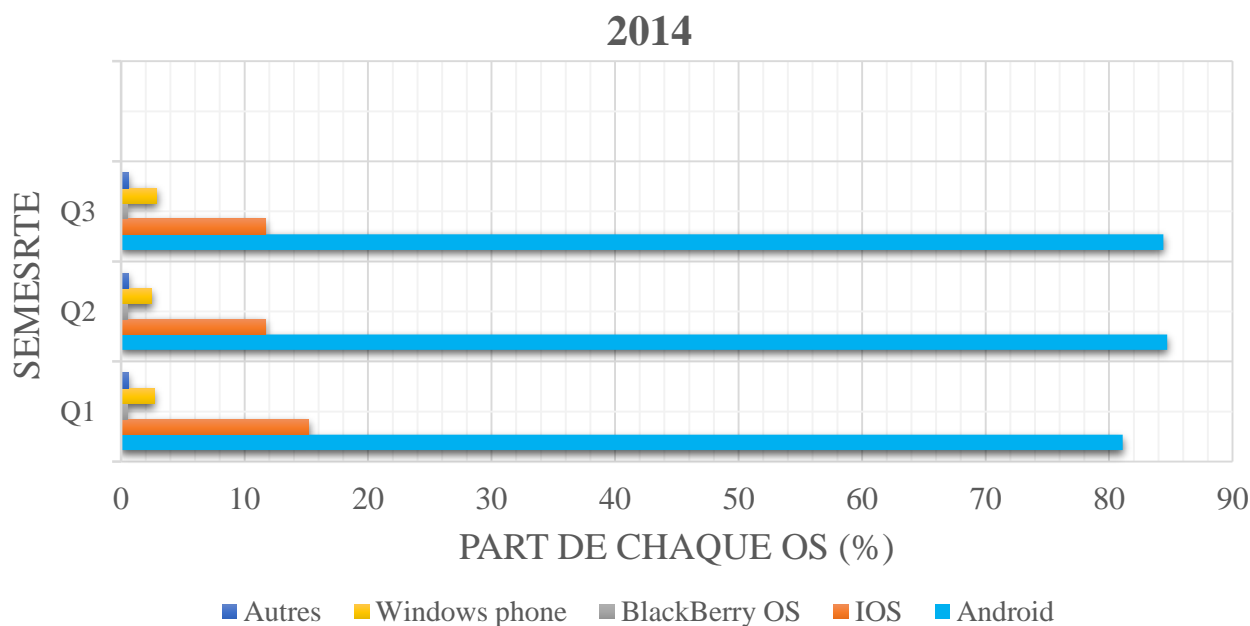


Figure I.5. Parts de marché mondial des OS de smartphones en 2014.

[Source : IDC-via ZDnet.fr/chiffres-clés]

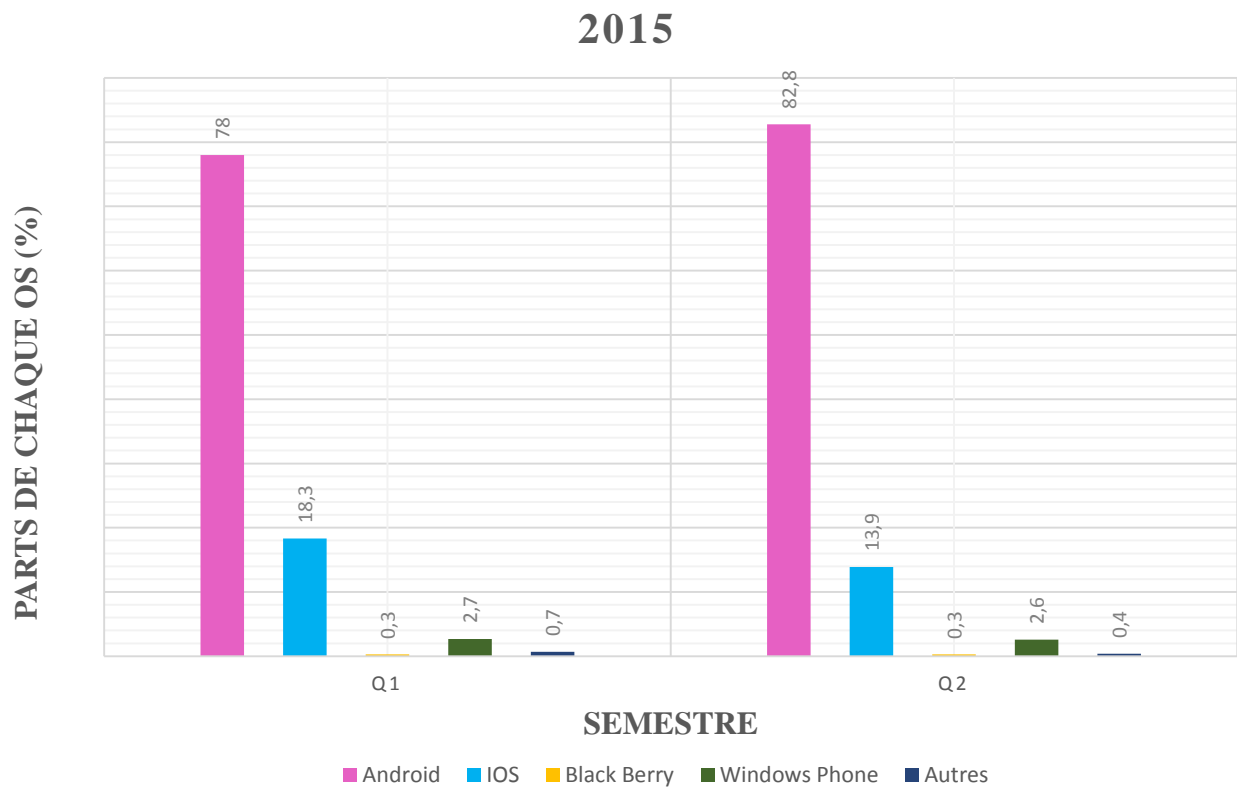


Figure I.6. Parts de marché mondial des OS de smartphones en 2015.
 [Source : IDC-via ZDnet.fr/chiffres-clés]

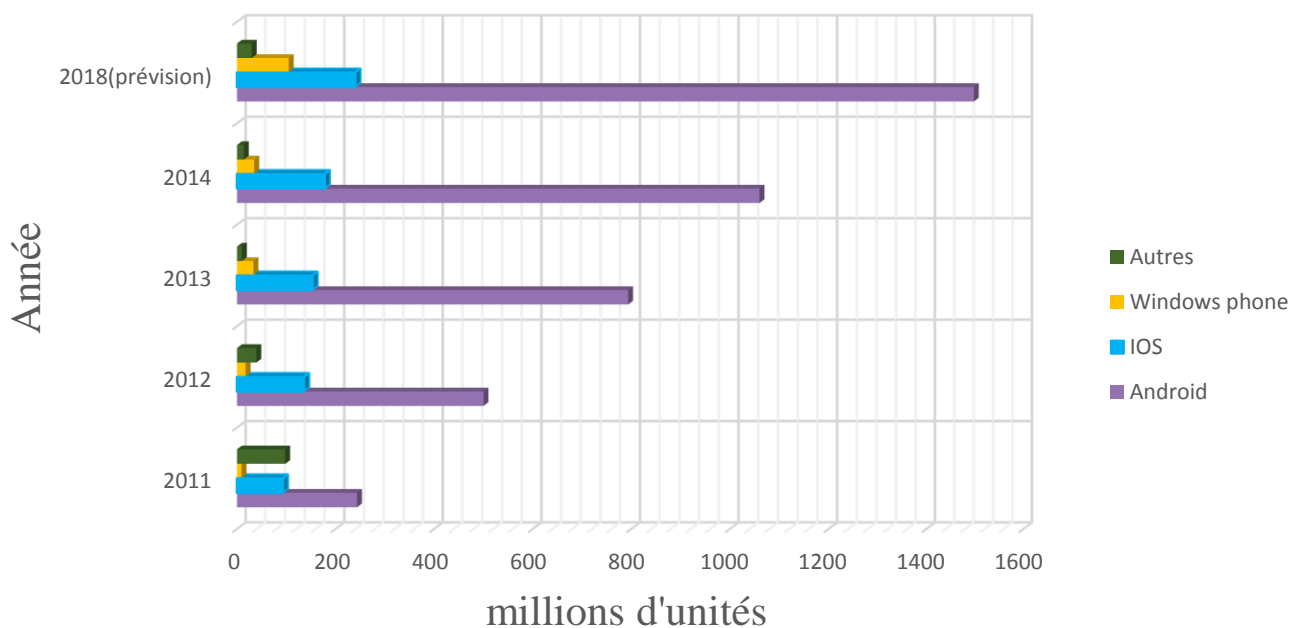
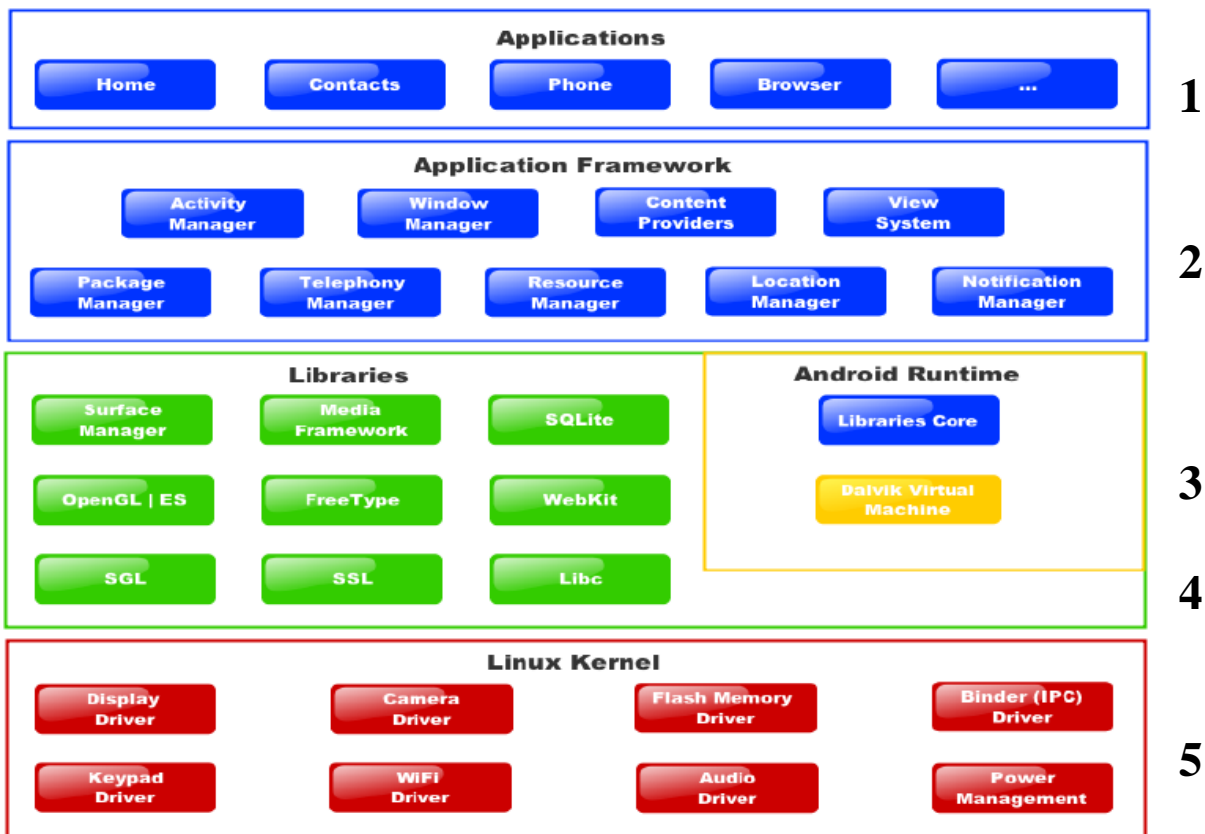


Figure I.7. Répartition par OS des livraisons mondiales des smartphones (millions d'unité).

Plus d'un milliard d'Androphones en 2014 - Android est la plate-forme mobile qui a le plus profité de la croissance du marché mondial des smartphones. Entre 2011 et 2013, le nombre d'androphones est ainsi passé de 243,5 à 793,6 millions d'unités. La part de marché d'Android a sur la même période progressé de pratiquement 30 points, bondissant de 49,2% à 78,6% en 2013. Et en 2014, l'OS Google poursuit sur sa lancée. Sur les 1,288 milliard de smartphones livrés cette année, ce ne sont pas moins de 1,06 milliard qui tourneront sous Android selon IDC, soit plus de huit terminaux sur dix (82,3%).

I.7. L'architecture logicielle d'Android

Le figure suivante présente les principaux composants du système d'exploitation Android, chaque composant est décrit dans ci-dessous.



1 : la couche application. 2 : la couche Framework. 3 : la couche moteur d'exécution.
 4 : la couche bibliothèque. 5 : la couche noyau linux.

Figure I.8. Architecture plateforme d'Android [source :

<http://FLEXGUIN.WORDPRESS.COM/CATEGORY/ANDROID>]

On peut y observer à partir de cette figure d'Android est composé d'une pile de composants. Le sens de lecture se fait de bas en haut, Android est basé sur le noyau linux 2.6.xx. La version de noyau utilisée avec Android est une version conçue spécialement pour l'environnement mobile, avec une gestion avancée de la batterie et une gestion particulière de la mémoire. C'est cette couche qui fait en sorte qu'Android soit compatible avec tant de supports différents. Au-dessus de cette couche on trouve la couche librairie, cette dernière elle contient les applications de base de l'OS Android et permet aux développeurs une utilisation complète de ces APIs pour développer des applications avancées.

Au-dessus des librairies, on trouve la couche Android Runtime, cette couche contient les librairies cœurs du Framework, ainsi que la machine virtuelle exécutant les applications.

Au-dessus de la couche « Android Runtime » et les librairies cœurs, on retrouve le Framework permettant au développeur de créer des applications, enfin la couche de plus haut niveau est celle des applications.

I.7.1. La couche Application

Ces applications sont celles fournies par défaut, comme l'application d'accueil ou bureau, l'application de lancement d'application, le navigateur web, l'application de téléphone, mais ce sont également les applications tiers créées par des développeurs. Par défaut, chaque application s'exécute dans la machine virtuelle java Dalvik, elle-même confinée dans un processus linux dédié.

I.7.2. La couche Framework

En fournissant une plate-forme de développement ouverte, Android offre aux développeurs la possibilité de créer des applications extrêmement riches et innovantes. Les développeurs sont libres de profiter du matériel périphérique et informations sur la localisation d'accès exécuter des services d'arrière-plan, définir des alarmes, ajouter des notifications à la borne d'état, etc.

Les développeurs ont un accès complet au même Framework API utilisé par les applications de base. L'architecture d'application est conçue pour simplifier la réutilisation des composants, n'importe quelle application peut publier ses capacités et n'importe quelle autre application peut alors faire usage de ces capacités (soumis à des contraintes de sécurité

appliquées par le Framework) ce même, mécanisme permet aux composants d'être remplacés par l'utilisateur.

Toutes les applications sous-jacentes forment un ensemble de service et de système, y compris :

- * Un jeu extensible de vues qui peuvent être utilisées pour construire une application.
- * Des fournisseurs de contenu qui permettent aux applications d'accéder aux données d'autres applications (telles que les contacts), ou de partager leurs propres données.
- * Un gestionnaire de ressources.
- * Un gestionnaire de notification qui permet à toutes les demandes d'afficher des alertes personnalisées dans la barre d'état.
- * Un gestionnaire d'activité qui gère le cycle de vie des applications et propose une navigation commune.

I.7.3. La couche bibliothèques (librairies)

Android dispose d'un ensemble de librairies C/C++ utilisées par les différents composants du système Android. Elles sont offertes aux développeurs à travers le Framework. En voici quelques-unes :

* **Système de bibliothèque C**

Une mise en œuvre dérivée de BSD⁹ de la bibliothèque C standard du système (libc), destinés aux systèmes embarqués basés sur linux. Android ne supporte pas la glibc, donc les ingénieurs ont développé une librairie C (libc) nommé **Bionic libc**. Elle est optimisée pour les appareils mobiles et a été développée spécialement pour Android. Les ingénieurs d'Android ont décidé de développer une libc propre à la plate-forme Android car ils avaient besoin d'une libc légère (la libc sera chargée dans chaque processus) et rapide (les appareils mobiles ne disposent pas de CPU¹⁰ puissant). La Bionic libc a été écrit pour supporter les CPU ARM¹¹, bien que le support x86 soit présent. Il n'y pas de support pour les autres architectures CPU telles que PowerPC ou MIPS¹².

⁹ Berkeley Software Distribution.

¹⁰ Central Processing Unit, Unité de calcul central : généralement c'est le processeur principal d'une unité centrale.

¹¹ Advanced RISC Machine. Processeur RISC 32 bits, conçu en Angleterre.

¹² Nom d'une grande famille de processeurs très puissants équipant les stations Silicon Graphics

Néanmoins, pour le marché des appareils mobiles, seulement l'architecture ARM est importante. Cette libc est sous licence BSD. Elle reprend une grande partie du code des glibc issue d'OpenBSD, FreeBSD et NetBSD. Ces caractéristiques importantes, elle pèse environ 200 ko, soit la moitié de la glibc, l'implémentation des Pthreads (POSIX thread) a été complètement réécrite pour supporter les threads de la machine virtuelle Dalvik. De ce fait, la Bionic libc ne supporte pas les threads POSIX. Les exceptions C++ et les "wide char" ne sont pas supportés.

* **Médiathèque**

Basée sur PacketVideo de OpenCore ; les bibliothèques permettant la lecture et l'enregistrement audio et vidéo, ainsi que la gestion des fichiers image, y compris MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG et PNG.

Le schéma ci-dessous décrit tous les éléments de l'architecture de ces médiathèques.

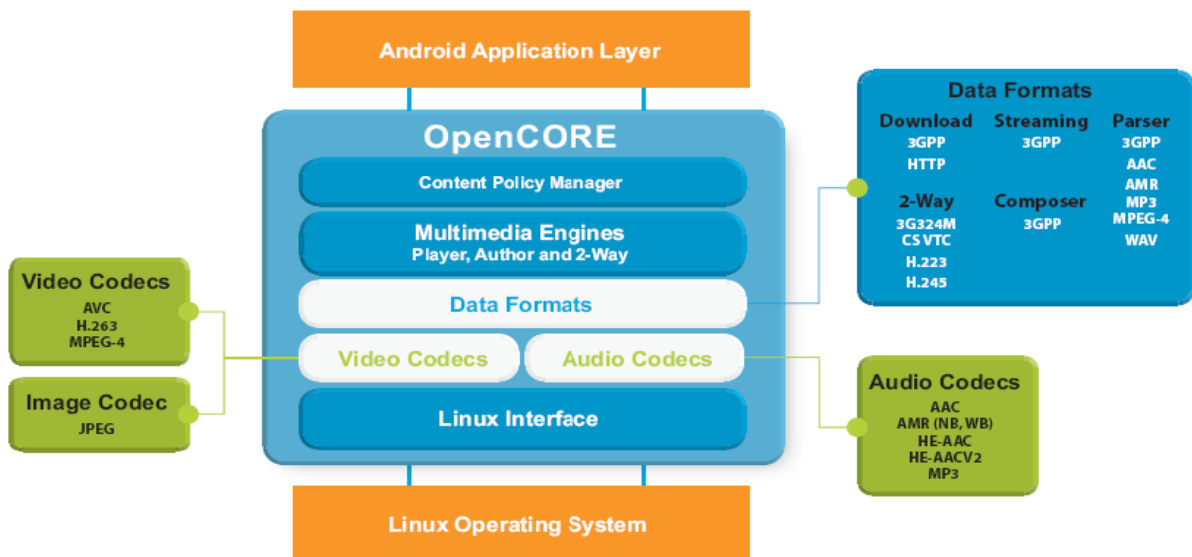


Figure I.9. Architecture de ces médiathèques.

- * **Surface Manager** : gère l'accès au sous-système d'affichage et de façon transparente.
- * **LibWebCore** : Le navigateur web présent dans Android est basé sur le moteur de rendu sous licence BSD WebKit.

- * **WebKit** : est moteur de rendu, qui fournit une "fondation" sur laquelle on peut développer un navigateur web. Il a été originellement dérivé par Apple du moteur de rendu KHTML pour être utilisé par le navigateur web Safari et maintenant il est développé par KDE project, Apple, Nokia, Google et d'autres. WebKit est composé de deux bibliothèques : WebCore et JavaScriptCore qui sont disponibles sous licence GPL.

WebKit supporte le CSS, JavaScript, DOM, AJAX. La dernière version a obtenu 100% au test Acid 3. La version de WebKit présent dans Android a été légèrement modifiée pour s'adapter aux appareils mobiles. Ainsi, le moteur de rendu basé sur WebKit présent dans Android supporte l'affichage sur une colonne.

- * **SGL** : le moteur graphique 2D.
- * **Bibliothèques 3D** : une implémentation basée sur OpenGL ES 1.0 API ; les bibliothèques utilisent l'accélération 3D matérielle (si disponible).
- * **FreeType** : bitmap et vectoriel de rendu de police.
- * **SQLite** : un moteur de base de données relationnelle puissant et léger, disponible pour toutes les applications.

I.7.4. Le moteur d'exécution d'Android (« Runtime System » en Anglais)

Est un programme qui permet l'exécution d'autres programmes. C'est cette couche qui fait qu'Android n'est pas qu'une simple "implémentation pour portables", Android inclut un ensemble de bibliothèques de base offrant la plupart des fonctionnalités disponibles dans les bibliothèques de base du langage de programmation java.

Chaque application Android s'exécute dans son propre processus, avec sa propre instance de la machine virtuelle Dalvik.

Dalvik : a été écrite pour que le dispositif puisse faire tourner plusieurs machines virtuelles de manière efficace. La machine virtuelle Dalvik exécute des fichiers dans l'exécutable Dalvik (.DEX), un format optimisé pour ne pas encombrer la mémoire. La machine virtuelle fonctionne grâce aux classes compilées par un compilateur java et transformées dans le format DEX.

La machine virtuelle Dalvik s'appuie sur le noyau linux pour les fonctionnalités de base telles que le filtrage et la gestion de la mémoire de bas niveau.

I.7.5. Le noyau linux (linux kernel)

Android est basé sur un kernel linux 2.6 mais ce n'est pas linux. Il ne possède pas de système de fenêtrage natif (X window system).

Enfin, Android utilise un kernel avec différents patches pour la gestion de l'alimentation, le partage mémoire, etc, permettant une meilleure gestion de ces caractéristiques pour les appareils mobiles.

Android n'est pas linux mais il est basé sur un kernel linux. Le kernel linux a un système de gestion mémoire et de processus reconnu pour sa stabilité et ses performances.

Le modèle de sécurité utilisé par linux, basé sur un système de permission, est connu pour être robuste et performant. Il n'a pas changé depuis les années 70.

Le kernel linux fournit un système de driver permettant une abstraction avec le matériel. Il permet également le partage de bibliothèques entre différents processus, le chargement et le déchargement de modules à chaud.

Le kernel linux est entièrement open source et il y a une communauté de développeurs qui l'améliorent et rajoutent des drivers.

C'est pour les points cités ci-dessus que l'équipe en charge du noyau a décidé d'utiliser un kernel linux.

I.8. Développement d'application Android

Les technologies mobiles prennent de plus en plus de place sur le marché. Les smartphones sont considérés comme des petits ordinateurs et dotés d'un système d'exploitation. Cependant, ils diffèrent des ordinateurs classiques par le cycle de vie d'une application. Sous Android, une application est composée d'une ou plusieurs activités. Une activité est la composante principale pour une application Android. Elle représente l'implémentation et les interactions d'interfaces utilisateur.

I.8.1. Cycle de vie d'une activité Android

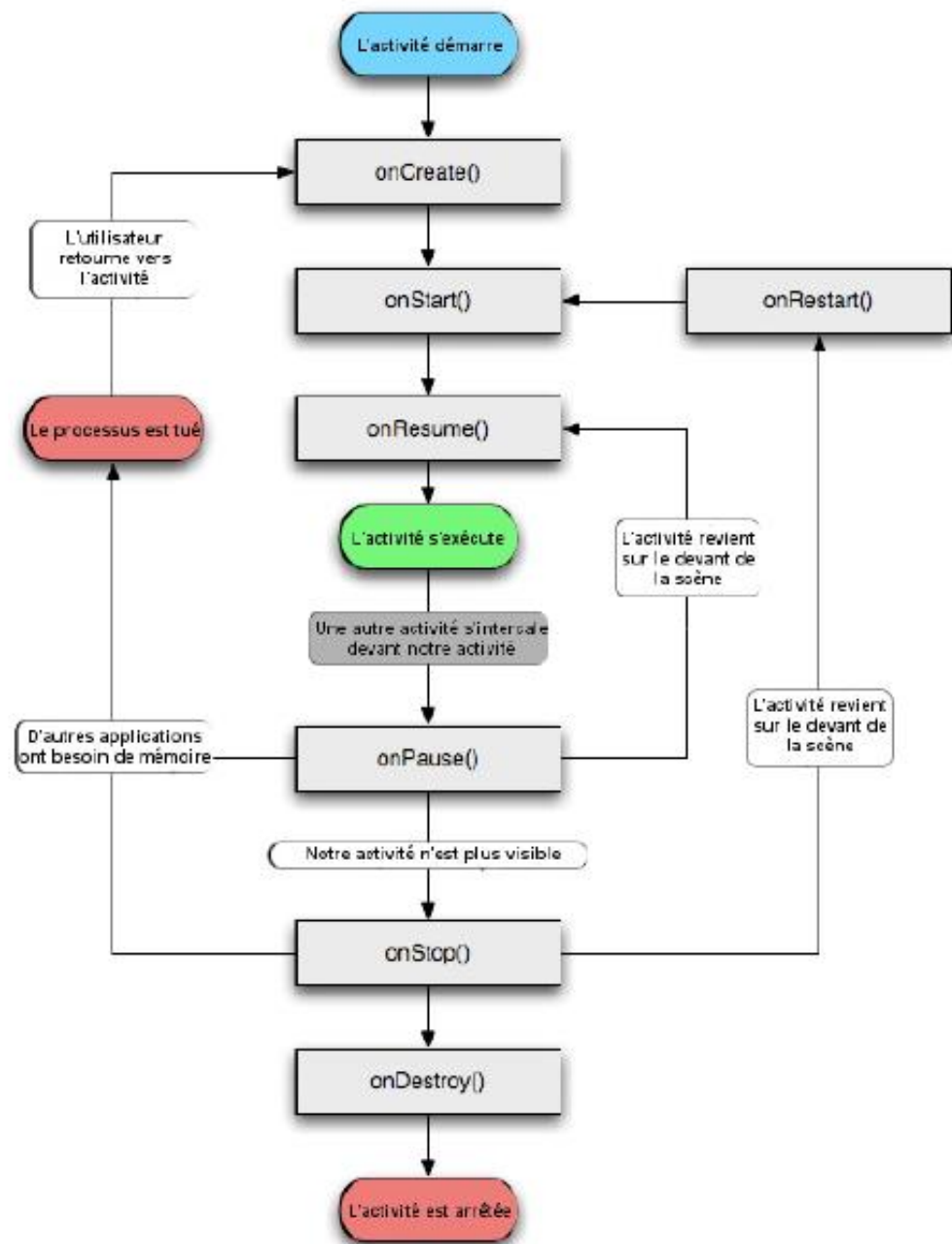


Figure I.10. Cycle de vie d'application d'Android.

- **OnCreate**

Cette méthode est appelée à la création de l'activité. Elle sert à initialiser l'activité ainsi que toutes les données nécessaires à cette dernière. Quand la méthode `OnCreate` est appelée, on lui passe un `Bundle` en argument. Ce `Bundle` contient l'état de sauvegarde enregistré lors de la dernière exécution de votre activité.

- **OnStart**

Cette méthode est pour signifier le début d'exécution de votre de l'activité (début du passage au premier plan). Si l'activité ne peut aller en avant plan quelque soit la raison, l'activité sera transférée à OnStop.

- **OnResume**

Cette méthode est appelée après OnStart (au moment où l'application repasse en foreground). A la fin de l'appel à la méthode OnResume l'application se trouve au premier plan et reçoit les interactions utilisateurs.

- **OnPause**

Si une autre activité passe au premier plan, la méthode OnPause est appelée sur l'activité. Afin de sauvegarder l'état de l'activité et les différents traitements effectués par l'utilisateur. A ce stade, l'activité n'a plus accès à l'écran, nous devons arrêter de faire toute en rapport avec l'interaction utilisateur (désabonner les listeners). Par contre nous pouvons continuer à exécuter des algorithmes nécessaires mais qui ne consomment pas trop de CPU.

- **OnStop**

Appelée quand l'activité n'est plus du tout visible quelque soit la raison. Dans cette méthode nous devons arrêter tous les traitements et services exécutés par l'application.

- **OnDestroy**

Appelée quand l'application est totalement fermée (processus terminé). Toutes les données non sauvegardées sont perdues.

I.9. Présentation de quelque application Android

Il existe deux grands types d'applications mobiles : l'application web, celle que l'on peut faire tourner sur un navigateur mobile (Browser App) et celle qui s'installe sur le téléphone via une plateforme (Apple Store ou Android Market) et qui est liée au système d'exploitation du téléphone.

Nous présentons ci-dessous quelques applications existantes pour le domaine d'aide des usagers de la route car l'application que nous développons rentre dans cette catégorie d'application.

I.9.1. My parking

My parking est une application française permettant de localiser le stationnement de notre véhicule dans la rue ou dans un parking. Il suffit pour cela de marquer

l'emplacement du véhicule avec l'application et d'y adjoindre des informations complémentaires. Si nous désirons retrouver notre véhicule à tout moment un itinéraire est indiqué sur la carte.

Les fonctionnalités offertes par cette application sont les suivantes :

- Le suivi du déplacement en temps réel.
- Le marquage du stationnement.
- Le stockage des informations complémentaires.
- La prise en compte du temps écoulé depuis le stationnement.
- Le tracé d'un itinéraire jusqu'au stationnement des véhicules.
- Le calcul de distance et temps de parcourir jusqu'au stationnement.
- La détection du véhicule avec alerte par vibrations progressives.

Cette application offre la possibilité d'utiliser trois langues, (le français, l'anglais et l'espagnol).

La figure suivante : illustre un cas d'utilisation de l'application My parking.

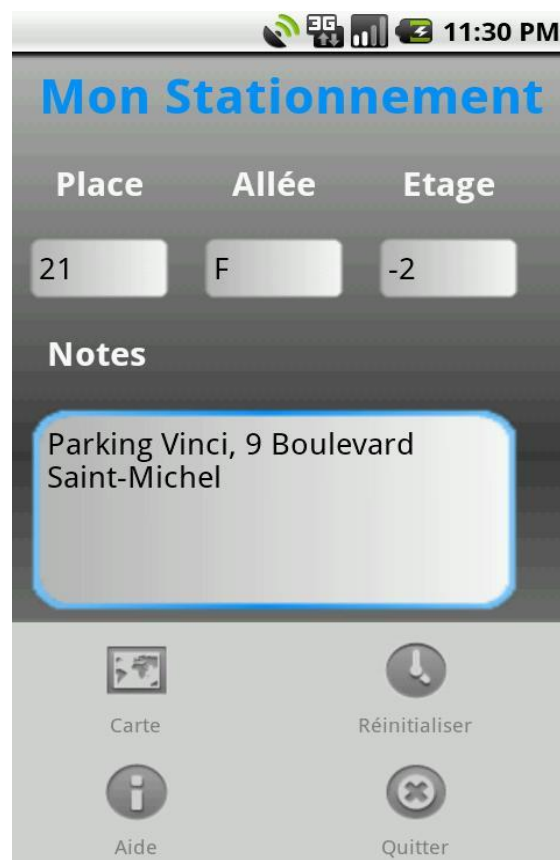


Figure I.11. Un cas d'utilisation de l'application My parking.

Sur la figure précédente l'intéressé reçoit des informations sur l'espace mon stationnement de l'application My parking. On traduit ces informations comme suit : l'intéressé peut stationner son véhicule dans le niveau -2 (représenté par la rubrique étage), pallié F(Allée) à la place 21 du parking Vinci qui se trouve à l'adresse 9 boulevard saint-michel.

I.9.2. PayByPhone

PayByPhone est une application innovante simple rapide et sécurisée, accessible depuis un mobile Android connecté à internet. L'interface conviviale de l'application nous permet d'acheter un titre de stationnement dématérialisé, ou que nous soyons, sans nous déplacer, pour gagner du temps. De nombreux avantages offerts par cette application :

- Plus besoin de se rendre à l'horodateur ou de retourner à son véhicule, le ticket de stationnement es payé à distance et entièrement dématérialisé (les contrôleurs sont eux aussi équipés de smartphone pour voir les tickets).
- Plus besoin de monnaie, les paiements sont directement effectués par carte bancaire en toute sécurité.
- Plus besoin de se souvenir quand le stationnement se termine, un SMS de rappel sera envoyer juste avant la fin.
- Nous pouvons également prolonger ou stopper à distance notre stationnement pour ne payer que la durée exacte au juste prix.

La première fois, il faut créer un profil en associant le numéro de téléphone mobile et une carte bancaire valide, le choix d'un mot de passe sera demandé lors de l'inscription, par la suite nous n'aurons plus besoin de saisir ces informations pour payer le stationnement depuis notre mobile ou internet.

La figure suivante illustre un cas d'utilisateur de l'application PayByPhone, et l'application est composée de trois sections paiement, plan et info

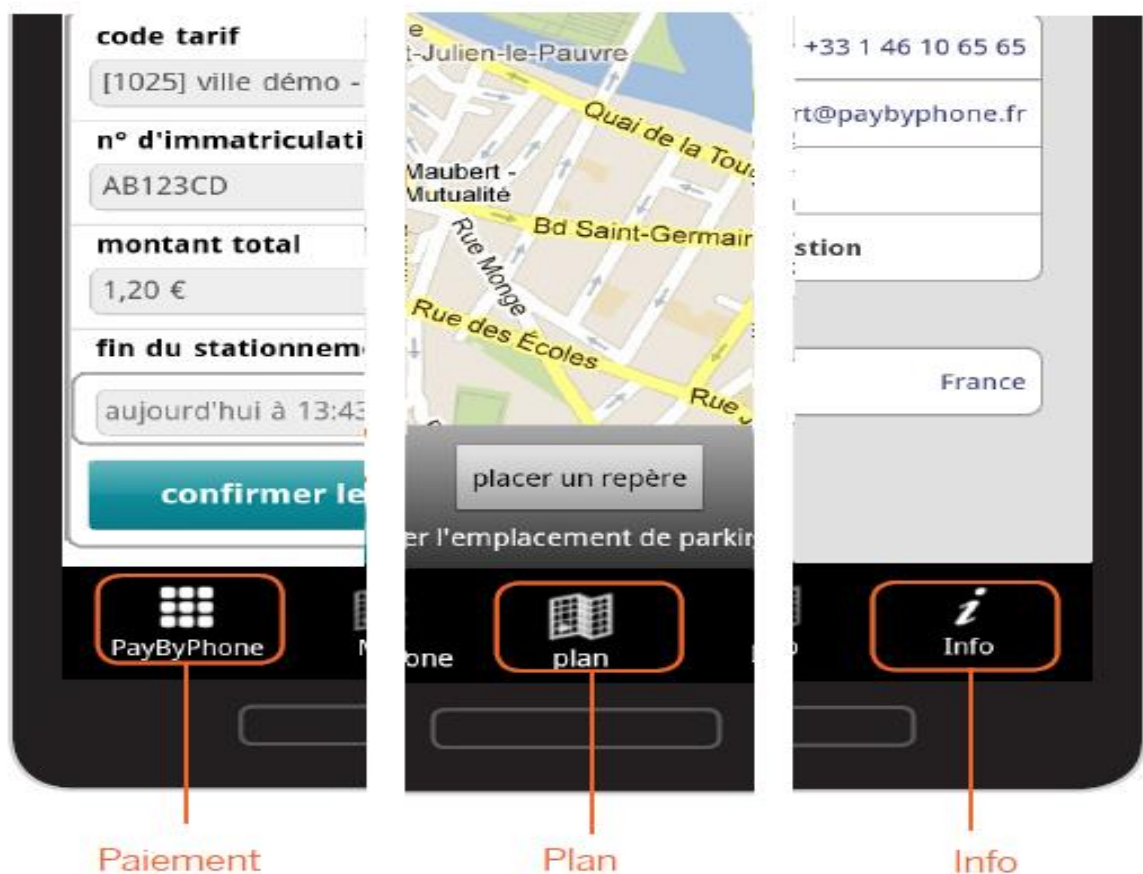


Figure I.12. Les champs qui composent l'application PayByPhone.

I.9.3. Taxi Caller

Il existe deux applications : une pour les passagers et une autre pour les chauffeurs.

- **Taxi Caller passager :**

Cette application permet de trouver un taxi dans le monde entier, pour cela elle :

- Utilise la position actuelle pour trouver des compagnies de taxi où que nous soyons.
- Offre une carte de navigation facile à l'usage pour choisir l'endroit d'embarquement et de destination.
- Affiche le coût estimé si possible.
- Nous permet de noter nos compagnies de taxi favorites pour un accès rapide.

- **Taxi Caller chauffeur**

- Accepter des courses sollicitées par des passagers de leurs applications taxi caller sur GSM.
- Le taxi est indiqué sur la carte interactive de site www.Taxicaller.com et le chauffeur peut accepter les réservations à partir de web.
- Ce système peut être utilisé à la fois par les conducteurs indépendants et les compagnies de taxi à la recherche d'un système de centrale de commande complet.

I.10. Conclusion

Ces dernières années, la téléphonie mobile a été sans doute le secteur le plus dynamique, le plus rentable et le plus innovant de toute l'industrie des télécommunications.

Le marché des smartphones, essentiellement, connaît un véritable essor dans lequel les acteurs habituels essaient de s'engouffrer.

Google, ayant réalisé le potentiel de ce marché a décidé de s'y introduire en sortant un nouveau système d'exploitation Android.

Dans ce chapitre nous avons donc découvert les origines et l'historique de la plate-forme Android, ses différentes versions et leurs répartitions actuelles. Aussi nous avons présenté les avantages et les concurrents d'Android, nous avons illustré l'architecture de la plate-forme Android sur laquelle s'exécutent les applications. Et enfin nous avons présenté quelques applications développées pour le domaine de transport.

Dans le prochain chapitre, nous allons présenter les généralités sur la géolocalisation, dont les techniques et les systèmes de localisation qui existent seront abordés.

Chapitre II

Généralités sur la Géolocalisation

Sommaire du chapitre

II.1.	Introduction.....	31
II.2.	Définition	31
II.3.	Méthodes de géolocalisation.....	31
II.3.1.	Les méthodes géométriques.....	32
II.3.1.1.	La triangulation	32
II.3.1.2.	La trilatération	33
II.3.2.	Les méthodes statiques	34
II.3.3.	Les méthodes hybrides	35
II.4.	Les techniques de mesure	35
II.4.1.	Les méthodes basées sur des mesures temporelles.....	35
II.4.1.1.	Temps d'arrivée -Time Of Arrival (TOA)	35
II.4.1.2.	La différence des temps d'arrivée- Time Difference Of Arrival.....	37
II.4.1.3.	La méthode basée sur la direction d'arrivée des ondes (AOA).....	38
II.5.	Les systèmes de localisation	39
II.5.1.	La localisation par satellite	39
II.5.1.1.	Localisation par GPS.....	39
II.5.1.1.1.	Définition	39
II.5.1.1.2.	Composition.....	40
II.5.1.1.3.	Concepts de base de fonctionnement de GPS	42
II.5.1.1.4.	Modes opératoires	48
II.5.1.1.5.	Limites de GPS	50
II.5.1.2.	Localisation par DGPS	52
II.5.1.3.	Localisation par GLONASS.....	53
II.5.1.4.	Localisation par GALILEO.....	54
II.5.1.5.	Localisation par EGNOS.....	54
II.5.1.6.	Localisation par COMPASS/BeiDou.....	55
II.5.2.	Système de localisation par ondes radioréférence ou infrarouge	56
II.5.2.1.	Localisation par RADAR	56
II.5.2.2.	Localisation par Active Badge	56
II.5.2.3.	Localisation par cricket	57
II.5.3.	Système de localisation utilisant la diffusion des signaux de télévision (TV Positionning System).....	57
II.5.4.	Système de localisation utilisant les réseaux cellulaires.....	58
II.6.	Conclusion	59

II.1. Introduction

La géolocalisation est devenue une information à grande valeur ajoutée, que cela soit d'un point de vue économique ou militaire. De nombreux services dépendent et se servent de la position des utilisateurs pour rendre des services personnalisés. La géolocalisation est une technologie avancée qui permet de collecter des informations permettant de localiser un objet ou une personne sur une carte, à l'aide de coordonnées géographiques. Ce concept a vu le jour en Amérique, en 1993, créée pour les besoins de l'armée américaine, la géolocalisation s'est modernisée depuis quelques années.

Il existe plusieurs moyens de connaître, avec plus ou moins de précision, la position d'un appareil. Cela peut se faire au moyen des satellites GPS¹ qui gravitent autour de la terre ou à l'aide des cellules des réseaux GSM² ou encore des points d'accès du Wifi³.

L'objectif de ce chapitre est de présenter les concepts de base de la géolocalisation ainsi nous l'avons structuré comme suit : une définition de la géolocalisation ainsi les différentes méthodes et techniques de géolocalisation sont présentées dans la première section. La seconde section présente les grands systèmes de localisation, dans cette section nous allons détailler, particulièrement le système de positionnement géographique global GPS.

II.2. Définition

La géolocalisation ou géoréférencement consiste à détecter la position de l'individu ou d'un objet, sur un plan ou une carte, à l'aide de ses coordonnées. Les coordonnées peuvent être relatives, c'est-à-dire définies par un repère d'origine arbitraire. Elles peuvent sinon être géographiques c'est-à-dire par rapport au centre de la terre, en coordonnées polaires. Cette opération est réalisée à l'aide d'un terminal capable d'être localisé (grâce à un système de positionnement par satellites et un récepteurs GPS par exemple) [23].

II.3. Méthodes de géolocalisation

¹ Global Positioning System, développé par le département de la défense des U.S.A.

² Global System for Mobile communications, norme numérique de seconde génération pour la téléphonie mobile.

³ Wireless Fidelity, une implantation de la norme IEEE802.11 basée sur la transmission radio.

Une méthode de géolocalisation est l'ensemble des traitements qui permettent de déterminer la position d'un terminal mobile à partir de données quantifiables comme la puissance des signaux reçus [9]. Nous allons présentons dans un premier temps les méthodes géométriques dont deux grandes méthodes, sont analysées. Dans un second temps nous énumérons les méthodes statiques. Ensuite nous présentons les méthodes hybrides.

II.3.1. Les méthodes géométriques

La première approche est purement géométrique. Depuis l'antiquité l'Homme a cherché à mesurer le rayon de la terre (la première mesure connue est due à Eratosthène vers 250 avant J.C en Egypte), mais c'est au XVIIe siècle que les avancées se précipitent. De la mesure de rayon, l'Homme a passé à la mesure de l'arc intercepté à la surface de la terre par un angle au centre d'un degré. Ce qui permet bien sure de calculer le rayon correspondant, la terre alors était considérée comme un solide de révolution tournant autour de l'axe des pôles, et assimilée à une sphère. Deux grandes méthodes géométriques existent : la triangulation et trilatération.

II.3.1.1. La triangulation

La triangulation est une méthode attribuée au mathématicien Thalès. Thalès, a développé la méthode appelée triangulation pour calculer la position d'un navire. La figure II.1 illustre la construction géométrique de la triangulation. Deux observateurs A et C créés respectivement par les directions (AB) et (BC) avec le segment de droite [AC]. Comme la distance AC est mesurable et par conséquent connue, le triangle ABC peut être construit. Connaissant AC et les angles \hat{A} et B adjacents, il est possible de déduire AB et AC, qui sont les distances du navire aux points A et C [15].

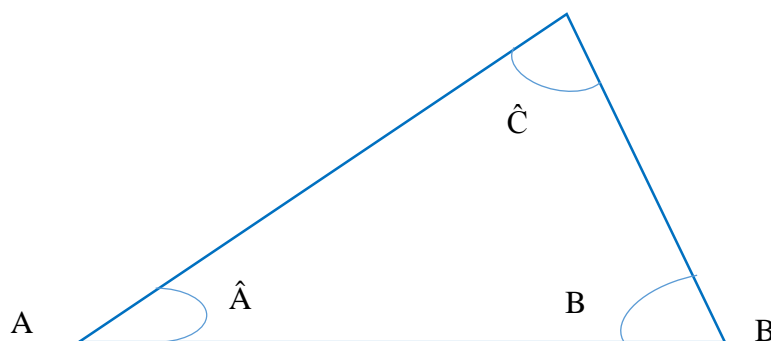


Figure II.1. Construction géométrique de la triangulation.

Maintenant pour déterminer les deux côtés du triangle (AB et AC) et l'angle \hat{C} qu'ils forment on utilise d'abord la propriété de la somme des angles d'un triangle puis on applique la loi de sinus, la somme des angles d'un triangle est égale à π radians (180 degrés), donc $B = 180 - (\hat{A} + \hat{C})$, ensuite d'après la loi de sinus on a :

$$\frac{AC}{\sin B} = \frac{AB}{\sin \hat{C}} = \frac{BC}{\sin \hat{A}}$$
 Ainsi, grâce à deux produits en croix nous déduisons ces distances [2].

II.3.1.2. La trilatération

La trilatération est une méthode de localisation relative d'un objet en utilisant la distance entre un minimum de trois nœuds de Référence (NR) pour une localisation en deux dimensions (2D). La figure suivante illustre le principe de la localisation par trilatération. En effet, soient (x_i, y_i) les coordonnées cartésiennes du $i^{\text{ème}}$ NR, et (x, y) les coordonnées de l'objet à localiser ou objet mobile (OM) [14].

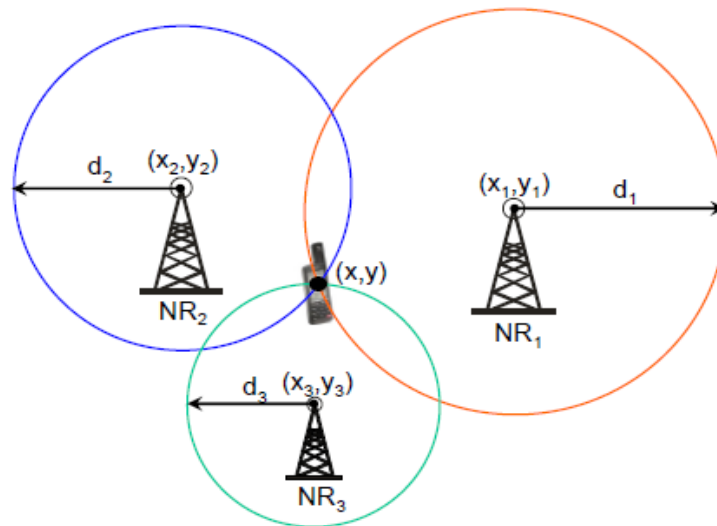


Figure II. 2. Localisation par trilatération.

La position de cet objet est obtenue par le point d'intersection des trois cercles de centre NR1, NR2, NR3, ayant respectivement les rayons d_1 , d_2 et d_3 plus précisément, cette position peut être déterminée par la résolution du système d'équation suivant :

$$\begin{cases} (X_1 - X)^2 + (Y_1 - Y)^2 = d_1^2 \\ (X_2 - X)^2 + (Y_2 - Y)^2 = d_2^2 \\ (X_3 - X)^2 + (Y_3 - Y)^2 = d_3^2 \end{cases}$$

II.3.2. Les méthodes statiques

Ce sont les méthodes qui consistent à effectuer des mesures de références puis à comparer les mesures réalisées pour l'objet mobile, avec ces mesures de références pour en déduire sa position. Ces approches comprennent donc deux étapes : une étape de calibrage ou d'apprentissage et l'étape d'estimation de la position. Une des méthodes la plus efficace est la méthode d'empreinte radio (en anglais RF fingerprinting), qui se base sur les mesures des puissances reçues (RSSI pour Received Signal Strength Indicator) par l'objet mobile à partir des balises radios (comme les points d'accès Wifi par exemple) [15].

II.3.3. Les méthodes hybrides

Ces méthodes comportent deux étapes : dans la première étape, elles utilisent la méthode d’empreinte radio. Avec une phase rapide de formation (ceci indique qu’on a peu de point de références et que la base de données est très petite). Pour obtenir une première évaluation de positionnement (indiquant par exemple dans quelle pièce du bâtiment se trouve l’objet mobile), et dans la deuxième étape, un modèle empirique précis de la propagation du signal sera utilisé pour calculer la distance exacte entre émetteur et récepteur, la triangulation pourra alors être utilisée pour calculer la position de l’objet mobile plus précisément [15].

II.4. Les techniques de mesure

Plusieurs techniques permettent à un objet de mesurer la distance qui le sépare d’un autre objet ou bien de mesurer l’angle qu’il forme avec celui-ci.

II.4.1. Les méthodes basées sur des mesures temporelles

La distance entre les objets peut être évaluée à partir du temps de propagation d’un signal. Deux approches principales peuvent être définies pour ces méthodes : l’heure d’arrivée (TOA)⁴ et la différence de temps d’arrivée (TDOA)⁵.

II.4.1.1. Temps d’arrivée -Time Of Arrival (TOA)

Les ondes électromagnétiques, voyagent à une vitesse constante dans l’espace libre (vitesse de la lumière $C \approx 3 * 10^8$ m/s) on peut donc facilement connaître la distance D séparant un émetteur d’un récepteur en connaissant le temps T mis par le signal direct pour arriver de l’émetteur au récepteur par l’expression $D=C*T$. Cette technique utilise une simple triangulation avec un minimum de trois stations de base pour déterminer la position du mobile. La méthode TOA est celle utilisée par le système GPS. L’illustration de cette technique est le suivant :

⁴ Time Of Arrival.

⁵ Time Difference Of Arrival.

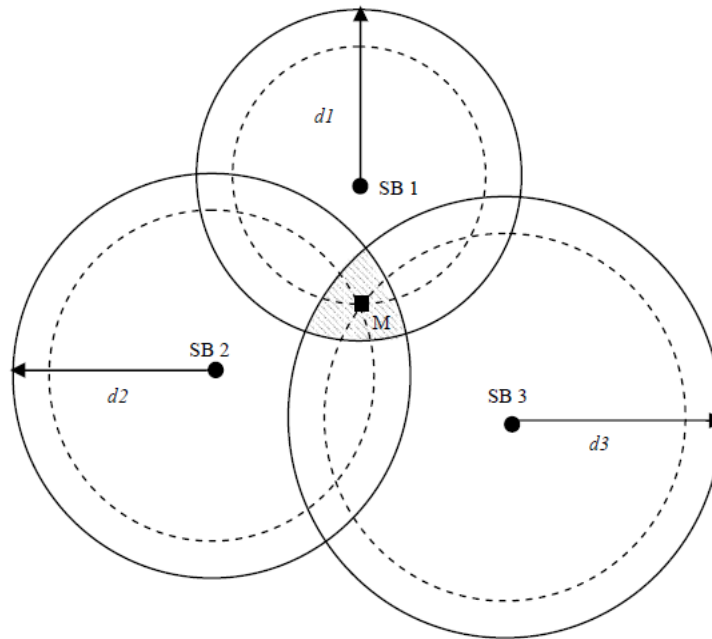


Figure II.3. Technique de mesure temporelle basée sur le temps d'arrivée.

Pour connaître le temps exact d'arrivée du signal aux stations de base, il faut que ces dernières soient parfaitement synchronisées entre elles et avec le mobile afin de connaître le temps exact de transmission du signal par le mobile. Un défaut de synchronisation conduit à des erreurs dans l'estimation du temps pris par le signal direct pour arriver aux station de base, donc à des erreurs de localisation importantes pour contrer ce problème de synchronisation, une autre approche consiste à ce que chaque station de base soit à la fois émettrice et réceptrice. Elle émet un signal et reçoit la réflexion de ce dernier sur le mobile. Le parcours ainsi effectué par le signal est égale à deux fois la distance séparant le mobile de la station de base. Cette approche élimine la nécessité de synchronisation entre la station de base et le mobile. Cette technique est la plus couramment utilisée dans les environnements externes (espace libre), dans les environnements internes à cause de la dispersion du signal et la présence d'obstacles, le signal du trajet n'est pas toujours le plus fort et parfois est absent. Dans ces conditions, d'importantes erreurs de localisation sont commises [13].

II.4.1.2. La différence des temps d'arrivée- Time Difference Of Arrival

Cette technique se base sur la différence des temps d'arrivée des signaux reçus. Elle vise à éviter la synchronisation entre le mobile et les stations de base. Des paires de stations de base synchronisées entre elles sont utilisées. La différence du temps d'arrivée du signal émis par le mobile à chaque paire de stations de base est mesurée. Dans un espace à deux dimensions, avoir une même différence de temps d'arrivée (donc une différence constante en valeur absolue entre les distances séparant le mobile des deux stations car la vitesse du signal est identique) à une paire de stations de base donnée est une hyperbole dont l'équation est donnée par l'expression suivante :

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Où x et y sont les coordonnées du mobile et les constantes a et b sont des constantes liées aux distances séparant le mobile des deux stations de base. C'est la raison pour laquelle cette technique est aussi appelée technique hyperbolique de radiolocalisation. Une simple triangulation faite avec au moins trois paires de stations de base (SB) sont nécessaires à la localisation du mobile. Cette technique est illustrée sur la figure II.4. Les hyperboles en pointillé sont celles qui auraient été obtenues si tous les temps d'arrivée avaient été mesurés avec exactitude. Leur intersection donne la position exacte du mobile toujours faites, la technique basée sur la différence des temps d'arrivée des signaux reçus, situe le mobile plutôt dans une région hachurée comme montré sur la figure II.4.

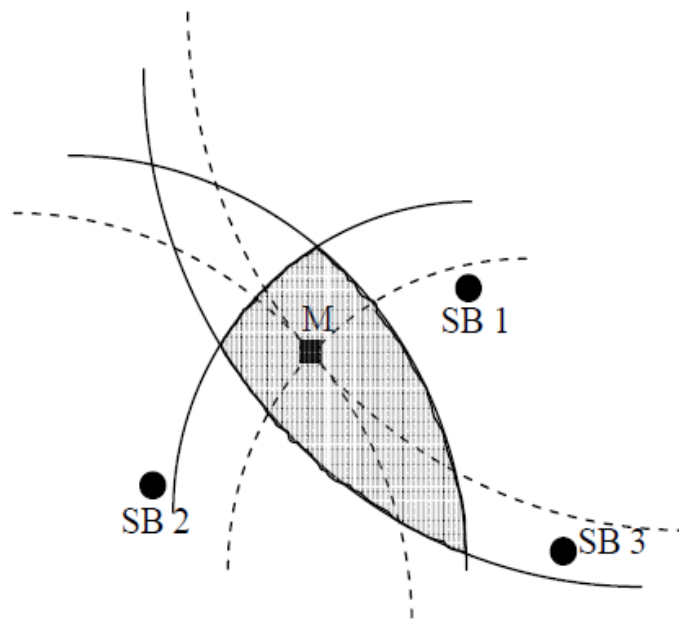


Figure II.4. Technique de mesure temporelle basée sur la différence des temps d'arrivée des signaux des trajets directs reçus.

II.4.1.3. La méthode basée sur la direction d'arrivée des ondes (AOA)

Un système de localisation, basé sur AOA⁶, mesure l'angle entre la direction de propagation du rayonnement électromagnétique incident et la normale au réseau d'antennes constituant le récepteur. Dans cette méthode de mesure, qui est fortement corrélée à la méthode de triangulation, deux récepteurs suffisent pour calculer la position du mobile en 2D dans le cas d'un réseau d'antennes linéaire et uniforme, l'information sur l'AOA est obtenue en mesurant la TDOA $\Delta\tau$ des signaux reçus sur les éléments constituant le réseau. Par ailleurs, quand la distance entre l'émetteur et le récepteur est suffisamment importante, il est possible de considérer que les fronts d'ondes qui arrivent sur l'antenne sont planaires comme indiqué par la figure suivant [14] :

⁶ Angle Of Arrival

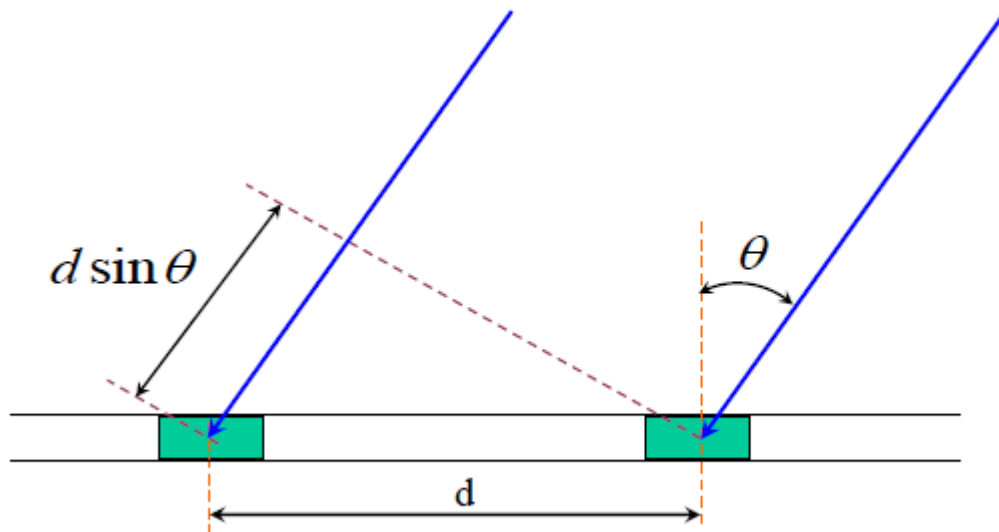


Figure II.5. Technique de mesure basée sur la direction d'arrivée des ondes (AOA).

II.5. Les systèmes de localisation

Si autrefois les systèmes de localisation étaient exclusivement réservés aux applications militaires, ils se sont ouverts depuis les années 90 au monde civil. Les grandes puissances ont toutes cernés les impacts politiques et économiques de ses systèmes. Dans cette section, nous allons présenter les systèmes de localisation existants : par satellite, par onde radiofréquences, et les systèmes de localisation utilisant la diffusion des signaux de télévision.

II.5.1. La localisation par satellite

L'exemple le plus connu de positionnement par satellite est le GPS (le système de localisation américain), il existe d'autres systèmes, tels que le système russe GLONASS, GALILEO le système de localisation européen, et COMPASS développé par la république populaire de chine.

II.5.1.1. Localisation par GPS

II.5.1.1.1. Définition

Le sigle GPS est l'abréviation du mot anglais Global Positioning System, il s'agit du nom du principal système de positionnement par satellite mondial actuel.

Ce système mis en place par le département de la défense des USA peut permettre à une personne de connaître la position d'un objet sur la surface de la terre dès l'instant que celui-ci est équipé d'une puce GPS. Le système GPS comprend au moins 24 satellites NAVSTAR⁷ orbitant à 20 200 Km d'altitude qui émettent en permanence un signal complexe permettant le calcul de leurs coordonnées prédites. Il a été mis en service à partir de 1986 [17].

II.5.1.1.2. Composition

Le système GPS comprend trois composantes principales, appelées encore segments :

◆ Le segment spatial

Constitué d'une constellation de 27 satellites NAVSTAR dont 24 sont actifs à l'heure actuelle (les autres servent de satellites de secours). Ces satellites évoluent sur 6 plans orbitaux, ayant tous une inclinaison d'environ 55° sur l'équateur. Ils suivent une orbite quasi circulaire (ellipses à faible excentricité, voir Annexe 3 *la Lois de Kepler*) à une altitude de 20 200 à 25 000 Km qu'ils parcourent à une vitesse de 13 000 Km/h. [17].

La figure suivante montre le segment spatial du système GPS.

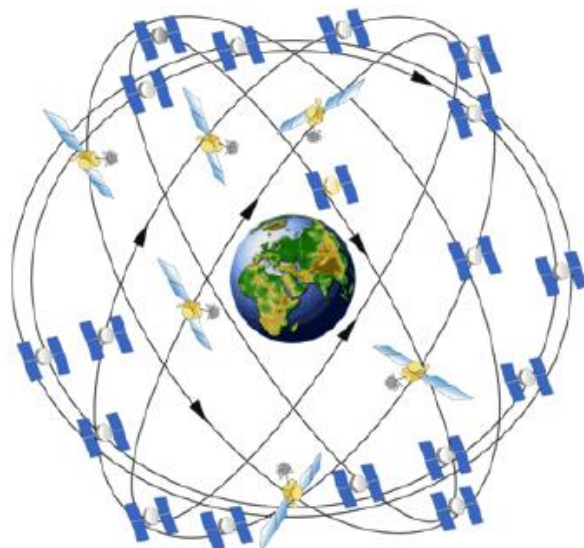


Figure II.6. Les 24 satellites NAVSTAR [Source <http://pnt.gov>]

⁷ NAVigation System with Time And Ranging.

◆ Le segment de contrôle

C'est la partie qui permet de piloter et de surveiller le système, composé de cinq stations américaines au sol (voir la figure suivante), ces stations sont situées sur les îles d'Ascension (océan atlantique), de Diego Garcia (océan indien), de Kwajalein et d'Hawaii (océan pacifique), ainsi qu'à Colorado Springs (station maîtresse). Les stations de poursuite sont équipées, entre autres de récepteurs GPS stationnées sur des points géodésiques dont les coordonnées sont précisément connues. Les observations recueillies permettent de calculer la position des satellites sous forme d'éphémérides. Cette information est communiquée aux satellites et mise en mémoire de leur ordinateur de bord, pour être par la suite rediffusée aux utilisateurs, par les signaux émis par les satellites eux-mêmes [11].



Figure II.7. Les stations de contrôle de GPS.

◆ Le segment usager

Regroupe l'ensemble des récepteurs passifs (utilisateurs) civils et militaires qui ne font que recevoir des signaux transmis par les satellites, et le système ne peut donc être saturé, le nombre maximum d'utilisateurs GPS est illimité. Ils ont pour fonction de mesurer des distances entre l'antenne réceptrice et les satellites émetteurs, de décoder les messages radiodiffusés qui contiennent les éphémérides servant aux calculs de la position des satellites au temps d'observation, et de calculer la position de l'utilisateur. Plusieurs types de récepteurs offrent des fonctions de navigation et la possibilité d'enregistrer les coordonnées calculées et les observations. Mentionnons qu'il n'y a pas de frais inhérents à l'utilisation des signaux GPS (exception faite de l'achat ou de la location des récepteurs). [11]. La figure suivante montre quelques exemple de récepteurs GPS



Figure II.8. Récepteurs GPS.

II.5.1.1.3. Concepts de base de fonctionnement de GPS

◆ Fréquence de communication

L'émission des signaux par satellites se fait sur deux fréquences porteuses différentes nommées L1 et L2. Les erreurs produites par la réfraction ionosphérique dépendent de la longueur d'onde et peuvent être fortement compensées en cas d'utilisation simultanée des deux fréquences.

Les porteuses des signaux GPS sont générées à partir de la fréquence d'horloge fondamentale des satellites, $f_0 = 10.23$ MHz [22].

Le tableau ci-dessous illustre les fréquences de communication utilisées par le GPS.

Bande	f [GHz]	Longueur de l'onde (cm)
L1	$154f_0 = 1575.42 = 1.575$ GHz	~19
L2	$120f_0 = 1227.60 = 1.227$ GHz	~24

Tableau II.1. Fréquence de communication L1 et L2

Le segment récepteur utilise deux fréquences descendantes L1 de 1.575 GHz en QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) dont la longueur d'onde est 19 cm et L2 de 1.227 GHz en BPSK (Binary Phase Shift Keying) dont la longueur d'onde est 24 cm

[4]. En revanche, le segment de contrôle utilise une fréquence descendante et une autre montante comme indiqué dans la figure suivante :

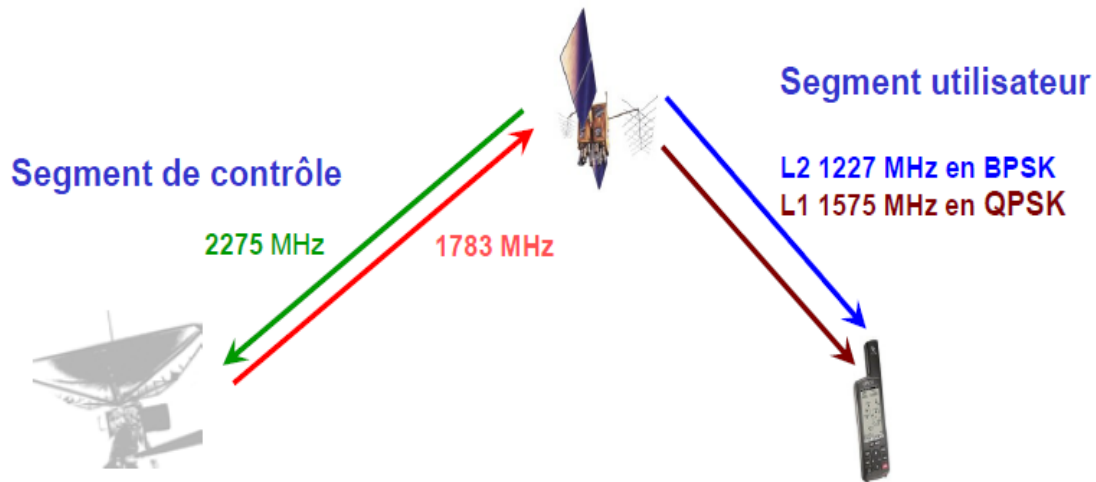


Figure II.9. Fréquence de communication dans le système GPS.

L'onde porteuse L1 est modulée par deux codes : **C/A** : Clear/Access ou Coarse/Acquisition et **P** : Precise ou Protected, et par un message contenant entre autres les éphémérides. Il est à noter que le code **Y**, qui est une modification du code **P** est exclusivement relié aux opérations militaires. Pour sa part, l'onde porteuse L2 n'est pas modulée par le code **C/A**. La fréquence des ondes porteuses et la séquence des codes sont régies par des horloges atomiques à bord des satellites. A cause de la fréquence des ondes porteuses, les signaux GPS sont arrêtés ou atténués par des obstacles tels que les édifices, les montagnes, les arbres.

◆ Coordonnées géographiques

Les coordonnées géographiques sont aussi dénommées **coordonnées terrestres**. La terre est supposée sphérique de centre C. Son axe de rotation est l'axe des pôles coupant la planète « au-dessus » au pôle Nord géographique (point P_N) et « au-dessous » au pôle Sud géographique (P_S). L'équateur est le grand cercle, **cercle équatorial**, intersection avec la terre du plan perpendiculaire à l'axe de rotation et contenant son centre. Il délimite l'hémisphère Nord et l'hémisphère Sud.

- **Parallèles et latitude**

Les plans parallèles à l'équateur découpent sur la sphère terrestre des petits cercles, les parallèles, qui matérialisent la **latitude L**. un demi-plan s'appuyant sur l'axe des pôles coupe le cercle équatorial et le parallèle sélectionné : l'angle L de sommet le centre de la terre et dont les côtés passent par ces deux intersections mesure la latitude. Dans l'hémisphère Nord, les latitudes croissent de 0° à $+90^\circ$ au pôle Nord. Dans l'hémisphère Sud, les latitudes décroissent de 0° à -90° au pôle Sud [17].

- **Méridiens et longitude**

Les plans contenant l'axe polaire découpent sur la sphère terrestre des grands cercles de même périmètre que le cercle équatorial. Chaque demi-grand cercle joignant pôles Nord et Sud est un méridien.

On choisit une méridienne origine. La distance angulaire entre un méridien quelconque et ce méridien est la **longitude G**.

Depuis 1884 la méridienne origine est celui qui passe par l'observatoire de Londres à Greenwich, dont la fondation remonte à 1675.

La longitude est généralement comptée de 0° à $+180^\circ$ vers l'Ouest et de 0° à -180° vers l'Est [17].

- **Coordonnées d'un point M géographique**

Un point M quelconque de la surface terrestre se détermine donc par ses coordonnées géographique latitude (ϕ) et longitude (λ) elles sont exprimées en grades ou en degrés (degrés minutes secondes, degré minutes ou degrés décimaux).

Un point est aussi défini par son altitude (h) qui est la distance algébrique entre le point M et l'ellipsoïde. Le système de coordonnées de référence mondiale est le « World Géodetic System » abrégé « WGS84 ». Le réseau américain GPS utilise actuellement ce système.

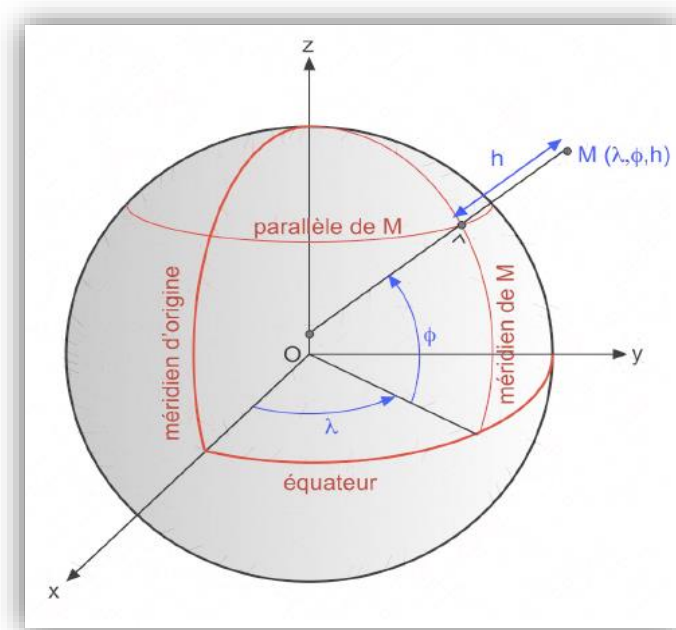


Figure II.10. Localisation d'un point M par parallèle et méridien.

- **Principe de fonctionnement**

Le GPS calcule la position par triangulation :

- Le satellite émet une onde électromagnétique de vitesse connue.
- Le récepteur calcule le temps mis par cette onde pour l'atteindre.
- Le récepteur sait alors qu'il se trouve sur une sphère centrée sur le satellite.

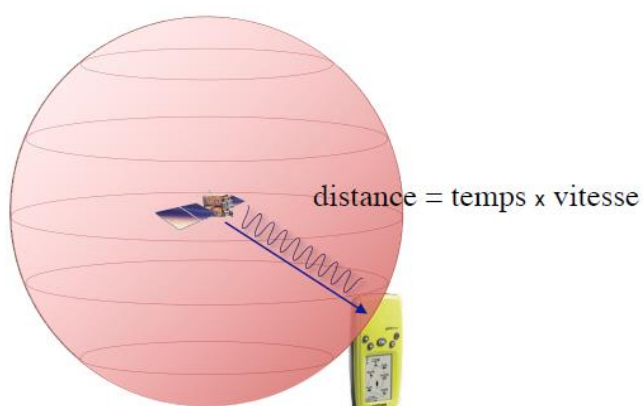


Figure II.11. Calcul de distance avec un seul satellite.

- En recoupant les informations de deux satellites le lieu géométrique du récepteur devient un cercle.

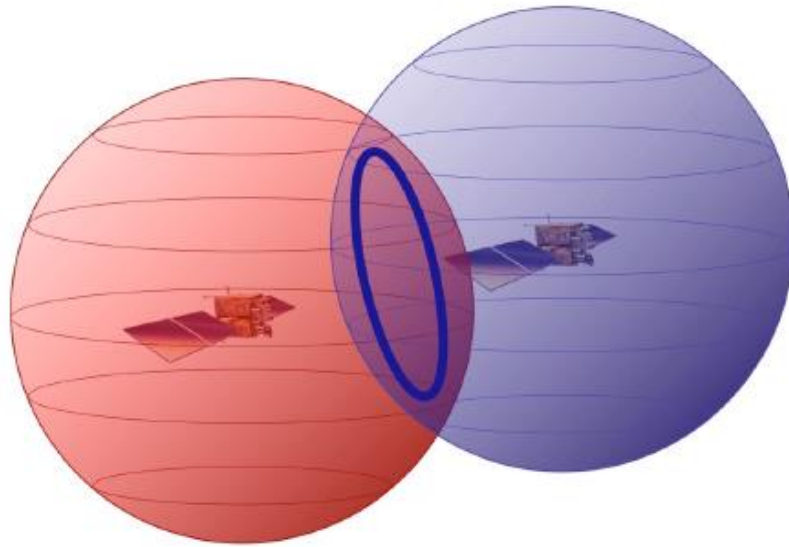


Figure II.12. Calcul de distance en utilisant deux satellites.

- Avec 3 satellites l'intersection se réduit à un (ou 2) points.

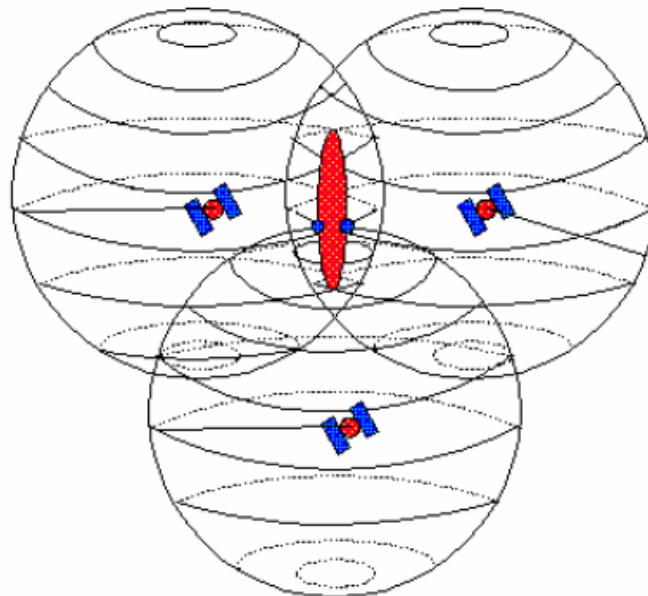
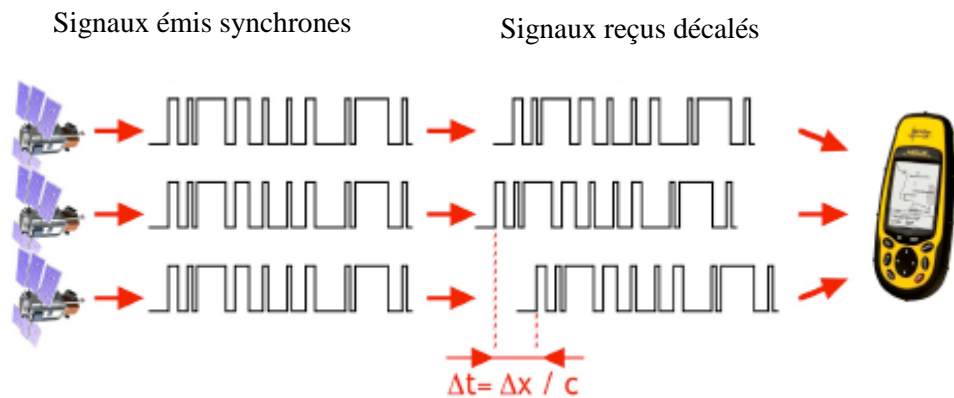


Figure II.13. Calcul de distance en utilisant trois satellites.



Les signaux se propagent à la vitesse de la lumière :

$$\text{Distance} = \text{durée} \times 2.9979.10^8$$

On a 1µs de retard = 300 m de distance, donc il faut une précision de 1ns pour atteindre une résolution de l'ordre du mètre. Le récepteur n'a pas l'heure exacte et ne connaît donc que l'écart relatif par rapport aux trois satellites. Il faut donc un 4^{ème} satellite pour figer la position exacte. On aura quatre équations pour quatre inconnues :

$$\begin{cases} (x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2 + (z_0 - z_1)^2 = c^2(t_0 - t_1)^2 \\ (x_0 - x_2)^2 + (y_0 - y_2)^2 + (z_0 - z_2)^2 = c^2(t_0 - t_2)^2 \\ (x_0 - x_3)^2 + (y_0 - y_3)^2 + (z_0 - z_3)^2 = c^2(t_0 - t_3)^2 \\ (x_0 - x_4)^2 + (y_0 - y_4)^2 + (z_0 - z_4)^2 = c^2(t_0 - t_4)^2 \end{cases}$$

Dont :

(x_0, y_0, z_0) : les coordonnées de récepteurs.

(x_1, y_1, z_1) : les coordonnées de 1^{er} satellite.

(x_2, y_2, z_2) : les coordonnées de 2^{eme} satellite.

(x_3, y_3, z_3) : les coordonnées de 3^{eme} satellite.

(x_4, y_4, z_4) : les coordonnées de 4^{eme} satellite.

C : la vitesse de la lumière = $2.9979 * 10^8$ Km/s.

t : est la durée émet par le récepteurs et les quatre satellites.

II.5.1.1.4. Modes opératoires

◆ Modes statique et cinématique

Le GPS peut être utilisé en mode statique, c'est-à-dire que l'on cumulera des observations sur un point fixe. Il peut également être utilisé en mode cinématique, c'est-à-dire que l'on observera une série de points en se déplaçant. La fréquence des observations est alors guidée par des distances (ex : une observation tous les 10 m) ou par des périodes de temps déterminées (ex : une observation par seconde). On peut également collecter des données qui seront représentées en entités ponctuelles, linéaires ou polygonales.

Lorsque le récepteur est au repos, le positionnement est dit statique, quand le récepteur est en mouvement, on parle de positionnement cinématique l'avantage du positionnement statique est que le nombre de mesure recueillies sur une même station devient bien supérieur au nombre d'inconnues à résoudre, d'où une plus grande précision du positionnement. C'est ce qui est appelé une solution cumulée, puisque les observations sont cumulées pour calculer une position unique. En mode cinématique, trois nouvelles coordonnées doivent être estimées à chaque époque d'observation. Dans ce dernier cas, on récoltera des observations selon une distance parcourue ou selon un intervalle de temps déterminé. Et, on parlera de mode semi-cinématique lorsque le récepteur est configuré en mode cinématique mais que l'on active ou désactive la fonction « pause », pour faire des observations à des endroits précis.

L'opération des récepteur GPS est simple et ne cause pas de difficultés importantes. Cependant la principale difficulté pour l'utilisateur est de pouvoir sélectionner l'équipement, et le mode opératoire qui permettront d'atteindre la précision désirée. Le tableau ci-dessous contient quelques exemples de modes opératoires et l'ordre de grandeur de la précision du positionnement pouvant être atteindre dans différentes conditions d'observation [11].

Positionnement	Observation	Durée	Précision horizontale
Absolu (milieu forestier).	Pseudodistance	Instantanée	10-20 m
Relatif (milieu forestier).	Pseudodistance	Instantanée	2-10 m
Relatif (milieu dégagé).	Phase (ambiguïtés résolues)	5-10 minutes	1-5 cm

Tableau II.2. Ordre de grandeur de la précision horizontale du positionnement en fonction mode opératoire.

Les deux premiers exemples du tableau traitent du positionnement en modes absolu et relatif avec les mesures de pseudodistance. L'autre exemple est relié à l'utilisation des mesures de phase.

◆ Observations à proximité d'un couvert forestier

Les signaux satellites sont influencés, voir bloqués par différents obstacles comme le couvert forestier. Donc, lors d'observations sous couvert ou à proximité d'un couvert, il faut que l'utilisateur soit vigilant afin d'avoir une bonne réception. Dans ce contexte, l'utilisation d'une antenne externe et d'un récepteur comportant un nombre élevé de canaux favorisera une meilleure réception. Avec ces options, un plus grand nombre de satellites peuvent être suivis. L'utilisateur peut également obtenir plus d'observation avec une bonne géométrie des satellites. Avec certains modèles de récepteur un signal sonore qui avertit l'utilisateur de la perte des signaux des satellites permet à ce dernier de pallier ce problème, soit en diminuant la vitesse de déplacement, soit en effectuant du positionnement statique quelques instants.

◆ Observations sous couvert forestier

Les observations sous couvert forestier présentent assurément plusieurs limitations. Il a été démontré expérimentalement que le couvert forestier nuit à la réception des signaux GPS. Une étude effectuée par Deckert et Bolstad (1994) démontre que des observations effectuées sous couvert forestier de feuillus ont été plus précises que des observations similaires sous couvert de résineux. D'autres études ont démontré que le taux d'humidité du feuillage (à l'intérieur du feuillage et sur celui-ci) influence également la qualité de la réception du signal.

Il est cependant permis d'affirmer qu'il est possible d'effectuer des observations GPS sous couvert. Ici, le mode statique favorise grandement une meilleure précision. Des études montrent l'obtention de solutions de positionnement à près de 5 m de précision, après deux minutes d'observation, et ce, même sous des densités de couvert très élevées. Il est donc possible de localiser des placettes-échantillons ou de déterminer des points sur le contour d'éclaircie précommerciale.

II.5.1.1.5. Limites de GPS

La précision de positionnement théorique à l'aide d'un récepteur GPS seul est de 20m (ou mieux) dans 95% du temps. En réalité différentes perturbations diminuent cette performance, ce sont les sources d'erreurs hardwares, environnementales et atmosphériques.

De plus, des dégradations volontaires peuvent être ajoutées aux signaux afin de réduire la précision des applications civiles, qui passent de 20 à environ 100m. Deux aspects de ces perturbations sont connus sous les noms de Selective Availability (SA) et Anti Spoofing (AS).

◆ Erreurs atmosphériques

Les signaux envoyés par les satellites traversent les différentes couches de l'atmosphère terrestre ce qui n'est pas sans conséquence. Deux couches sont généralement considérées quant à l'analyse des perturbations, l'ionosphère et troposphère.

L'ionosphère retarde la propagation du signal (la vitesse de la lumière est légèrement diminuée) et introduit une erreur dans la mesure de la pseudo-distance. La valeur du retard dépend de l'altitude géomagnétique du récepteur, de l'heure du jour et l'élévation du satellite. Des délais significativement plus longs sont observés lorsque le satellite présente une faible élévation (plus grande largeur d'atmosphère pour parvenir au récepteur), durant la journée (radiation solaire), ou encore dans des régions proches de l'équateur géomagnétique ou des pôles.

Le retard ionosphérique dépend de la longueur d'onde du signal aussi est-il possible d'en atténuer efficacement l'erreur par l'utilisation de récepteurs bi fréquences (L1+L2). Les récepteurs en bande L1 seule (en fait la majorité des

récepteurs civils) “compose” en partie les erreurs ionosphériques à l’aide de modèles mathématiques.

Pour ce qui est de la troposphère, le retard ne dépend pas de la longueur d’onde et sa compensation, se fait obligatoirement par des modèles mathématiques difficiles à élaborer. Dans le cas d’applications nécessitant une grande précision, il convient de prendre en compte la température, le degré d’humidité et la pression atmosphérique à l’endroit de la mesure [22]. La figure II.14 illustre les deux couches troposphériques et ionosphériques qui perturbent la propagation des signaux GPS.

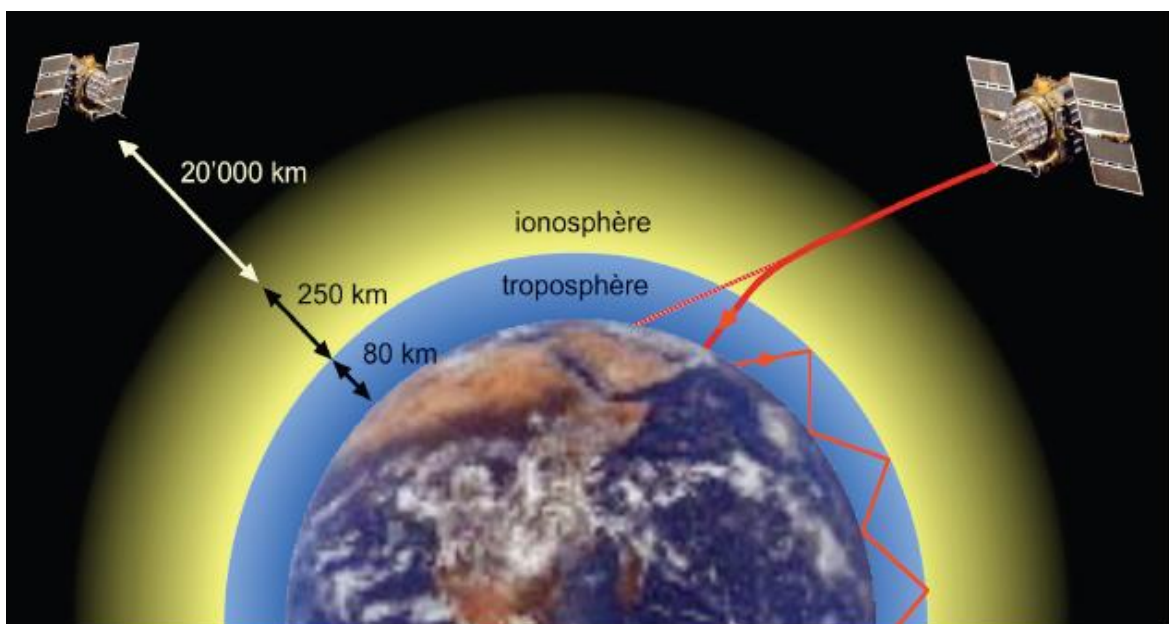


Figure II.14. Description des deux couches qui perturbent la propagation des signaux GPS.

◆ Multi-trajets

Les multi-trajets (multipath) sont le résultat des réflexions multiples que peut subir le signal GPS avant de parvenir au récepteur, notamment sur les surfaces d’objet divers entourant l’antenne (sol, bâtiments, automobiles, arbres...). La surface la plus propice aux multi-trajets est le plan d’eau tandis que la moins propice est le terrain sablonneux.

Les multi-trajets conduisent à une erreur dans le calcul de la pseudo-distance, le signal GPS ne parvenant pas au récepteur en ligne droite (allongement du trajet).

Les antennes sont généralement conçues pour limiter l'influence de ce phénomène. De plus, un positionnement judicieux de l'antenne et la réjection des satellites dont l'élévation est plus petite que 10 ou 15° contribuent à améliorer les performances à cet égard.

◆ **Bruit du récepteur**

Les erreurs causées par le processus de mesure utilisé dans le récepteur sont communément groupées sous la désignation de *bruit du récepteur*. Ce dernier dépend de la conception de l'antenne, de la méthode de conversion analogique-numérique, du procédé de corrélation, des boucles de poursuite des satellites et des bandes passantes.

II.5.1.2. Localisation par DGPS

Le GPS Différentiel, ou DGPS⁸, a été imaginé afin de contourner l'erreur SA⁹ introduite volontairement. Le signal DGPS est corrigé spécifiquement de cette erreur. Il utilise un réseau de stations fixes de référence qui transmet l'écart entre les positions indiquées par les satellites et leurs positions réelles connues. Le réseau de bases est implanté par l'utilisateur, des agences gouvernementales, ou des sociétés privées qui revendent les corrections. A partir de 2000, le procédé DGPS perd un peu de son intérêt mais conserve tout de même un avantage sur le GPS en offrant une résolution de l'ordre du mètre. Cette technologie est très employée en navigation aussi bien terrestre que maritime [14]. On utilise une large gamme de fréquence correspondant à l'application. Plus on travaille dans un milieu confiné (milieu urbain, chantier,...), plus on utilise une gamme de fréquence élevée. La portée des bases de fréquence peut atteindre 300km, pourvoyant ainsi aux besoins de positionnement pour la navigation côtière.

Type	Fréquence	Portée
UHF ¹⁰	300 MHz et 3000 MHz	Quelques kilomètres
VHF ¹¹	30 MHz à 300 MHz	Jusqu'à 20 Km en mer

⁸ Differential Global Positioning System.

⁹ Erreur volontaire d'algorithme provoquant un décalage d'une centaine de mètres sur la position.

¹⁰ Ultra-High Frequency.

¹¹ Very-High Frequency.

Grandes ondes	Autour de 300 KHz	Entre 200 et 300 Km
GSM	900 MHz, 1800 MHz	Jusqu'à 50 Km.

Tableau II.3. L'ensemble des corrections propres aux stations de références.

◆ **Fonctionnement du DGPS**

Une station de référence DGPS est installée le long d'une voie navigable côtière dans une position fixe dont on connaît avec précision les coordonnées. Le récepteur GPS de la station mesure les signaux de toutes les stations en vue. Comme la station se trouve à un endroit de coordonnées connues, elle est capable de résoudre l'équation du temps de parcours réel et du temps de parcours théorique de chaque signal des satellites. La station de référence peut alors déterminer n'importe quelle transmet des corrections à effectuer à tous les satellites en vue. Le récepteur embarqué ne prend en compte que les corrections applicables aux satellites qu'il utilise pour la solution de navigation [19].

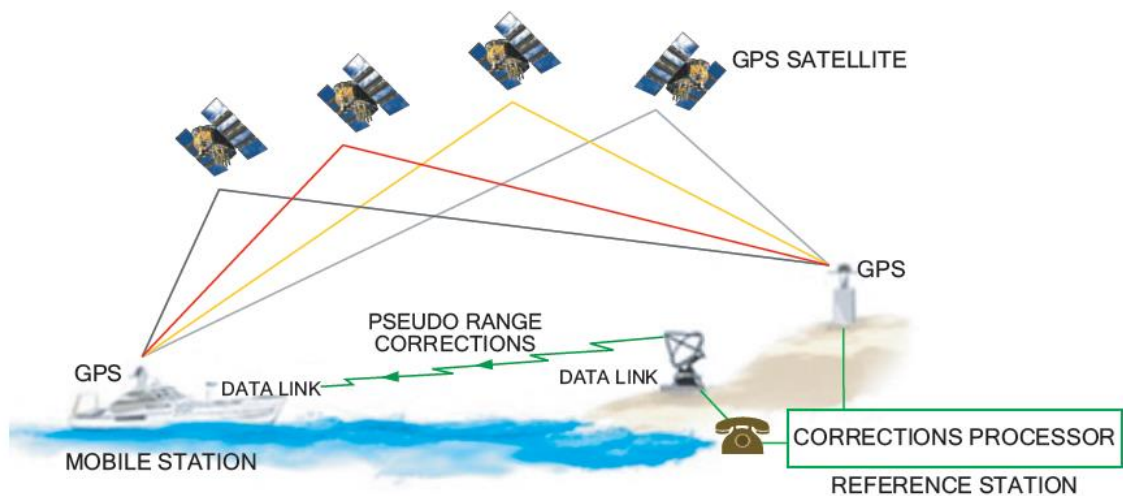


Figure II.15. Principe de fonctionnement du DGPS.

II.5.1.3. Localisation par GLONASS

Dans les années 80, durant la guerre froide, les militaires russes, conscients de l'enjeu stratégique que pouvait représenter la maîtrise d'un système de navigation par satellites, répliquent au système GPS avec le programme GLONASS

(GLObal'naya NAvigatsionnaya Sputnikovaya Sistema). Ce système avait des objectifs et des performances similaires au GPS, en offrant un moyen de se positionner précisément partout sur la planète. GLONASS est déclaré opérationnel en 1996, mais après des hauts et des bas dus à nombreux problèmes techniques, et au manque d'argent au sortir de la guerre froide, le système GLONASS végète sans pouvoir, offrir une réelle disponibilité, avec seulement 6 satellites opérationnels. En 2002, la fédération de Russie décide de relancer le programme et étudie une nouvelle génération de satellites, avec pour objectif que le système soit complètement opérationnel en 2015. En 2011, le système GLONASS est proche de sa configuration nominale [7].

II.5.1.4. Localisation par GALILEO

L'Europe, consciente de l'importance stratégique que revêt pour son économie et son indépendance, les systèmes de positionnement par satellite décide à son tour de réaliser un système de navigation par satellite, sous contrôle civil dont les premières études sont lancées dès 1994. Ce système, appelé GALILEO.

Le nom GALILEO a été choisi en hommage à Galilée, physicien, mathématicien et astronome italien né à Prise en 1564 et mort en Arcetri en 1642.

Galileo se compose dans l'espace d'une constellation de trente satellites en orbite qui fournissent des informations de positionnement avec une précision et une fiabilité inégalées. Les satellites sont exploités et surveillés à partir de divers endroits de la terre afin de garantir leur bon fonctionnement [7].

II.5.1.5. Localisation par EGNOS

EGNOS est le premier programme européen de navigation et positionnement par satellites, actuellement opérationnel. Ce système EGNOS préfigure GALILEO. Ce réseau de 40 stations terrestre corrige les signaux des systèmes de positionnement des Etats-Unis GPS et russe GLONASS, dans leurs versions actuelles et futurs. Grâce à l'interopérabilité du GPS et de GLONASS, EGNOS améliore à la fois leur fiabilité et leur précision : la précision nominale du GPS, de 20 mètres environ, passe ainsi à une précision horizontale de 2 mètres avec EGNOS, avec des signaux fiables. EGNOS est épaulé par trois satellites propres.

EGNOS est surtout utile pour la navigation aérienne (la précision verticale est très supérieure). EGNOS a des équivalents aux Etats-Unis (WAAS)¹², et au Japon (MSAS)¹³. Tous ces systèmes sont compatibles entre eux, ce qui permet aux équipements (compatibles) GPS d'utiliser l'apport du WAAS, du MSAS et de EGNOS sur leurs continents respectifs [18].

II.5.1.6. Localisation par COMPASS/BeiDou

En fin la chine avec BEIDOU a initié la mise en œuvre d'un système de navigation par satellites régional, pour lequel les premiers satellites furent lancés en 2000. L'extension de ce système régional en système global appelé COMPASS est en cours depuis 2010 [7].

Paramètres techniques

Nom	Constellation nominale	Capacité opérationnelle totale	Nombre de satellites opérationnels	Couverture	Spectre civil
GPS	24	1995	29 (août 2009)	mondiale	En 2007 :L1 C/A L2 C.
GLONASS	24	1995(GLONASS) 2010(GLONASS-M)	11 (août 2007)	mondiale	En 2007 :L1PT, L2PT, Futur : L1PT, L2PT, L3PT*, L1CR**, L5R**. * : structure du signal en cours d'amélioration. ** : en attente d'une décision finale.
GALILEO/ EGNOS	3(GEO) 30 (MEO)	2008 (régionale). 2012 (mondiale).	3 en orbite géostationnaire, 1 en orbite terrestre moyenne.	Mondiale.	E5 OS/Sol. E6 CS, E6 PRS. E1 OS/Sol.

¹² Wide Area Augmentation system

¹³ Multi-functional Satellite Augmentation System

COMPASS/ BeiDou	5+30	2007	5 (août 2007).	mondiale	1195,14~1219,14 Mhz 1256,52~1280,52 Mhz 1559,05~1563,15 Mhz 1587,69~1591,79 Mhz
----------------------------	------	------	----------------	----------	--

Tableau II.4. Les paramètres techniques de chacun des systèmes de localisation abordé au-dessus.

II.5.2. Système de localisation par ondes radioréférence ou infrarouge

Nous allons parler dans ce paragraphe de quelques autres systèmes de localisation utilisant les ondes radioréférence, les systèmes UWB (Ultra Wide Band), et les infrarouge.

II.5.2.1. Localisation par RADAR

Le système RADAR a été développé par Microsoft Research. Il utilise la technique basée sur les signatures avec une approche ascendance pour localiser le mobile. L'idée de base est d'utiliser une technologie déjà existante dans l'environnement de localiser, la technologie IEEE 802.11b [14, 15] WLAN (*Wireless Local Area Network*), pour former la signature d'un point donné. Le mobile envoie sur une base périodique un signal contenant un paquet de diffusion (*broadcast beacons*) 802.11b. Trois stations de base fixes, équipées chacune d'une carte sans-fil 802.11b, reçoivent ce signal et déterminent sa puissance [13].

II.5.2.2. Localisation par Active Badge

Le système Active Badge est l'un des premiers systèmes de localisation en intérieur, proposé par AT&T entre 1989 et 1992. Dans ce type de système, le mobile doit être doté d'un tag émettant des signaux infrarouges toutes les 10 secondes. Les récepteurs installés au plafond de chaque pièce de la zone à couvrir sont reliés entre eux pour former un réseau permettant de détecter le tag actif. Cette technologie était adoptée autrefois parce qu'elle peu coûteuse et une bonne précision a été obtenue

lors de son exploitation. En revanche, elle présente d'énormes inconvénients liés aux ondes radio qui sont perturbés par la présence de lumière et des obstacles : murs, meubles lourds, etc. ce qui réduit la portée du système [5].

II.5.2.3. Localisation par cricket

Le système cricket dédiée exclusivement à la localisation en indoor, dont la première version (version '0') a été conçue en 1999 par l'institut de technologie de Massachussets. La figure II.9 montre un exemple de système cricket. Ce système utilise deux technologies différentes. En effet, il combine à la fois les informations provenant d'une interface US avec celles provenant d'une interface RF en vue d'estimer la distance émetteur/récepteur puis, dans un second temps, déduire la position du mobile [2].

II.5.3. Système de localisation utilisant la diffusion des signaux de télévision (TV Positioning System)

La télédiffusion numérique terrestre (TNT) est une bonne candidate pour la localisation. Le signal de télévision numérique, défini aux États-Unis suivant le standard ATSC (American Television Standard Committee), comporte des signaux de synchronisation utilisables en localisation. Dans les environnements difficiles, le niveau des signaux de télévision numérique est supérieur à ceux du GPS d'une quarantaine de décibels¹⁴. Par rapport au GPS, les signaux ne sont pas affectés par l'effet Doppler, de l'émetteur (les stations de base étant fixes et donc de position connue) et les effets dus à la traversée de l'ionosphère sont inexistantes [17].

¹⁴ Unité servant en acoustique à définir une échelle d'intensité sonore

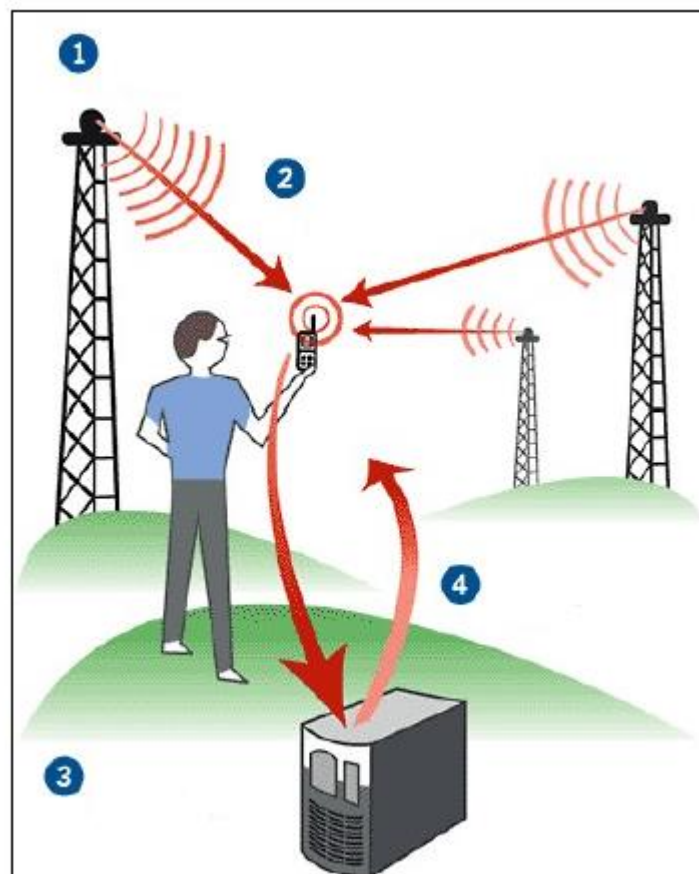


Figure II.16. Fonctionnement d'un système de positionnement par TV.

II.5.4. Système de localisation utilisant les réseaux cellulaires

L'utilisation des systèmes de positionnement par satellites pose deux problèmes : le coût non négligeable de l'utilisation du segment spatial, qui sera à la charge des opérateurs, et le non disponibilité du signal direct spécialement dans la localisation en intérieur ou à l'extérieur, sous des conditions difficiles : reliefs montagneux, conditions climatiques sévères, etc. pour ces raisons, certains opérateurs se sont orientés vers des réseaux cellulaires ou même des réseaux hybrides.

Il y a eu de nombreuses propositions pour des améliorations aux systèmes de positionnement par des réseaux cellulaires (GSM, UMTS¹⁵) afin de fournir des services plus précis que Cell ID (Cell IDentification). La plupart sont basées sur la connaissance du temps d'arrivée du signal qui est facilité par le fait que les radios numériques envoient

¹⁵ Universal Mobile Telecommunication System

des informations en paquet de données séquentiels très organisés et dépendants en temps.

Il est probable que le positionnement cellulaire ne sera jamais aussi précis que le GPS, mais il a l'avantage de travailler à l'intérieur et dans d'autres zones où les signaux GPS sont difficiles à recevoir [15].

II.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons étalés les différentes méthodes et techniques de localisation. Ensuite, nous avons présenté les systèmes de localisation, à savoir : le GPS, DGPS ainsi GALILEO, GLONAS et COMPASS.

Nous cherchons dans ce mémoire a couplé la géolocalisation à la technologie GPS et un système d'information, pour obtenir une solution de se localiser et géolocaliser les établissements recevant du publique.

De ce fait, la localisation basée sur le système GPS s'avère être intéressante et adéquate pour notre application qui fera objet du chapitre suivant.

Chapitre III

Analyse des exigences et conception

Sommaire du chapitre

III.1.	Introduction	62
III.2.	Description de la problématique et présentation de la solution.....	62
III.2.1.	Problématique.....	62
III.2.2.	Solution et objectifs.....	62
III.3.	Modélisation avec UML.....	63
III.3.1.	Définition.....	63
III.3.2.	Diagramme d’UML.....	63
B.	Diagramme dynamique (comportement).....	63
III.4.	La démarche de modélisation adoptée	64
III.5.	Analyse des exigences.....	65
III.5.1.	Identification des acteurs.....	66
III.5.2.	Diagramme de contexte.....	66
III.5.3.	Spécifications des besoins fonctionnels	67
III.5.3.1.	Analyse des besoins fonctionnels.....	67
III.6.	Diagramme de cas d’utilisation.....	67
III.7.	Conception.....	76
III.7.1.	Diagramme de séquence.....	76
III.7.1.1.	Diagramme de séquence de cas d’utilisation « Accéder à la fiche signalétique».....	78
III.7.1.2.	Diagramme de séquence de cas d’utilisation « Accéder à la Maps».....	79
III.7.1.3.	Diagramme de séquence de cas d’utilisation « Chercher un Lieu »......	80
III.7.1.4.	Diagramme de séquence de cas d’utilisation « Accéder à la partie itinéraire ».	81
III.7.2.	Diagramme d’activité	83
III.7.2.1.	Diagramme d’activité de cas d’utilisation « créer un compte »	83
III.7.2.2.	Diagramme d’activité de cas d’utilisation « Accéder à la fiche signalétique ».....	85
III.7.2.3.	Diagramme d’activité de cas d’utilisation «Accéder à la Map ».....	86
III.7.2.4.	Diagramme d’activité de cas d’utilisation « Chercher un lieu »	87
III.7.2.5.	Diagramme d’activité de cas d’utilisation « Accéder à la partie itinéraire ».....	88
III.7.3.	Diagramme de classe.....	89
III.8.	Conclusion.....	91

III.1. Introduction

Pour une meilleure compréhension de notre future application, dans ce présent chapitre nous nous proposons d'analyser les différents cas d'utilisations de notre future application, cette étape est importante, elle sert de base pour le passage à l'activité de conception, ainsi nous structurons ce présent chapitre comme suit : la première section est consacrée à la présentation de la problématique ainsi que la solution retenue pour y remédier, alors la deuxième section nous allons présenter la démarche de notre projet ainsi le diagramme de contexte aussi la spécification des besoins fonctionnels ainsi que le diagramme de cas d'utilisation, et dans la partie conception nous présentons les diagrammes d'activités, de séquences, ainsi le diagramme de classes, enfin ce chapitre est achevé avec une conclusion.

III.2. Description de la problématique et présentation de la solution

III.2.1. Problématique

De nos jours, la téléphonie est devenue indispensable et chacun de nous cherche à atteindre une meilleure qualité de vie pour chacun de nous, c'est ce que nous comptons réaliser dans notre future application, chaque individu rencontre au moins une difficulté dans sa vie quotidienne et parmi les difficultés rencontrées par cet individu alpha est de trouver ou localiser un établissement recevant du public comme : les hôtels, les restaurants, les pharmacies et les cabinets de médecins, grâce à la géolocalisation GPS via le smartphone de l'utilisateur.

III.2.2. Solution et objectifs

Pour répondre à cette problématique, notre solution exploite la nouvelle technologie de positionnement par satellite GPS disponible sur le quasi-totalité des smartphones. Les fonctionnalités de notre solution sont :

- ◆ Localiser rapidement les hôtels, les restaurants, les pharmacies et les cabinets de médecins les plus proches de la position de l'utilisateur ;
- ◆ Calculer l'itinéraire de l'utilisateur ;
- ◆ Réserver dans un hôtel, ou dans un restaurant, prendre un rendez-vous chez le médecin en ligne en toute sécurité ou directement par téléphone, appeler le service / consulter son site internet.

III.3. Modélisation avec UML

III.3.1. Définition

UML (Unified Modeling Language), est une notation conçue pour représenter, spécifier, construire et documenter les systèmes logiciels. Ses deux principaux objectifs sont la modélisation de systèmes utilisant les techniques orientés objet, depuis la conception jusqu'à la maintenance, et la création d'un langage abstrait compréhensible par l'homme et interprétable par les machines. UML s'adresse à toutes les personnes chargés de la production, du déploiement et du suivi de logiciels (analystes, développeurs, chefs de projets, architectes etc.), mais peut également servir à la communication avec les clients et les utilisateurs du logiciel. Il s'adapte à tous les domaines d'application et à tous les supports. Il permet de construire plusieurs modèles d'un système, chacun mettant en valeur des aspects différents : fonctionnels, statiques, dynamiques et organisationnels. UML est devenu un langage incontournable dans les projets de développement [16].

III.3.2. Diagramme d'UML

UML 2.0 propose plusieurs diagrammes qui sont des descriptions abstraites du système étudié et qui sont :

A. Diagramme statique (structurels)

- ◆ Diagramme de classe ;
- ◆ Diagramme d'objet ;
- ◆ Diagramme de comportement ;
- ◆ Diagramme de déploiement ;
- ◆ Diagramme de cas d'utilisation.

B. Diagramme dynamique (comportement)

- ◆ Diagramme d'activité ;
- ◆ Diagramme de séquence ;
- ◆ Diagramme d'état-transition ;
- ◆ Diagramme de collaboration.

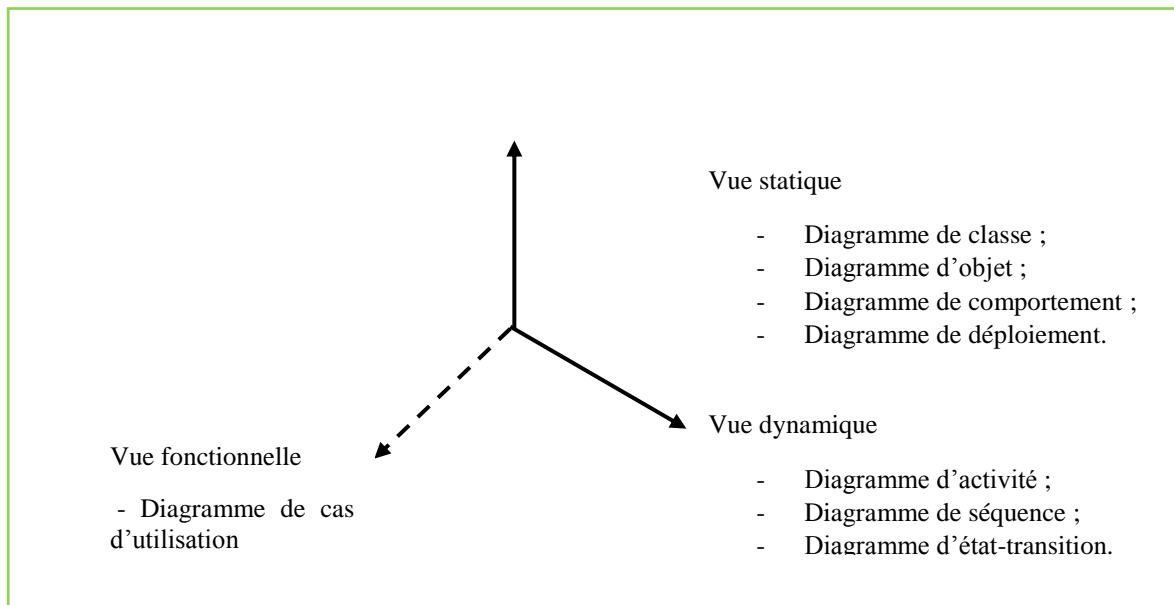


Figure III.1. Les différentes vues de systèmes.

III.4. La démarche de modélisation adoptée

La démarche de modélisation choisie pour concevoir notre application nous la retrouvons dans la figure suivante :

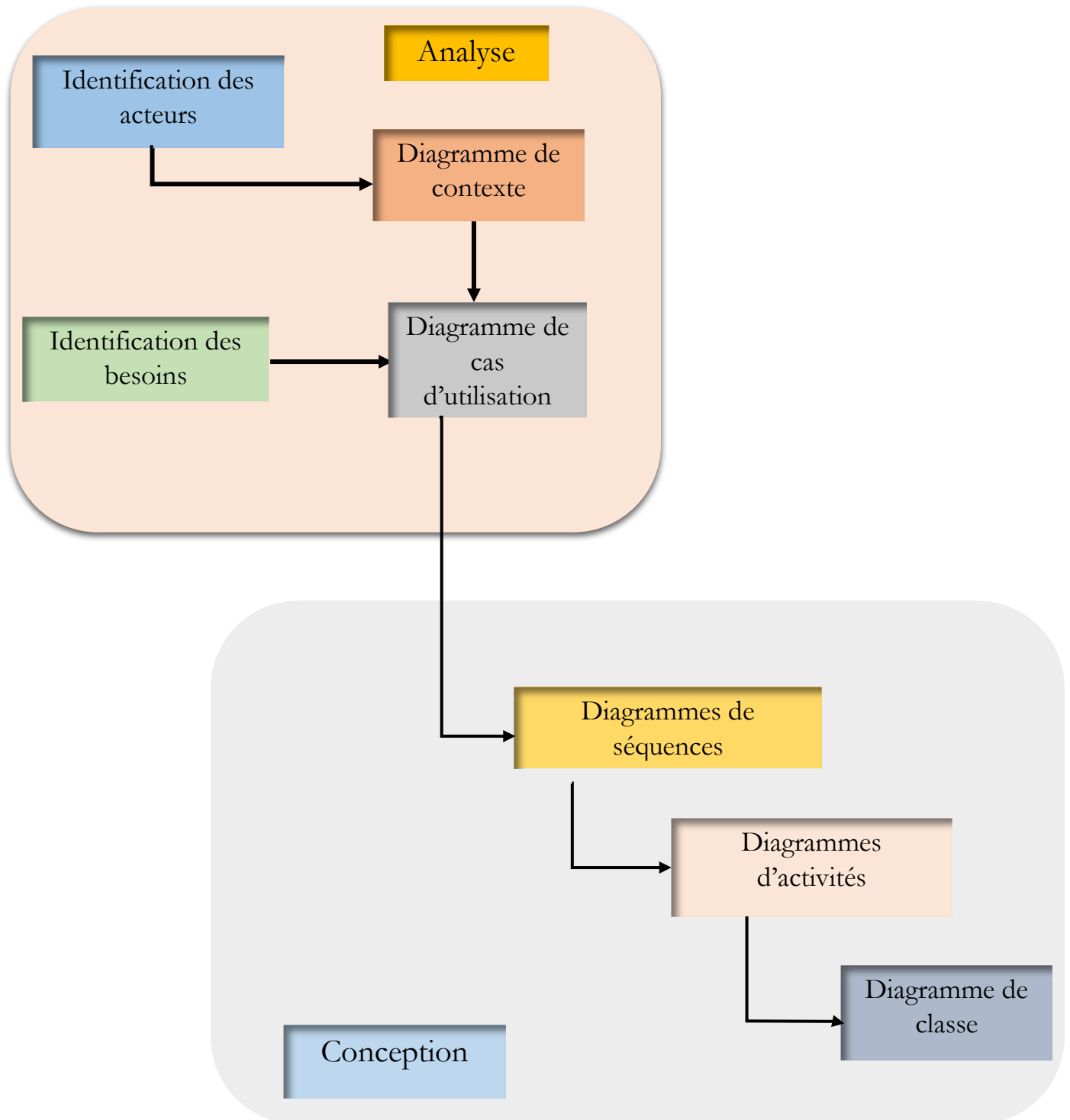


Figure III.2. La représentation de la démarche de modélisation choisie.

III.5. Analyse des exigences

Dans cette section, nous allons énumérer les acteurs susceptibles d'interagir avec le système, nous proposons aussi un diagramme de contexte de système, après une description

détaillée des fonctionnalités de l'application et l'identification des différents cas d'utilisation. Il s'agit donc là d'une activité importante, qui sert de base pour le passage à l'activité de conception.

III.5.1. Identification des acteurs

Un acteur représente l'abstraction d'un rôle joué par des entités externes (utilisateur, dispositif matériel ou autre système).

Les acteurs de notre application sont :

- **L'utilisateur** : c'est le propriétaire de smartphone et qui demande de localiser un service.

III.5.2. Diagramme de contexte

Le diagramme de contexte est un modèle conceptuel, permet de spécifier le nombre d'instances d'acteurs connectés au système à un moment donné. Il nous permet aussi d'avoir une vision globale des interactions entre le système et les liens avec l'environnement extérieurs. Dans notre cas le diagramme de contexte est donné dans la figure suivante :

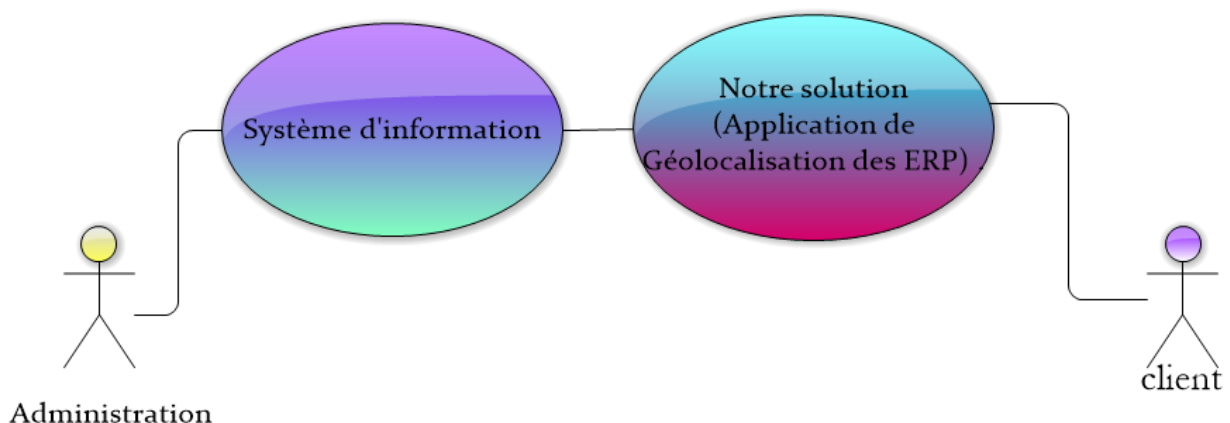


Diagramme III.1 : Diagramme de contexte.

III.5.3. Spécifications des besoins fonctionnels

Cette partie d'analyse a pour objet de présenter les besoins fonctionnels auxquels doit répondre notre application.

III.5.3.1. Analyse des besoins fonctionnels

L'objectif de notre application est de permettre à l'utilisateur de se localiser et de localiser des services au niveau de la ville de Tizi-Ouzou. La liste complète des fonctionnalités présentes sur notre application est la suivante :

- Se localiser ;
- Afficher les établissements d'une catégorie donnée ;
- Recherche d'un établissement sur la ville ;
- Itinéraire piéton ou en voiture vers un établissement de la ville ;
- Navigation piéton ou en voiture via le GPS vers un établissement ;
- Consulter la fiche signalétique de chaque établissement (adresse, horaires, description) ;
- Appeler l'établissement /consulter son site internet.

III.6. Digramme de cas d'utilisation

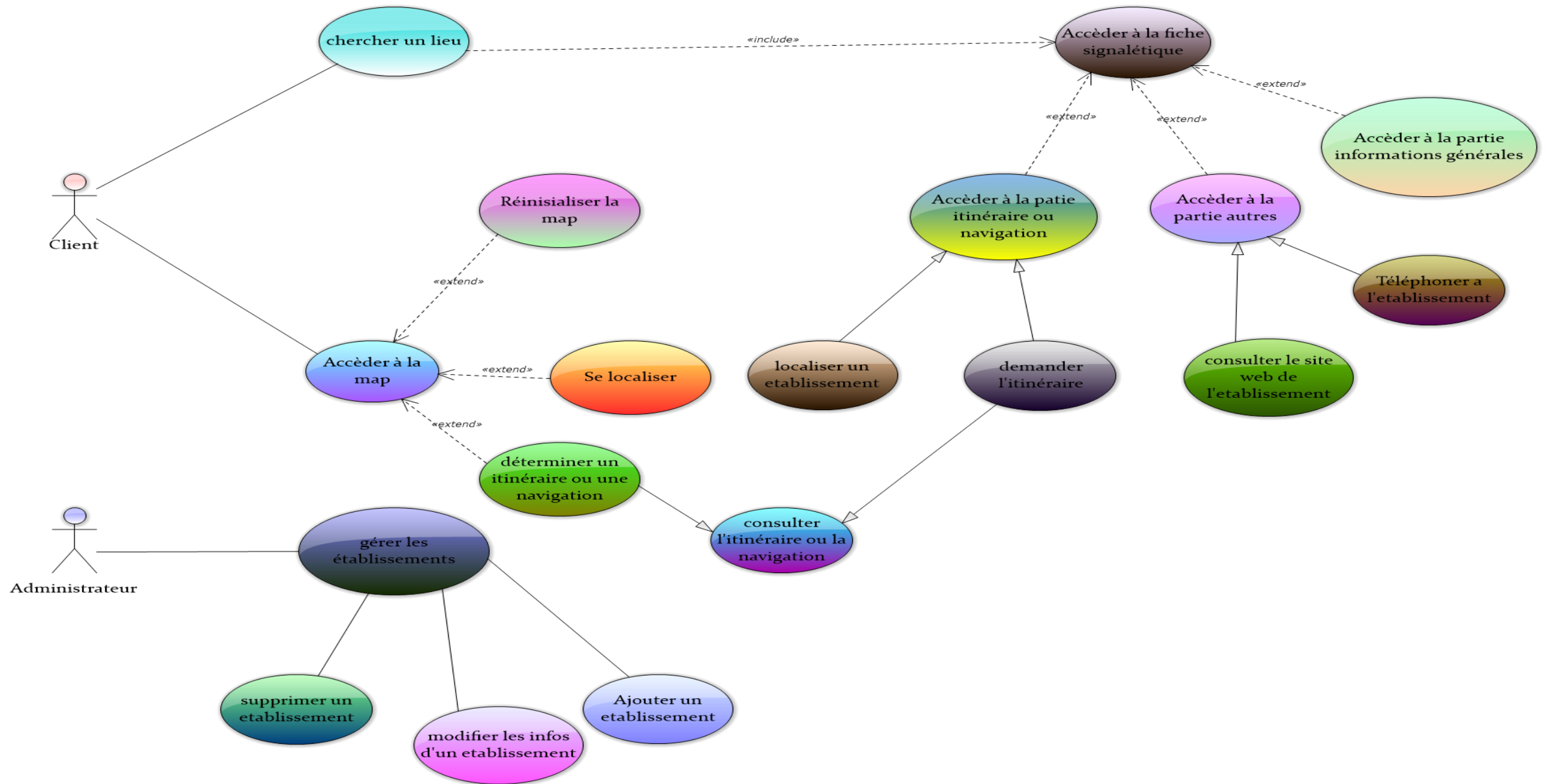


Diagramme 2. Diagramme de cas d'Utilisation global

◆ **Analyse cas d'utilisation : « Accéder à la Map »**

Description

SOMMAIRE D'IDENTIFICATION	
Titre :	Accéder à la Map.
But :	L s'agit de localiser les services sur une carte géographique et de se géolocaliser.
Résumé :	L'utilisateur peut ouvrir les fonctionnalités de géolocalisation chercher un lieu et aussi tracer un itinéraire.
Acteur	Utilisateur
DESCRIPTION DES ENCHAINEMENTS	
Pré condition	Post condition
<ul style="list-style-type: none"> - Utilisateur connecté à internet ; - Le GPS doit être lancé. 	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisateur géolocaliser ; - Itinéraire tracé ; - Etablissements localisés.
SCENARIO NOMINAL	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Le système affiche la carte géographique (la Map) ; 2. L'utilisateur est afficher sur la carte ; 3. L'utilisateur pourra chercher un lieu (un service) ; 4. Le système ramène la liste des lieux de la catégorie choisit ; 5. L'utilisateur choisit l'un des services ramenés par le système ; 6. Le système affichera le nom et l'icône de service sur la carte ; 7. L'utilisateur peut tracer un itinéraire et choisi le mode de déplacement et le mode de l'itinéraire ; 8. Le système trace un trait représente l'itinéraire le plus rapide vers le lieu choisi. 	
SCENARIO ALTERNATIF	
E1 : l'utilisateur n'a pas trouvé son lieu désiré	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Le scénario reprend de 3 ; 	
E2 : itinéraire non tracé	
<ol style="list-style-type: none"> 2. Le scénario reprend de 7. 	

Tableau III.1. Fiche descriptive du Use Case : Accéder à la Map.

◆ **Analyse cas d'utilisation : « Chercher un lieu »**

Description

SOMMAIRE D'IDENTIFICATION	
Titre :	Chercher un lieu.
But :	Consulter les catégories de notre application et afficher les informations d'un établissement.
Résumé :	la liste des catégories de lieux est proposée à l'utilisateur ainsi une fiche signalétique de chaque établissement.
Acteur	Utilisateur (client).
DESCRIPTION DES ENCHAINEMENTS	
Post condition	
Afficher les détails d'un établissement choisi.	
SCENARIO NOMINAL	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Le système affiche la liste des catégories de lieux ; 2. L'utilisateur choisi la catégorie souhaitée ; 3. Le système ramène la liste des établissements contenus dans la catégorie choisi ; 4. L'utilisateur choisi un établissement désiré ; 5. Le système ramène la fiche détaillée de l'établissement sélectionné ; 6. Le système affiche sur la carte (la Map) les établissements choisi avec l'icône de la catégorie choisie. 	
SCENARIO ALTERNATIF	
Exception1 : l'utilisateur n'a pas trouvé son établissement désiré	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Scenario reprend de 1. 	

Tableau III.2. Fiche descriptive du Use Case : chercher un lieu.

◆ **Analyse de cas utilisation : Accéder à la fiche signalétique**

Description

SOMMAIRE D'IDENTIFICATION	
Titre :	Accéder à la fiche signalétique.
But :	Voir les infos sur les différents établissements.

Acteur :	Utilisateur (client)	
Résumé :	L'utilisateur accède à la partie informations générales de différents établissements pour consulter par exemple : l'adresse d'un établissement ou son numéro de téléphone.	
DESCRIPTION DES ENCHAINEMENTS		
Pré condition	Post condition	
SCENARIO NOMINAL		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Le système ramène les informations détaillées sur un établissement choisi ; 2. L'utilisateur ouvre la partie géolocalisation de la fiche signalétique ; 3. Le système affiche l'établissement sur la Map ; 4. L'utilisateur peut choisir le mode itinéraire entre l'itinéraire à pied ou l'itinéraire en voiture pour atteindre l'établissement choisi ; 5. L'utilisateur peut aussi ouvrir la partie informations générales pour consulter ou récupérer le numéro de téléphone de l'établissement choisi aussi son adresse et les horaires d'ouverture ; 6. l'utilisateur peut appeler l'établissement ou afficher le site internet sur un navigateur en accédant sur la partie complément d'informations de la fiche signalétique. 		
SCENARIO ALTERNATIF		

Tableau III.3. Fiche descriptive du use case : Accéder à la fiche signalétique.

◆ **Analyse de cas d'utilisation : Accéder à la partie itinéraire.**

Description

SOMMAIRE D'IDENTIFICATION	
Titre :	Accéder à la partie itinéraire.
But :	Tracé un itinéraire le plus rapide en distance vers le lieu choisi.
Résumé :	L'utilisateur peut renseigner un itinéraire et choisir le mode de déplacement en voiture ou bien piéton aussi il peut choisir le mode de l'itinéraire via le GPS (Navigation) ou statique (itinéraire).
Acteur	
L'utilisateur (le client).	
DESCRIPTION DES ENCHAINEMENTS	

Pré condition	Post condition
<ul style="list-style-type: none"> - Utilisateur connecté à internet ; - GPS activé. 	Itinéraire tracé.
SCENARIO NOMINAL	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Le système ramène la carte géographique (la Map) ; 2. L'utilisateur choisit l'onglet itinéraire ; 3. Le système affiche le pop-up de détermination d'itinéraire ; 4. L'utilisateur choisit le mode de déplacement, le mode d'itinéraire, ainsi la destination de l'itinéraire ; 5. Le système représente l'itinéraire le plus rapide en distance avec un trait bleu. 	
SCENARIO ALTERNATIF	
[Exception 1 : GPS désactivé]	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Le système affiche un message demandant d'activer le GPS ; 	
[Exception 2 : Internet désactivée]	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Si la connexion internet n'existe pas, l'application affiche un message d'erreur demandant de se connecter à l'internet. 	

Tableau III.4. Fiche descriptive du Use Case : Accéder à la partie itinéraire.

◆ **Analyse de cas d'utilisation : gérer les infos relatives aux établissements.**

Description

SOMMAIRE D'IDENTIFICATION	
Titre :	Gérer les infos relatives aux services.
But :	il s'agit de récupérer, ajouter et modifier les informations sur un service, organisé en catégories avec un niveau plus détaillé.
acteur	Le développeur
DESCRIPTION DES ENCHAINEMENTS	
Post condition	

- Le système doit modifier la date de dernière mise à jour à chaque modification.

SCENARIO NOMINAL

1. Le développeur renseigne la catégorie ;
2. le système ramène la liste des services d'une catégorie ;
3. le développeur choisit l'un des services ramenés par le système ;
4. le développeur pourra consulter ou modifier les informations propre à chaque service comme :
 - ◆ le numéro de téléphone ;
 - ◆ l'adresse ;
 - ◆ le site internet ;
 - ◆ les horaires d'ouverture ;
5. l'administrateur pourra également consulter ou modifier l'organisation géographique :
 - ◆ la longitude ;
 - ◆ la latitude ;
6. l'administrateur pourra ajouter d'autre service s'il n'existe pas dans la liste ramené par le système.

Tableau III.5. Fiche descriptive du Use Case : gérer les infos relatives aux services.

III.7. Conception

Dans cette section, nous nous intéressons à la conception des cas d'utilisation que nous venons d'analyser dans la section analyse.

III.7.1. Diagramme de séquence

Les diagrammes de séquences sont la représentation graphique des interactions entre les acteurs et le système selon un ordre chronologique dans la formulation UML.

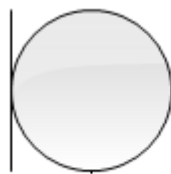
Les principales informations contenues dans un diagramme de séquence sont les messages échangés entre les lignes de vie. Un message définit une communication particulière entre les lignes de vie. Plusieurs types de messages existent [19].

- L'envoi d'un signal ;
- L'invocation d'une opération ;
- La création ou la destruction d'une instance.

Les icônes que nous allons utiliser pour représenter les objets sont définies comme suit :

- ◆ **les objets d'interface** : ils représentent l'interface entre l'acteur et le système ou les pages web complètes dans le cas d'applications web

L'icône :



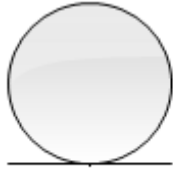
- ◆ **les objets entité** : ce sont des objets décrits dans un cas d'utilisation mais qui lui surviveront, c'est-à-dire qui se retrouveront dans l'autres cas d'utilisation.

L'icône



- ◆ **les objets contrôle** : ils représentent les activités des processus du système. Ils dirigent les activités des objets entité et interface.

L'icône



III.7.1.1. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Accéder à la fiche signalétique ».

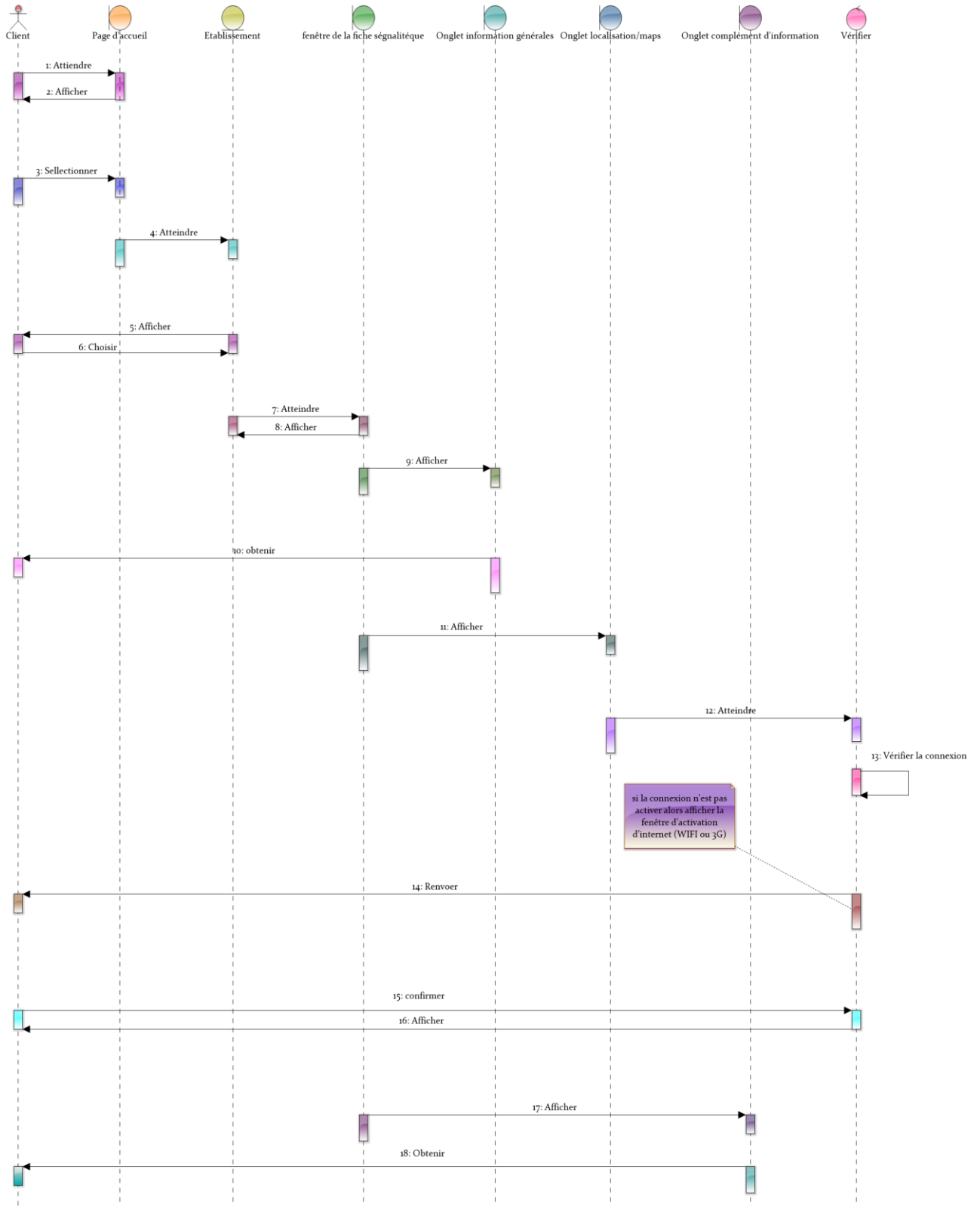


Diagramme 3. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Accéder à la fiche signalétique ».

III.7.1.2. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Accéder à la Maps »

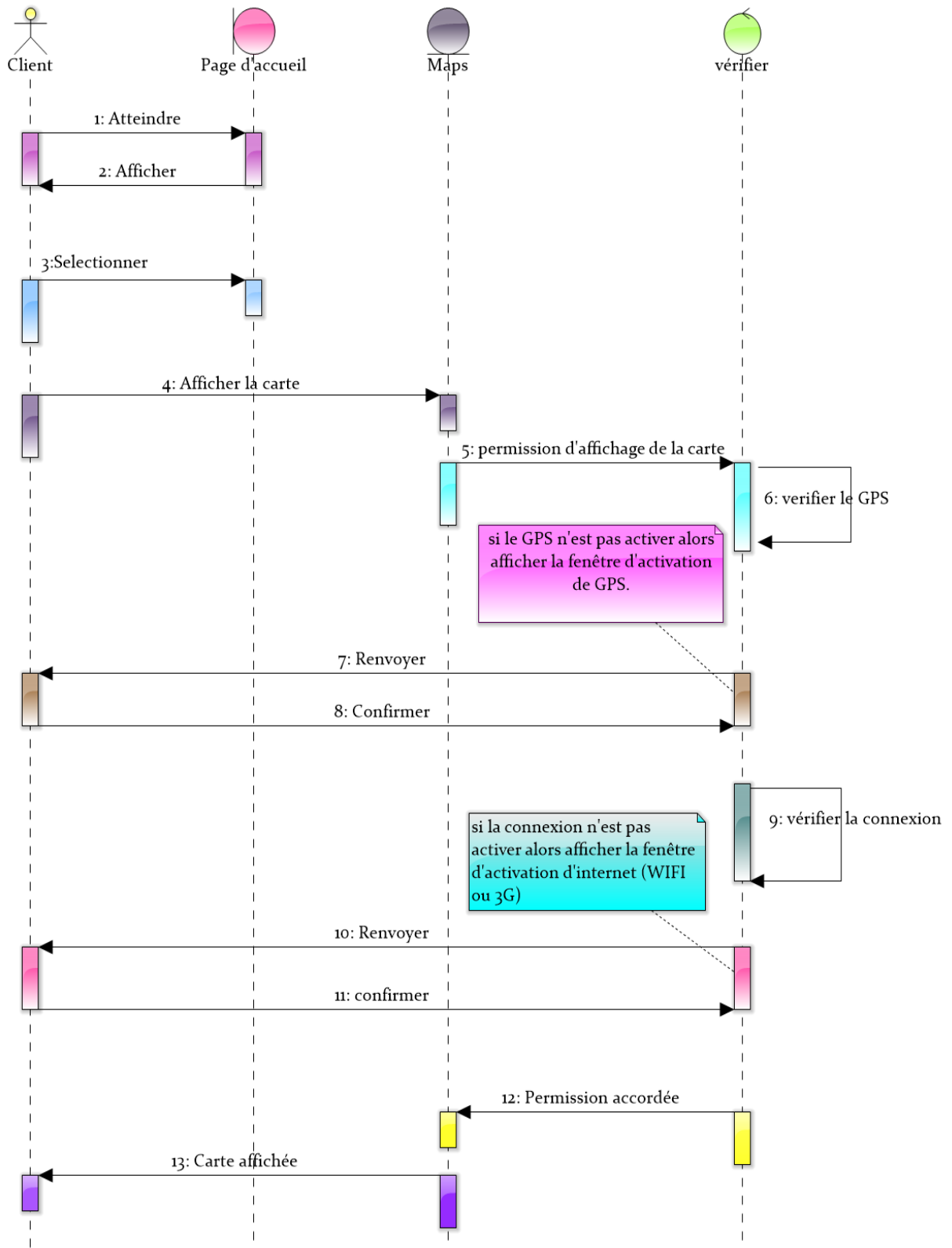


Diagramme 4. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Accéder à la Maps ».

III.7.1.3. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Chercher un Lieu ».

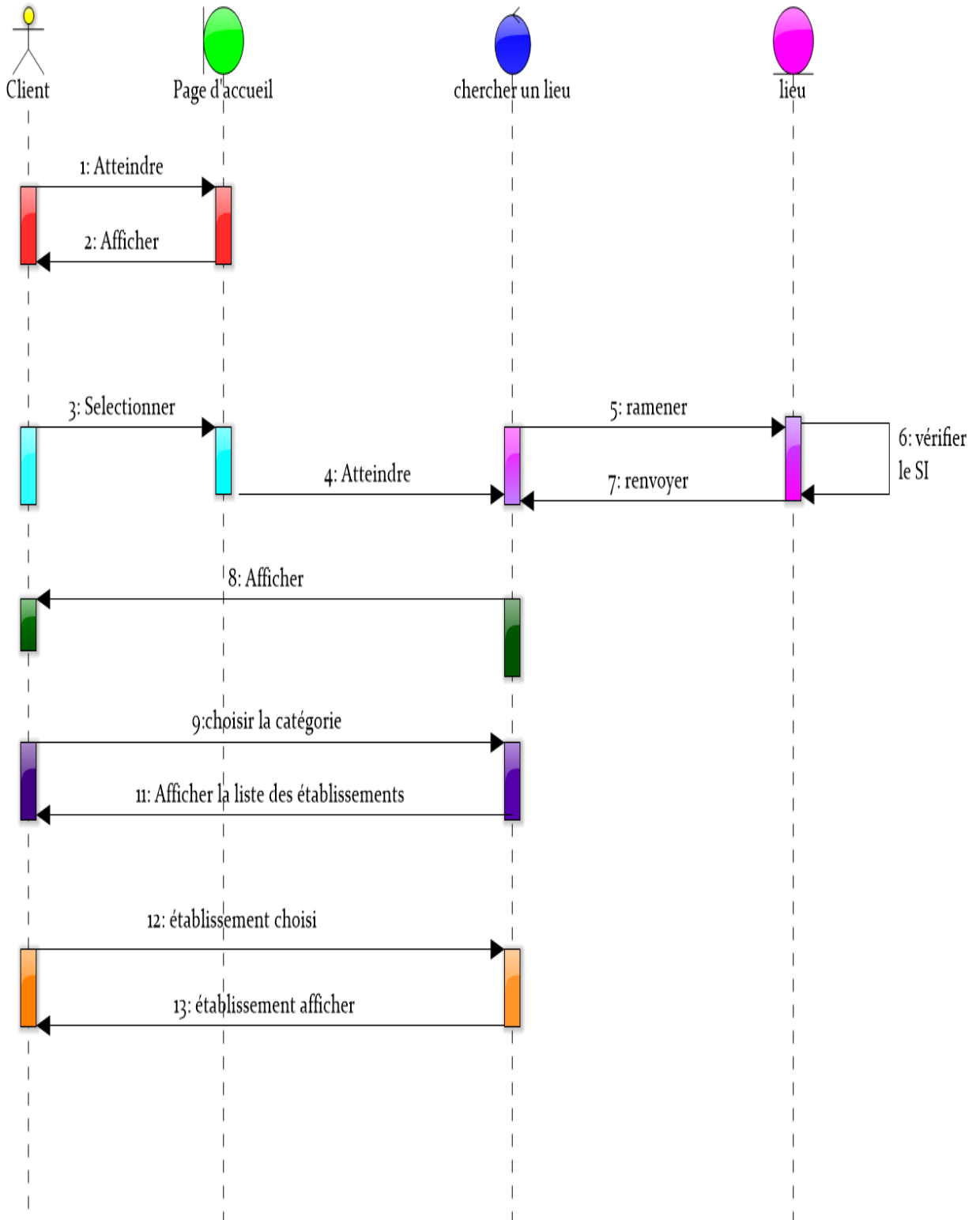


Diagramme 5. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Chercher un Lieu ».

III.7.1.4. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Accéder à la partie itinéraire ».

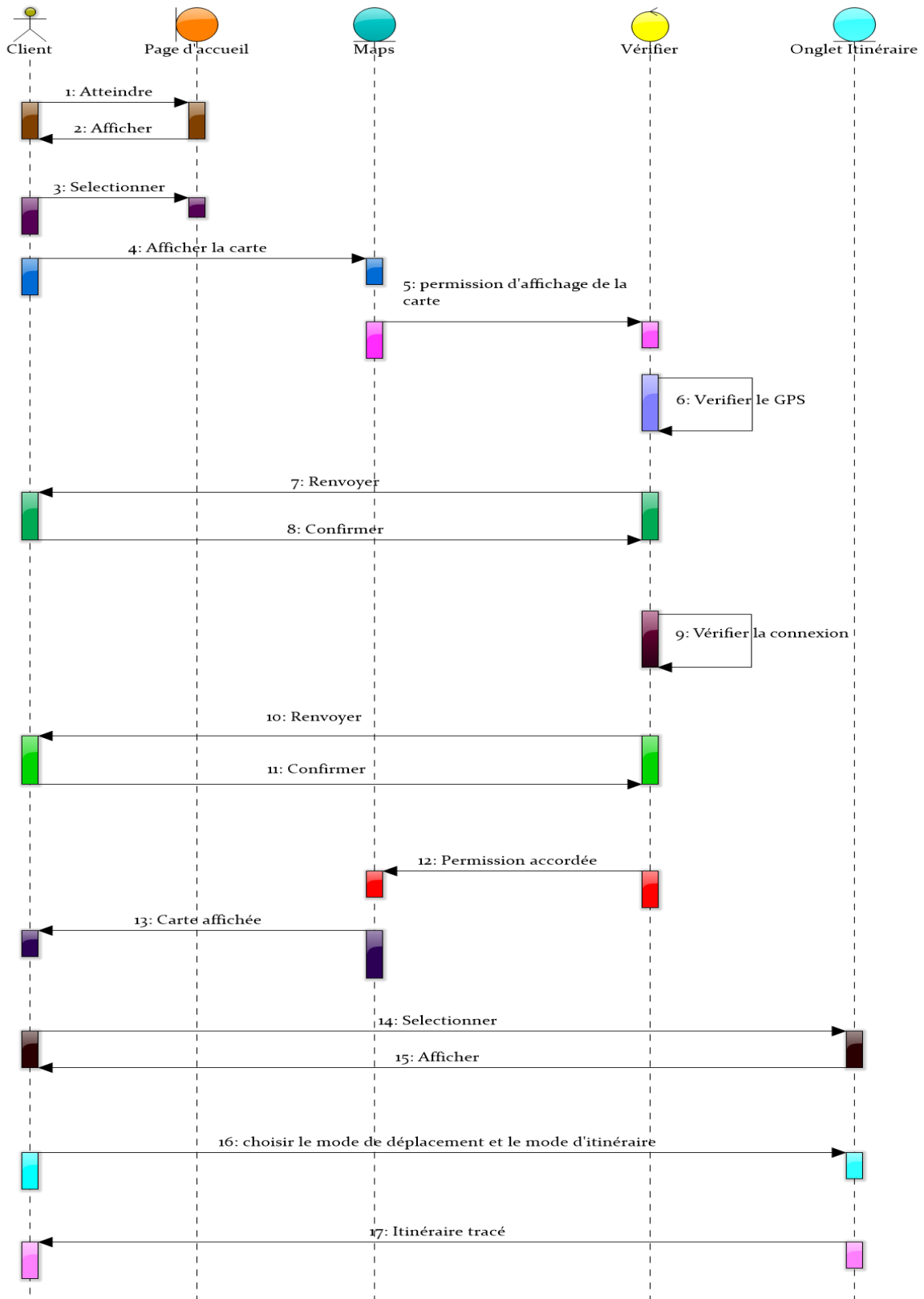


Diagramme 6. Diagramme de séquence de cas d'utilisation « Accéder à la partie itinéraire ».

III.7.2. Diagramme d'activité

Un diagramme d'activité permet de modéliser un processus interactif, global ou partiel pour un système donné (logiciel, système d'information). Il est recommandable pour exprimer une dimension temporelle sur une partie du modèle, à partir de diagramme de classe ou cas d'utilisation par exemple.

Le diagramme d'activité est une représentation proche de l'organigramme, la description d'un cas d'utilisation par un diagramme d'activité correspond à son traduction algorithmique. Une activité est l'exécution d'une partie du cas d'utilisation, elle est représentée par un rectangle [20].

III.7.2.1. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « créer un compte »

Afin d'accéder à notre application, le client doit créer un compte sur notre application. Le processus de création d'un nouveau compte peut être résumé dans le diagramme d'activités suivant :

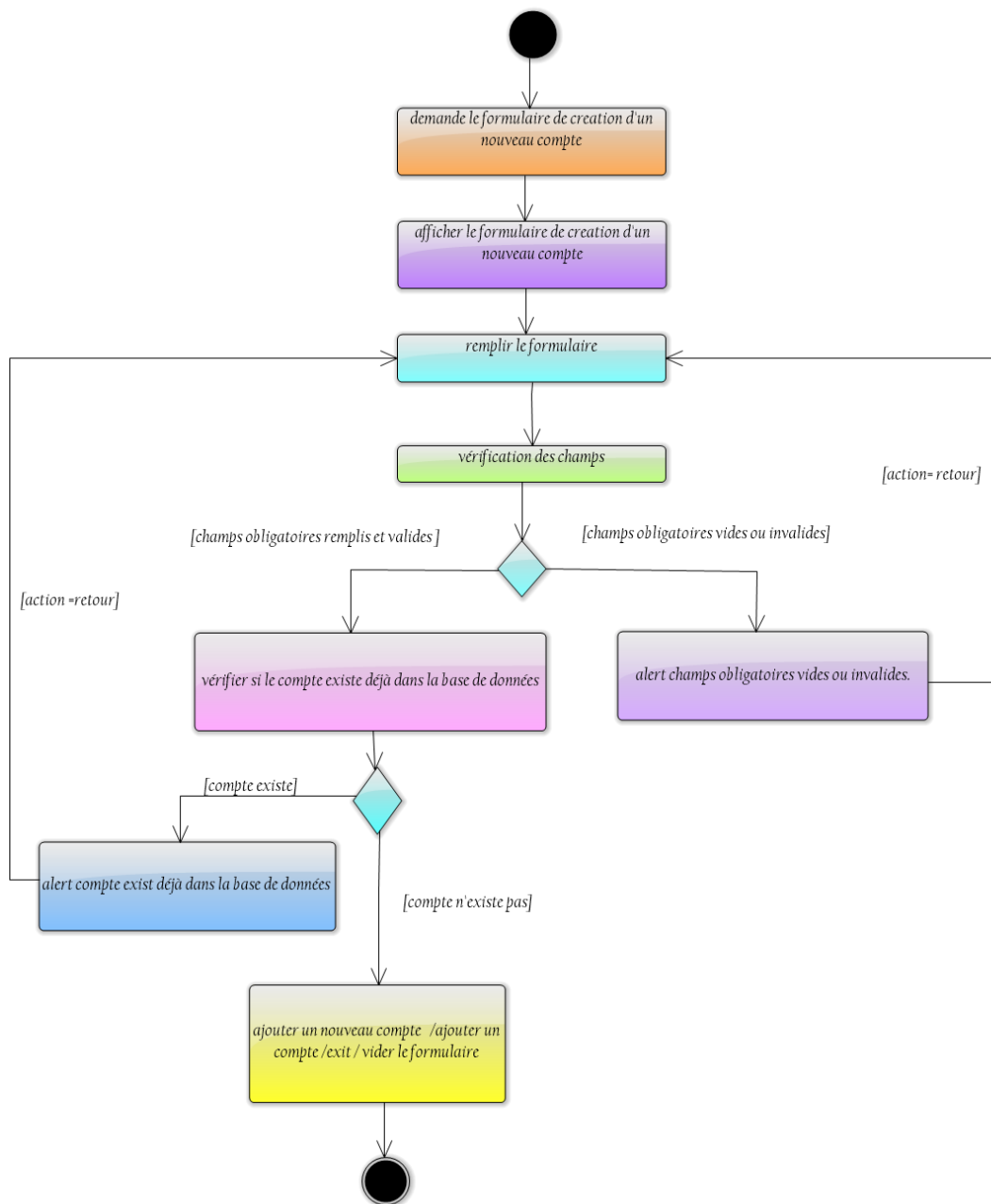


Diagramme 7. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « créer un compte ».

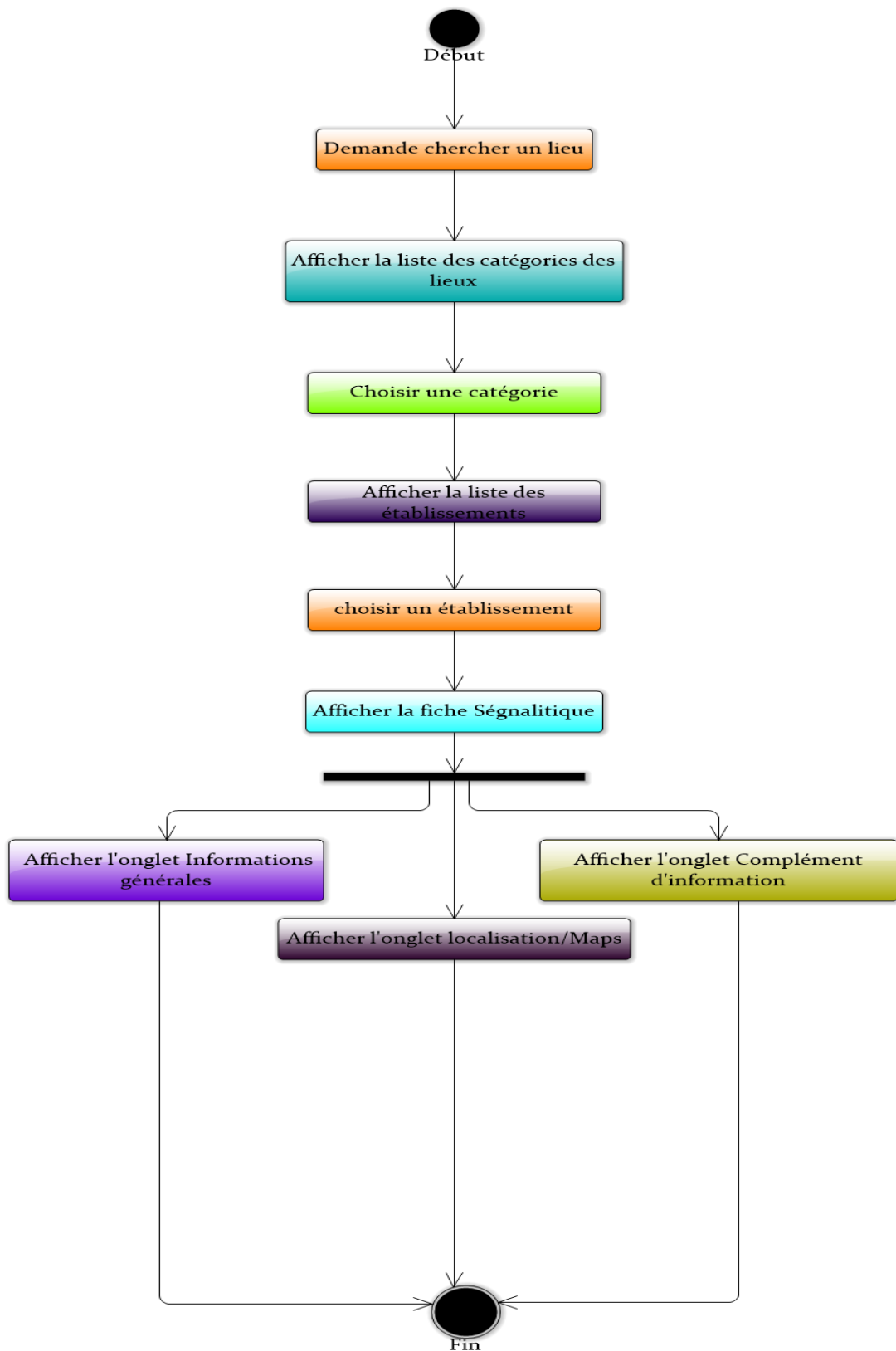
III.7.2.2. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Accéder à la fiche signalétique »

Diagramme 8. Diagramme d'activités de cas d'utilisation « Accéder à la fiche signalétique ».

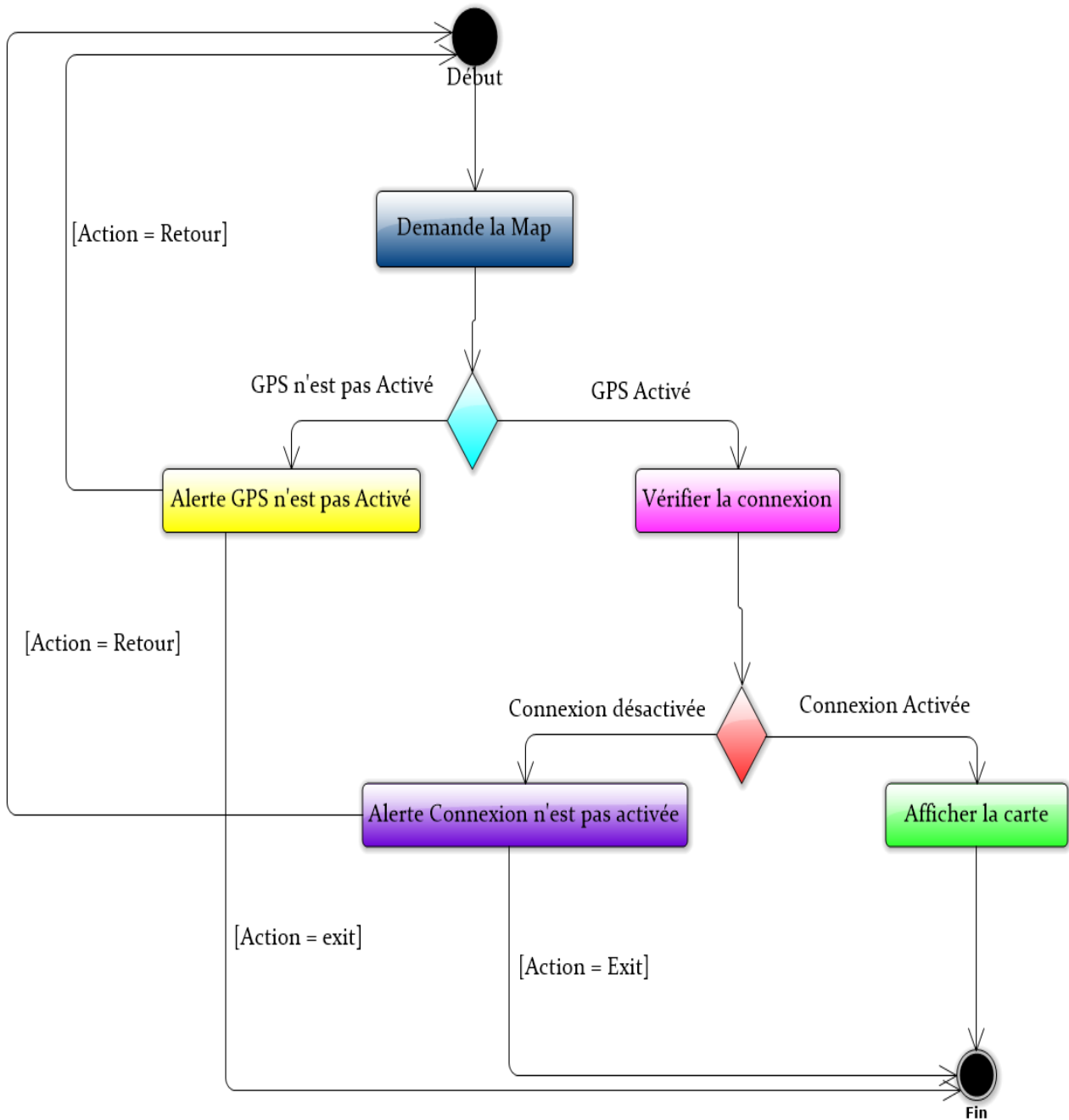
III.7.2.3. Diagramme d'activité de cas d'utilisation «Accéder à la Map »

Diagramme 9. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Accéder à la Map ».

III.7.2.4. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Chercher un lieu »

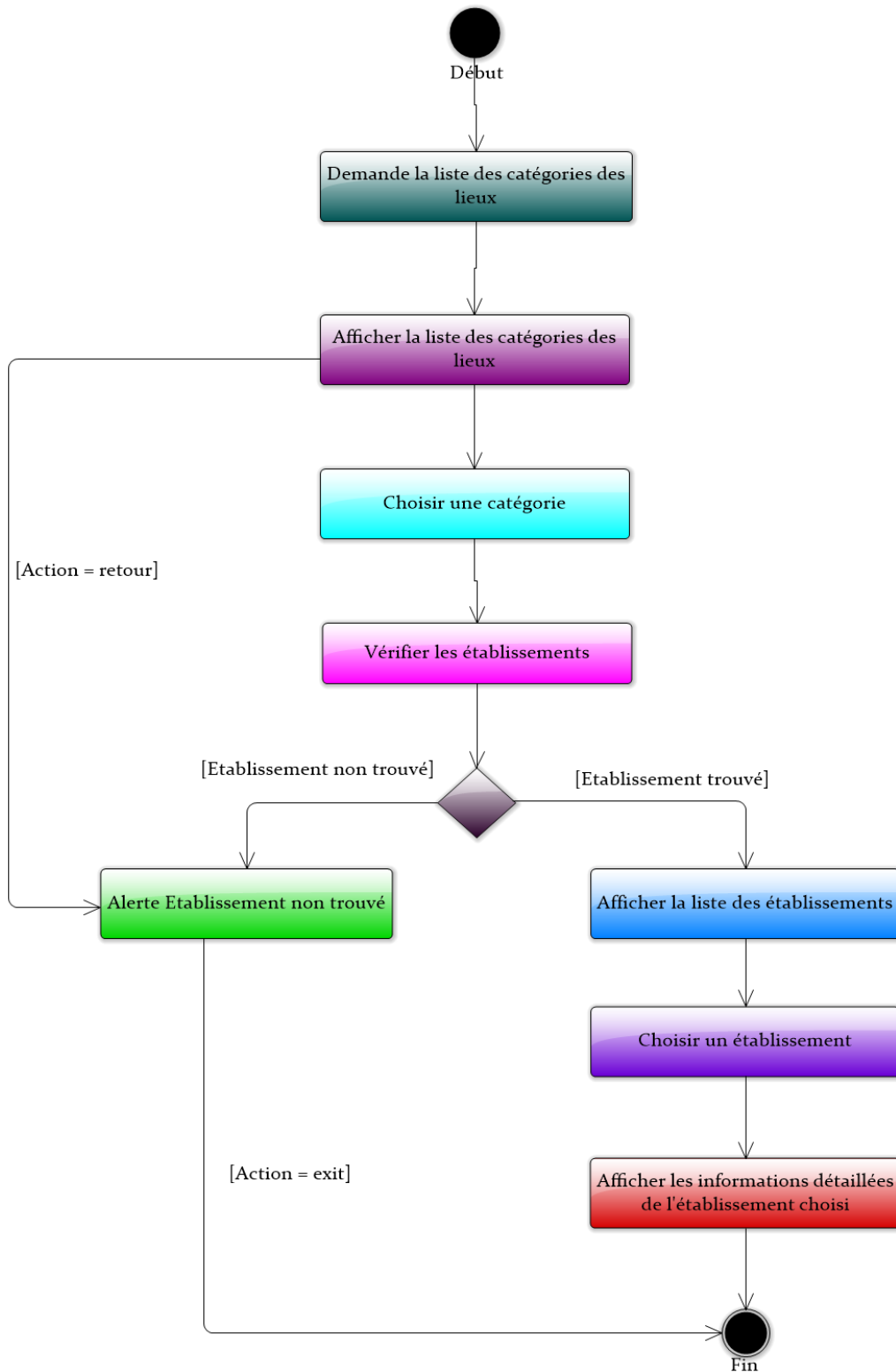


Diagramme 10. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Chercher un lieu »

III.7.2.5. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Accéder à la partie itinéraire »

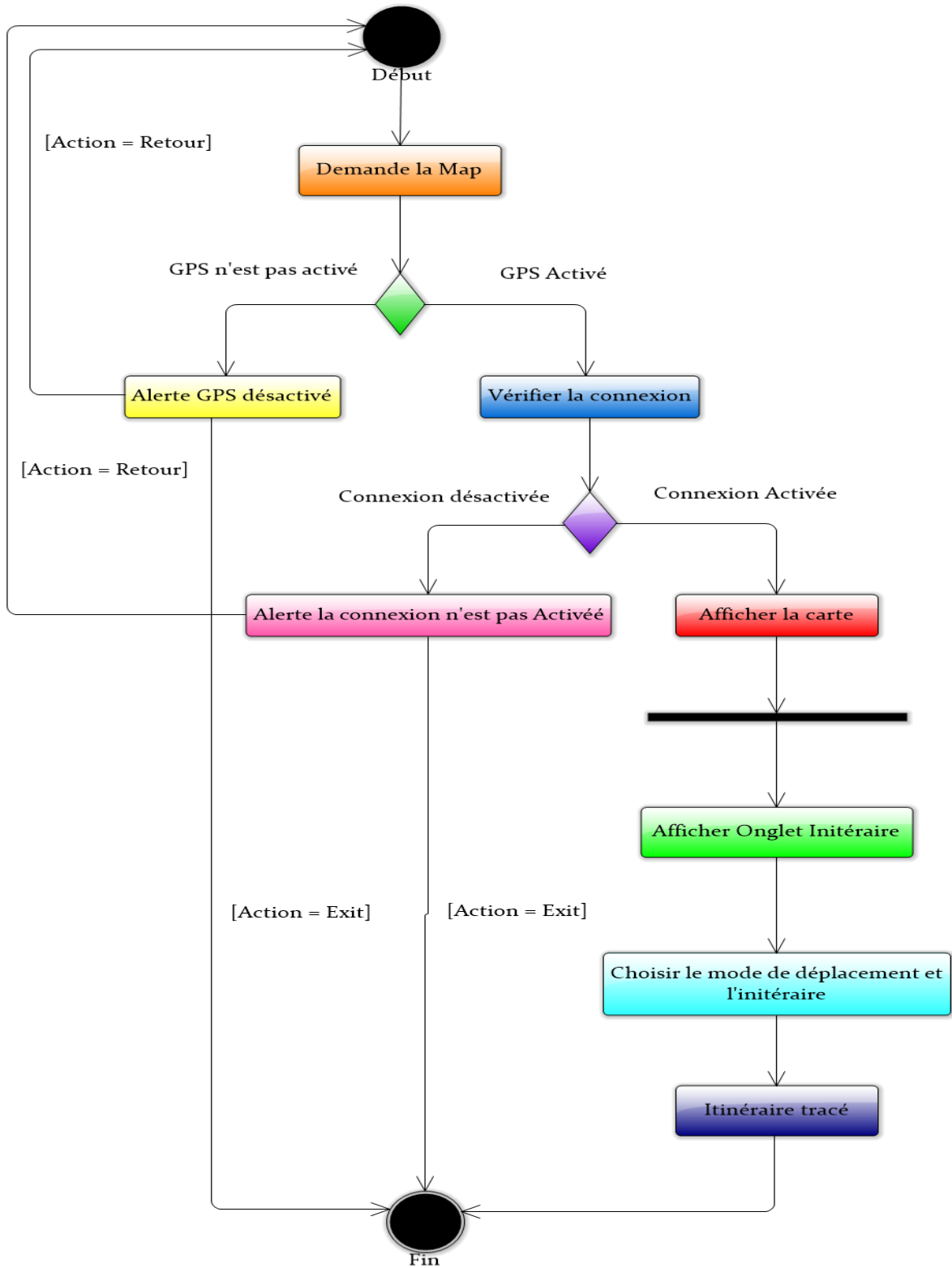


Diagramme 11. Diagramme d'activité de cas d'utilisation « Accéder à la partie itinéraire ».

III.7.3. Diagramme de classe

Le diagramme de classes est considéré comme le plus important de la modélisation orientée objet. Le diagramme de classes n'indique pas comment utiliser les opérations, c'est une description purement statique d'un système, et l'aspect dynamique de la modélisation est apporté par les diagrammes d'interactions.

Le diagramme de classes présente un ensemble de classeurs, il décrit les classes et leurs relations. Il décrit également les regroupements de classes en paquetages, les interfaces et les objets, les classes qui participent à une collaboration, ou qui réalisent un cas d'utilisation, etc [19].

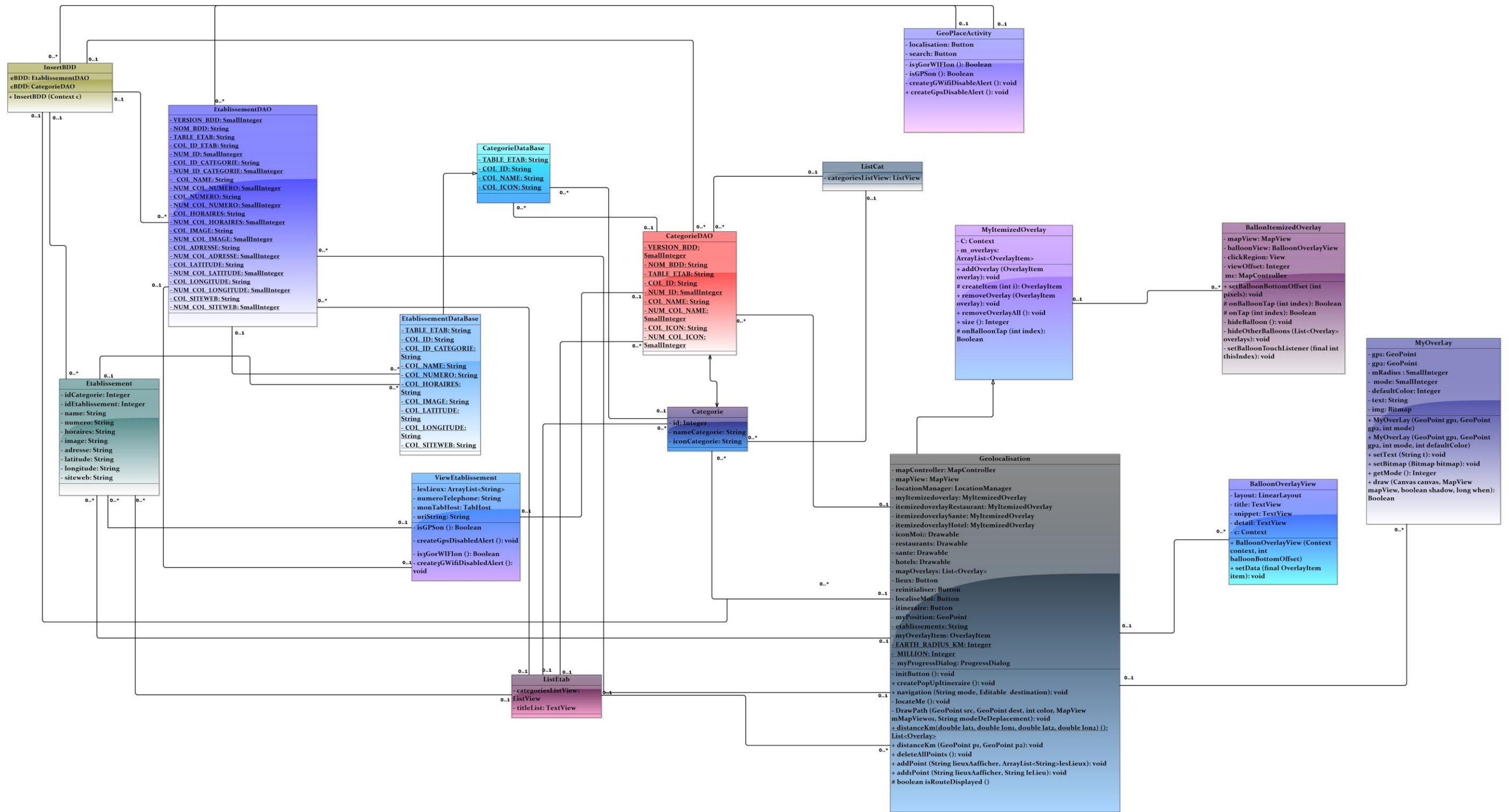


Diagramme 12. Diagramme de classe.

III.8. Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons présenté l'activité d'analyse qui a permis de livrer une spécification complète des besoins issus du diagramme de cas d'utilisation. Puis, nous avons présenté la conception détaillée de l'application à travers le diagramme de classe et les diagrammes d'activités ainsi que de séquences, nous avons structuré ces deux activités sous une forme qui facilite la compréhension de notre application et qui ébauche vers le chapitre implémentation et réalisation.

Chapitre IV

Implémentation et Réalisation

Sommaire du chapitre

IV.1.	Introduction	94
IV.2.	Présentation d'environnement de développement.....	94
IV.2.1.	Les langages.....	94
IV.2.2.	Les outils utilisés	95
IV.2.3.	Les matériels utilisés.....	98
IV.3.	Installation et configuration de l'environnement de développement	99
IV.3.1.	Installer le kit de développement Android.....	100
IV.3.2.	Installer et configurer Eclipse	100
IV.3.3.	Installer le module ADT pour Eclipse	100
IV.4.	L'architecture d'une application Android	104
IV.4.1.	Activity	104
IV.4.2.	Service	104
IV.4.3.	Broadcast Receiver	105
IV.4.4.	Content Provider.....	105
IV.5.	L'arborescence d'un projet Android	105
IV.6.	Présentation de la base de données de notre application.....	108
IV.5.1.	Le niveau conceptuel de la base de données	108
IV.5.2.	Le niveau logique de la base de données.....	108
IV.5.3.	Le niveau physique de la base de données	109
IV.7.	Intégration d'une google Maps dans notre application.....	110
IV.8.	Présentation des interfaces réalisées	111
IV.9.	Conclusion.....	121

IV.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous commençons d'abord par la description de l'environnement de développement et d'implémentation, les outils qui ont servi à la réalisation de notre application et nous terminerons par la présentation de ses fonctionnalités à travers ses différentes interfaces.

IV.2. Présentation d'environnement de développement

Afin de programmer pour Android, plusieurs outils sont nécessaires, certains sont même fournis par Google.

IV.2.1. Les langages

- **JAVA** : est une technologie développée par Sun Microsystems (maintenant Oracle) présentée pour la première fois en 1995, il s'agit d'un langage orienté objet avec une syntaxe relativement proche du C++. La particularité de ce langage est qu'il est indépendant de la plateforme. Le même code pourra être exécuté sur un OS Windows et un OS Linux. Il s'agit du principe « Compile Once, Run Everywhere ».

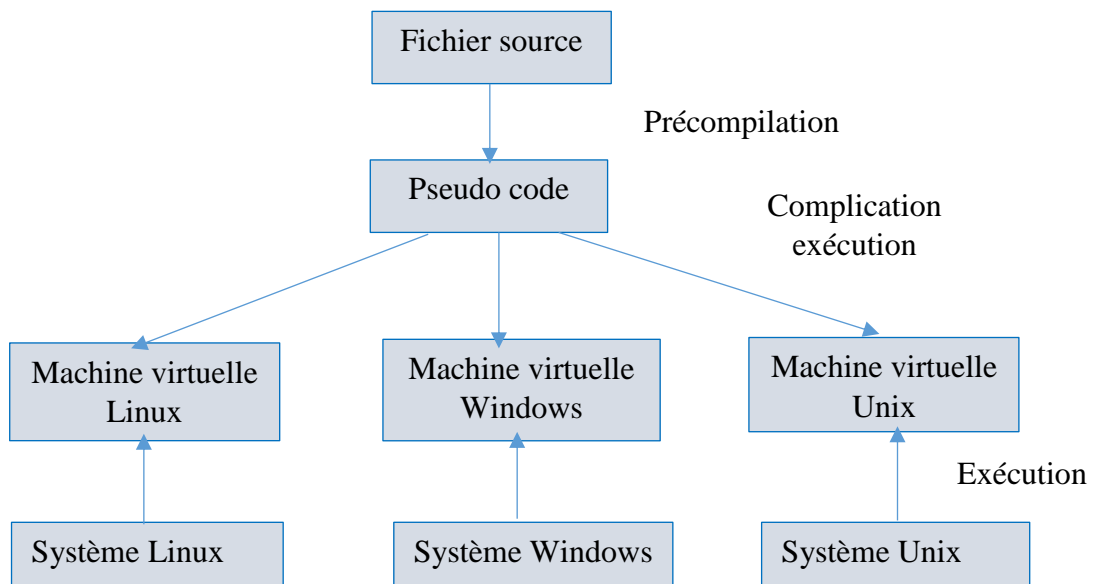


Figure IV.1. Le concept de machine virtuelle Java.

Afin de réaliser cela, la technologie Java s'appuie sur une machine virtuelle (JVM¹), le code n'est donc pas ciblé pour une machine. En langage Java, le code est compilé pour obtenir du « byte code », il s'agit d'une étape intermédiaire. Ensuite ce code est exécuté par la JVM qui le transformera en code natif pour la machine [21].

- **XML** : Extensible Markup Language (langage de balisage extensible), est un langage informatique conçu pour faciliter les échanges de données entre les systèmes d'informations. Il définit un ensemble de règles pour encoder les informations en format texte d'une façon indépendante de la machine. Il est basé sur les balises, cependant celles-ci ne sont pas définies par le standard XML, c'est l'utilisateur/programmeur qui définit ses propres balises. Le langage ne fait que définir les règles d'écriture [22].

IV.2.2. Les outils utilisés

- **L'environnement de développement Eclipse** : les applications Android utilisent principalement la plate-forme java pour s'exécuter. Il existe bien un Framework natif nommé NDK², permettant de développer en C/C++. Pour développer et tester des applications en java, n'importe quel environnement de développement intégré (ou IDE³) si on préfère employer un éditeur de texte favori. Pour le développement des applications Android, l'Open Handset Alliance et Google ont cependant souhaité mettre en avant Eclipse, l'environnement de développement de prédilection au sein de la communauté des développeurs java. Pour les raisons de ce choix, voici quelques réponses :
 - L'Open Handset Alliance tenait à mettre à disposition des développeurs des outils gratuits et ouverts. Eclipse est une plate-forme de développement java réputée, largement utilisée, libre et gratuite et ne dépendant pas d'un éditeur en particulier.
 - Eclipse est disponible sous Windows GNU/Linux et MAC OS. Cette portabilité entre les différents systèmes d'exploitation du marché signifie que

¹ Java Virtual Machine.

² Native Development Kit.

³ Integrated Development Environment.

les développeurs peuvent utiliser cet IDE pour leurs développements sur n'importe quelle machine.

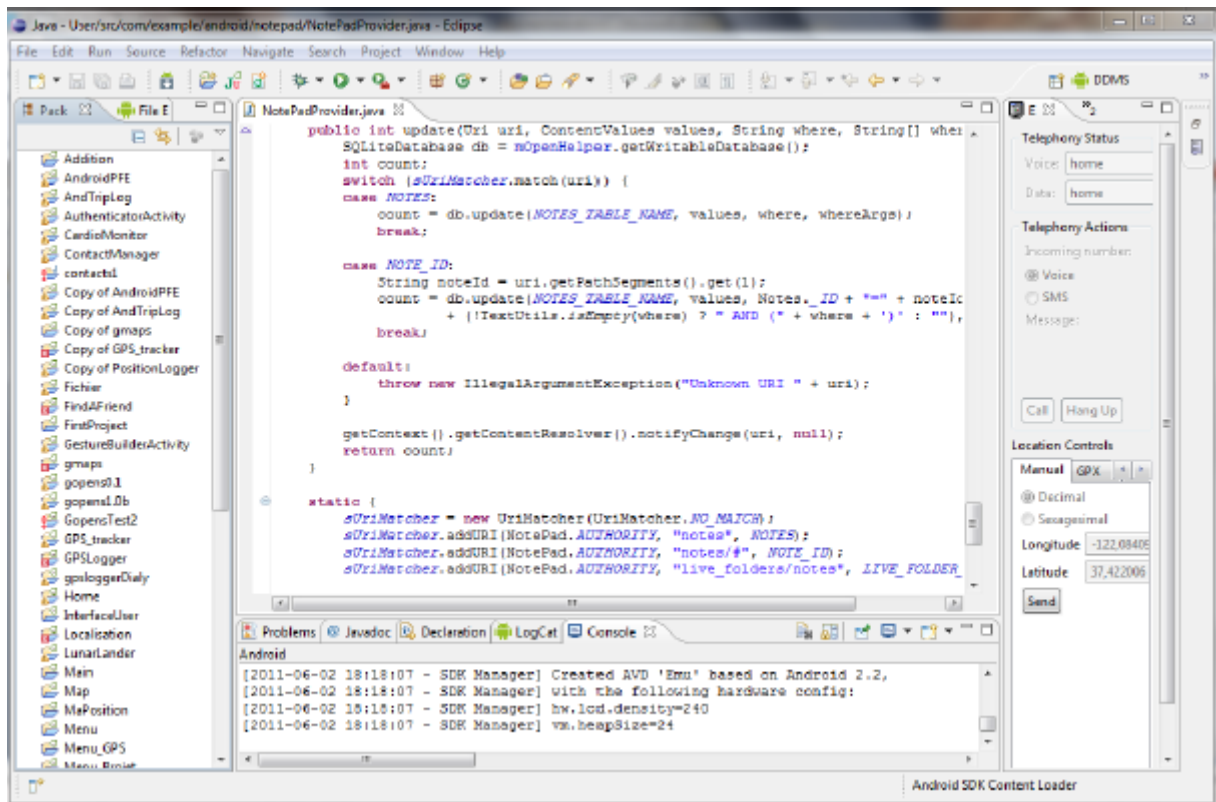


Figure IV.2. L'environnement de développement Eclipse.

- **Le Kit de développement Android SDK :** le Software Development Kit est un ensemble de fichiers d'aide et d'exemples. On y trouve aussi les utilitaires pour la mise au point et les tests. Ce SDK est un ensemble d'outils qui permet aux développeurs et aux entreprises de créer des applications.
 - **Les outils mis à disposition par le SDK**
 - Accès au hardware, y compris camera, GPS, et accéléromètre ;
 - Base de données SQLite ;
 - Données et dépôt de données partagées et communication inter application par échange de message ;
 - Ecrans d'accueil riche par l'utilisation des widges, live folders, et live wallpaper, support Média très riche et graphiques 2D/3D rendus graphiques par HW optimisé pour la mobilité, incluant une librairie

- « path-based » pour les rendus 2D et le support pour les graphiques 3D utilisant OpenGL ES 2.0 ;
 - Accès au HW Wifi et librairies pour l'utilisation du Bluetooth pour le transfert peer-to-peer ;
 - Technologies réseau GSM, EDGE⁴, et 3G pour la téléphonie ou le transfert de données, permettant de placer des appels téléphoniques, des SMS, et d'envoyer et de recevoir des données en utilisant les réseaux de données mobiles ;
 - API pour l'utilisation des capteurs HW y compris les accéléromètres et le compas.
- **L'AVD Android :** Android Virtual Device (l'émulateur) est un dispositif mobile virtuel qui s'exécute sur l'ordinateur et permet de développer et de tester des applications Android sans l'aide d'un dispositif physique. L'émulateur Android imite toutes les fonctionnalités matérielles et logicielles d'un dispositif mobile typique, tel que la lecture des fichiers audio et vidéo, stockage des données, sauf qu'il ne peut pas passer des appels réels.

⁴ Enhanced Data GSM Environment.



Figure IV.3. Exemple d'un émulateur.

IV.2.3. Les matériels utilisés

La programmation a été effectuée sur un ordinateur et un téléphone portable dotés des capacités suivantes :

Les capacités de l'ordinateur.	Les capacités de téléphone.
Marque : MSI ; Microprocesseur : Intel® pentium® CPU B970@ 2.30 GHz ; Mémoire vive : 2 GO ; Disque dur : 500 GO ; Système d'exploitation : 64 bits Windows 8.1 Professionnel.	Marque : Samsung ; Numéro du mobile : GT-S7390. Version Android : 4.1.2 ; Version Kernel : 3.4.5-1552610-user ; Mémoire interne : 2 GO ;

Configuration de téléphone : d'abord nous avons installé les pilotes USB⁵. Pour pouvoir utiliser un vrai téléphone Android depuis l'éditeur de code eclipse, nous avons besoin d'installer un driver USB, puisqu'en branchant l'USB, Windows par défaut, ne connaît pas le type de matériel.

En général, le pilote à installer se trouve dans le dossier du SDK installé et plus exactement dans un dossier qui s'appelle google-usb-driver. Selon le processeur que nous avons sur le téléphone, nous choisissons le bon pilote. Si le pilote correspondant au téléphone n'existe pas le dossier indiqué, nous devons le télécharger depuis Internet.

Nous avons branché le téléphone sur le port USB et l'assistant d'ajout de nouveau matériel détecté apparaît, nous avons spécifié alors le chemin du pilote et procédais à son installation. Une fois l'installation du driver terminée, nous ouvrons la perspective DDMS⁶ et dans l'onglet Device à gauche nous pouvons voir tous les émulateurs existants ainsi que le téléphone branché.

IV.3. Installation et configuration de l'environnement de développement

Les applications Android utilisent principalement la plate-forme java pour s'exécuter, donc pour développer et tester des applications en java, n'importe quel environnement de développement contient, il est tout à fait possible de ne pas utiliser d'environnement de développement intégré (ou IDE), si nous préférons employer un éditeur de texte favori, mais comme l'Open Handset Alliance et Google ont cependant souhaité mettre en avant Eclipse (l'environnement de développement de prédilection au sein de la communauté des

⁵ Universal Serial Bus

⁶ Dalvik Debug Monitor Service(

développeurs Java), alors nous préférons employer un environnement de développement intégré Eclipse.

Nous avons utilisé pour le développement de notre application la version de Windows d'Eclipse. Avant d'installer un environnement d'exécution Java ou JRE (pour Java Runtime Environment) installé et correctement configuré sur la machine ainsi que le JDK (le kit de développement de Java). Pour le besoin de notre application, nous avons installé JDK 8u45 (pour Java Development Kit 8 Update 45), pour la JRE nous avons installé la version JRE 6u17.

IV.3.1. Installer le kit de développement Android

Le kit de développement Android plus communément appelé SDK, nous avons déroulé une installation avec une version 4.0.3 (API15), après avoir téléchargé le SDK nous avons décompressé l'archive qui contient les logiciels Android dans le disque C dans un dossier Android.

IV.3.2. Installer et configurer Eclipse

Eclipse est une application Java et nécessite l'installation d'une JRE, comme nous avons déjà réalisé cette installation aussi nous avons procuré une version d'Eclipse Indigo service release 2 plate-forme 14.2 depuis le site officiel.

Eclipse est fourni sous la forme d'une archive au format Zip, laquelle nous avons décompressé directement à l'emplacement où nous avons décompressé le SDK.

IV.3.3. Installer le module ADT pour Eclipse

Eclipse est un IDE (Integrated Development Environment) gratuit très prisé des développeurs Java et des entreprises. Pour faciliter le développement d'application Android, google propose un module, compatible avec cet IDE, nommé ADT (Android Development Tools). Une fois eclipse démarré, nous devons installer le module ADT :

1. Pour le récupérer on clique sur help > Install New Software

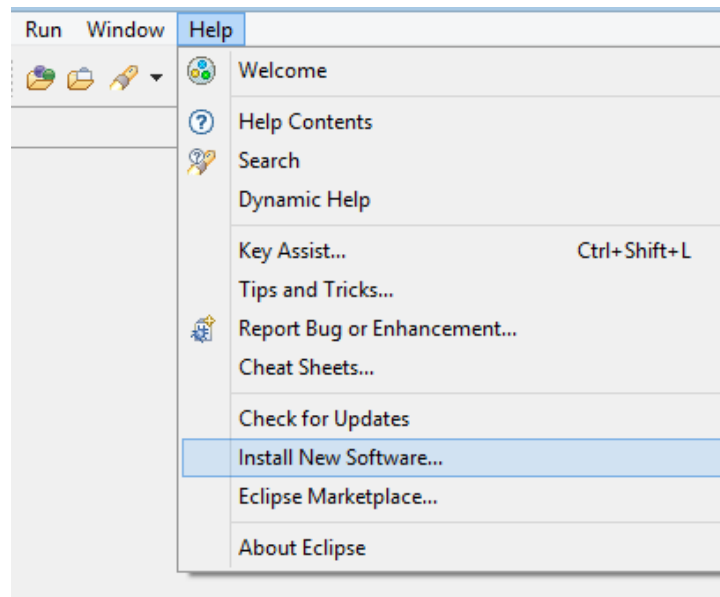


Figure IV.4. Comment afficher la fenêtre des mises à jour et des compléments.

2. Depuis la fenêtre d'installation et de mise à jour, nous allons sélectionner Available software sites

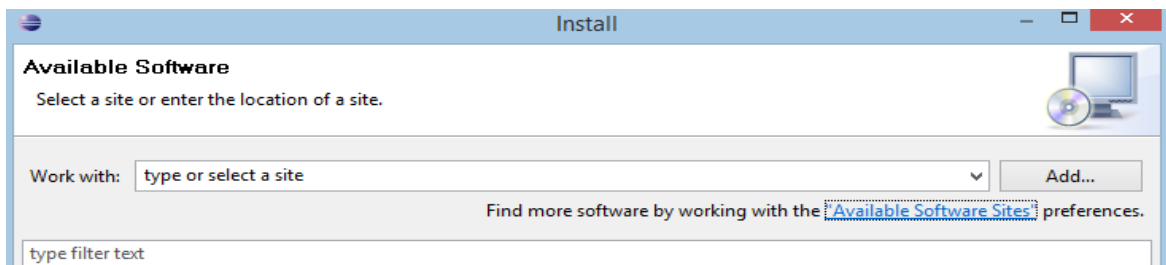


Figure IV.5. La fenêtre d'installation des mises à jour.

3. En suite cliquons sur le bouton [Add site](#) pour ajouter un site de téléchargement

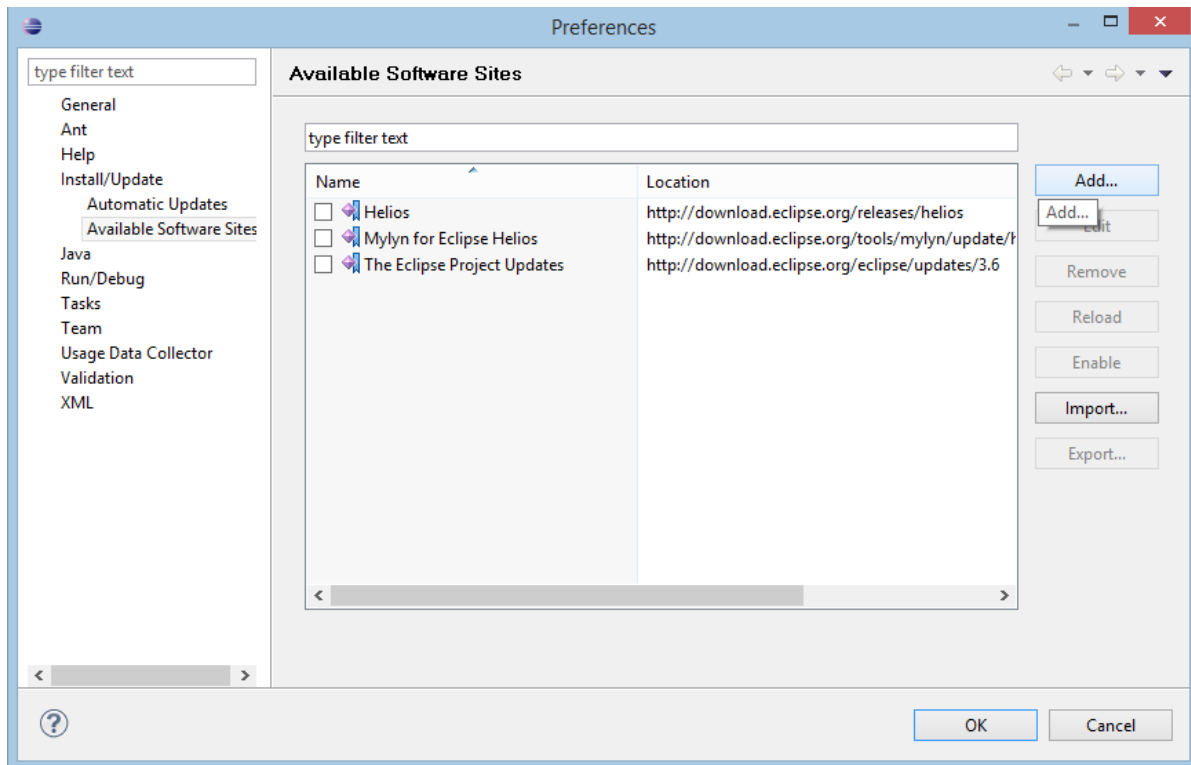


Figure IV.6. La liste des Plug-ins installés.

4. Saisissons l'adresse du site disant de ADT : <http://dl-ssl.google.com/android/eclipse/>

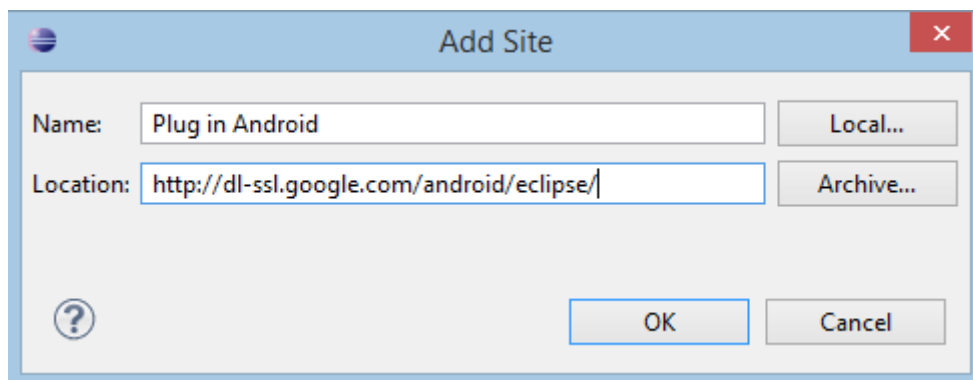


Figure IV.7. La fenêtre d'ajout de l'adresse du site de L'ADT.

5. Une fois valider avec ok le site s'ajoute

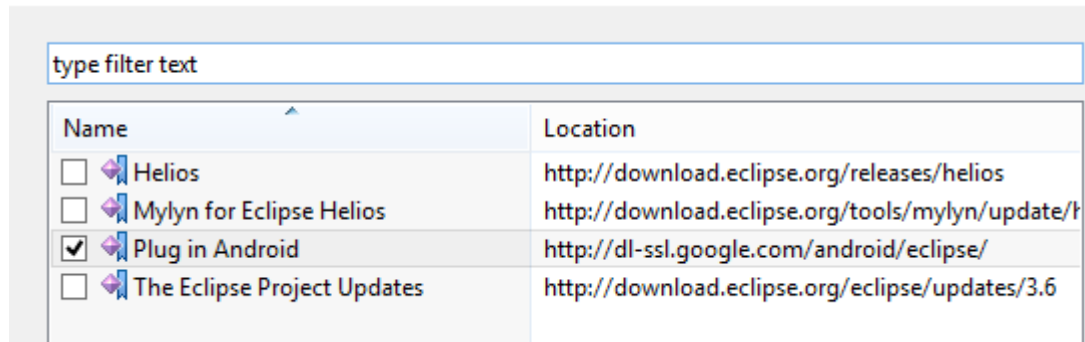


Figure IV.8.le site du complément ADT est ajouté à la liste.

6. Une fois l'IDE redémarré, rendons dans les préférences **Window > preferences** pour configurer l'ADT et spécifier l'emplacement du SDK Android avant de valider avec ok

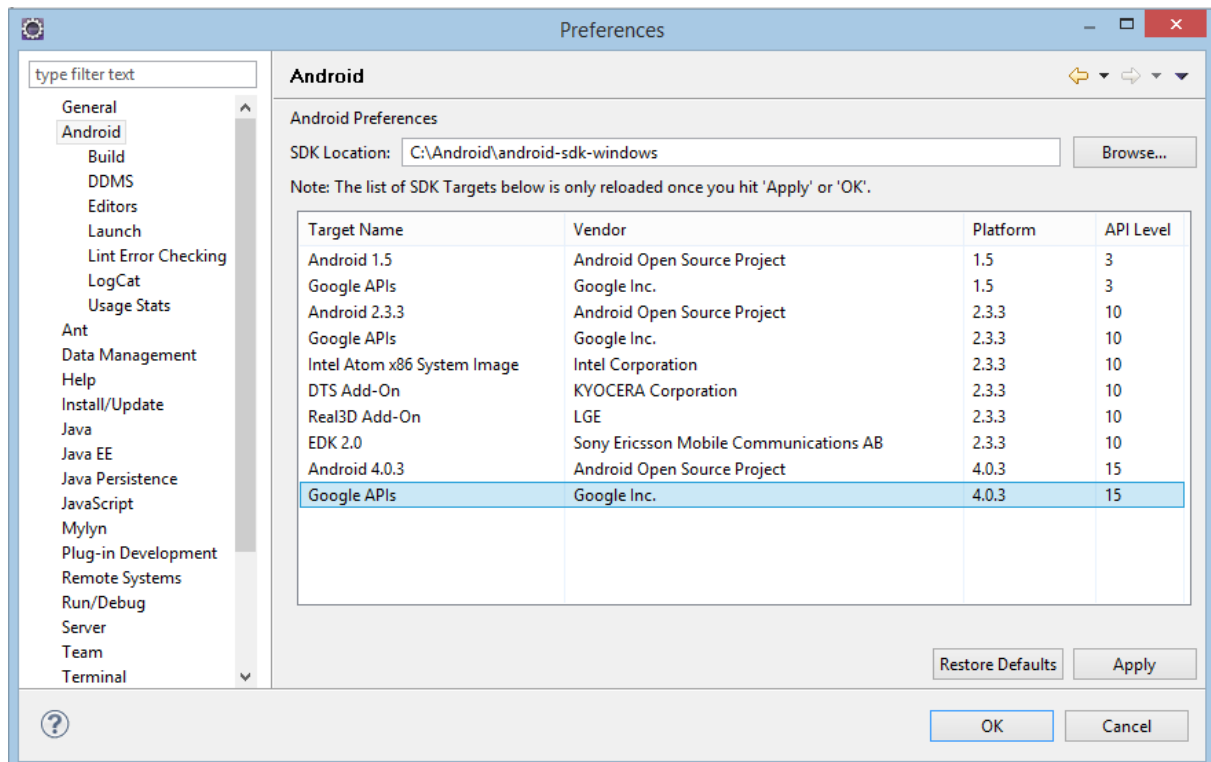


Figure IV.9. Configuration du SDK dans l'ADT.

7. L'installation d'AVD devrait enrichir l'interface d'Eclipse avec les éléments suivants :

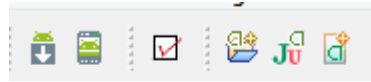


Figure IV.10. Outils rajoutés en accès rapide grâce au Plug-in.

- Le premier bouton permet d'ouvrir le SDK Android Manager ;
- Le bouton représentant un téléphone permet d'ouvrir le gestionnaire d'AVD Manager (Android Virtuel Device Manger) ;
- Le troisième bouton permet d'ouvrir la liste des avertissements (Run Android Lint Warnings) ;
- Le bouton avec le signe d'addition permet de créer des projets Android ;
- Le bouton orné du signe JU permet de créer des projets de test Android utilisant la bibliothèque de tests Junit ;
- Le dernier bouton permet de créer des fichiers de ressources Android (disposition d'interface, valeurs, préférences, Animation, menu, etc...).

IV.4. L'architecture d'une application Android

Une application sur Android hérite toujours d'un des quatre types définis ci-dessous.

IV.4.1. Activity

L'activity est l'application de base sous Android. Comme une application avec une interface pour l'utilisateur dépend toujours d'une activity, la plupart des applications en ont donc au moins une. L'activity va permettre d'afficher une vue contenant des contrôles. Ces contrôles sont simplement les listes, images, bouton, champs de saisie, etc. dans le modèle MVC (Model, View, Controller), l'activity est le controller. C'est donc en quelque sorte le moteur de l'application. Une activity peut en ouvrir une autre, lui fournir des données et en récupérer à sa fermeture [23].

IV.4.2. Service

Un service est une application sans interface pour l'utilisateur puisque fonctionnant en arrière-plan. C'est justement avec ces services que le multitâche d'Android a un sens. Le service permettra par exemple de lire un morceau de musique tout en faisant autre chose.

Ou encore continuer le téléchargement d'un fichier malgré la fermeture de l'application [23].

IV.4.3. Broadcast Receiver

Les broadcast Receiver sont une alternative aux services. C'est une sorte de service endormi qui se réveille suite à une demande spécifiée. Ils ont été créés pour répondre au besoin d'économie d'énergie que demandent les appareils comme les smartphones. Il est possible de placer des broadcast receiver sur des alarmes pour réaliser des actions différées ou périodiques comme la mise à jour d'un widget météo. Ils permettent aussi d'écouter des messages du système ou d'autres applications comme la réception d'un SMS. Il est bien sûr possible d'envoyer ses propres messages broadcast [23].

IV.4.4. Content Provider

Les Content Provider, comme leur nom l'indique, sont des gestionnaires de données. Ils permettent la mise à disposition de données filtrables aux applications. Ils sont utilisés pour récupérer la liste des SMS ou encore la liste des contacts. Il est aussi possible de créer ses propres Content Provider afin de rendre disponibles les données de l'application en question. Par exemple, pour une application de carte de visite, il peut être judicieux de proposer un accès contrôlé aux données constituant les cartes de visites [23].

IV.5. L'arborescence d'un projet Android

Afin de voir les différents éléments composant un projet, nous allons détailler l'architecture d'un nouveau projet Android.

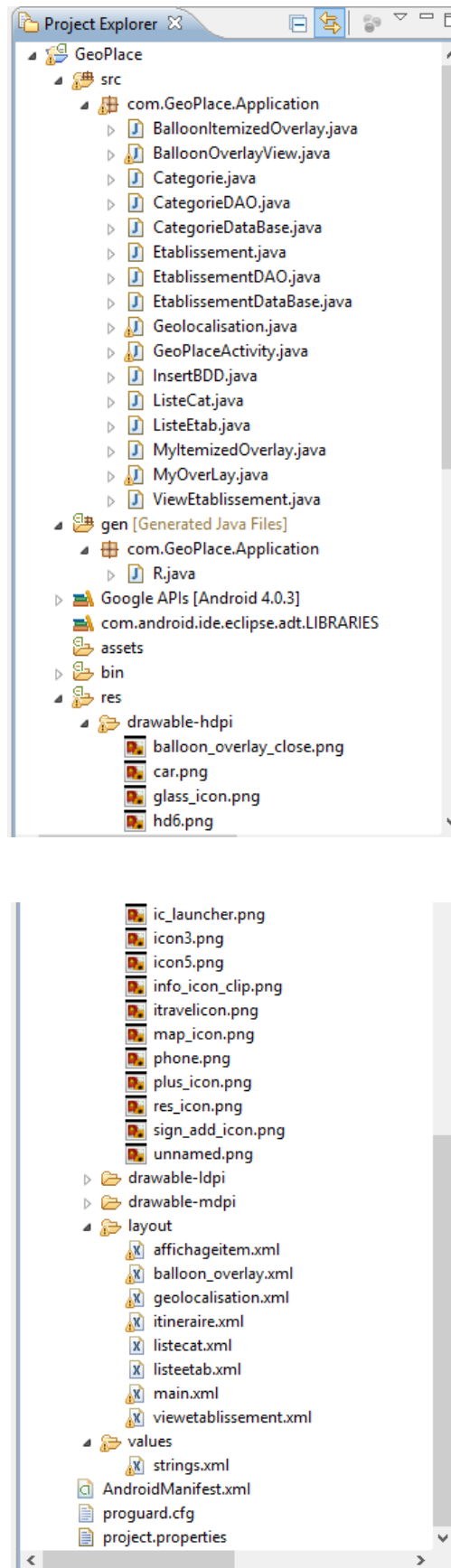


Figure IV.11. L'architecture de notre application Android.

Explication

- **src** : ce dossier contient les sources de l'application (code java et packages).
 - **Com.GeoPlace.Application**: un package de l'application.
 - **GeoPlaceActivity.java** : l'activité principale.
- **gen** : dossier qui contiendra les fichiers R.java (ce fichier est généré automatiquement à partir des ressources) et BuildConfig.java (permettant de gérer l'affichage des logs uniquement pendant les phases de développement et tests et non dans la version finale. Ce qui réduit les interactions entre l'application et l'appareil).
 - **R.java** : ce fichier est automatiquement généré par le SDK Android à chaque pré-compilation.
- **assets** : contient des données non internationalisées qui seront utilisées dans l'application (images, vidéos, licence...etc).
- **res** : c'est le dossier qui contiendra les ressources de l'application (images, vidéos, styles).
 - **Drawable-xxx** : contient nos images dans les différentes résolutions (basse, moyenne, haute et très haute).
 - **ic_launcher.png** : l'icône de l'application.
 - **Layout-xxx** : le SDK Android offre une technique de création d'interfaces graphiques à l'aide de fichier XML. C'est dans ce dossier que nous inclurons l'ensemble des fichiers décrivant les interfaces. Nous pouvons créer d'autres dossiers pour les menus par exemple. Nous pouvons créer différents dossier en fonction de l'orientation, la taille de l'écran et la version d'Android...etc.
 - **Values** : contient les fichiers XML qui définissent des valeurs constantes (des chaînes de caractères, des dimensions, des couleurs, des styles etc.).
 - **AndroidManifest.xml** : le fichier « manifest » contient toutes les propriétés de l'application lors de la création du projet. De plus, il contient une référence de chaque « activity » composant l'application. Pour chacune d'elles, il est possible de spécifier des propriétés. Ainsi, l'activité principale appelée « .HelloWordActivity » aura une propriété « action » spécifiant que c'est l'activité principale du projet et une propriété « category » pour préciser que l'application sera une application présente dans le « launcher », soit la liste des applications installées sur l'appareil de l'utilisateur. Il est indispensable de spécifier toutes les « activity » de l'application dans ce fichier. C'est aussi dans ce fichier que seront spécifiées les permissions que demande l'application.

IV.6. Présentation de la base de données de notre application

La base de données est séparée en deux parties à savoir d'un côté la table des établissements recevant du public présents sur la ville de Tizi Ouzou, et de l'autre la table de catégorie de cet établissement, pour avoir un certain ordre dans la liste des établissements.

IV.5.1. Le niveau conceptuel de la base de données

Le niveau conceptuel de la base de données correspond à la structure canonique des données qui existent dans l'application, c'est-à-dire leur structure sémantique.

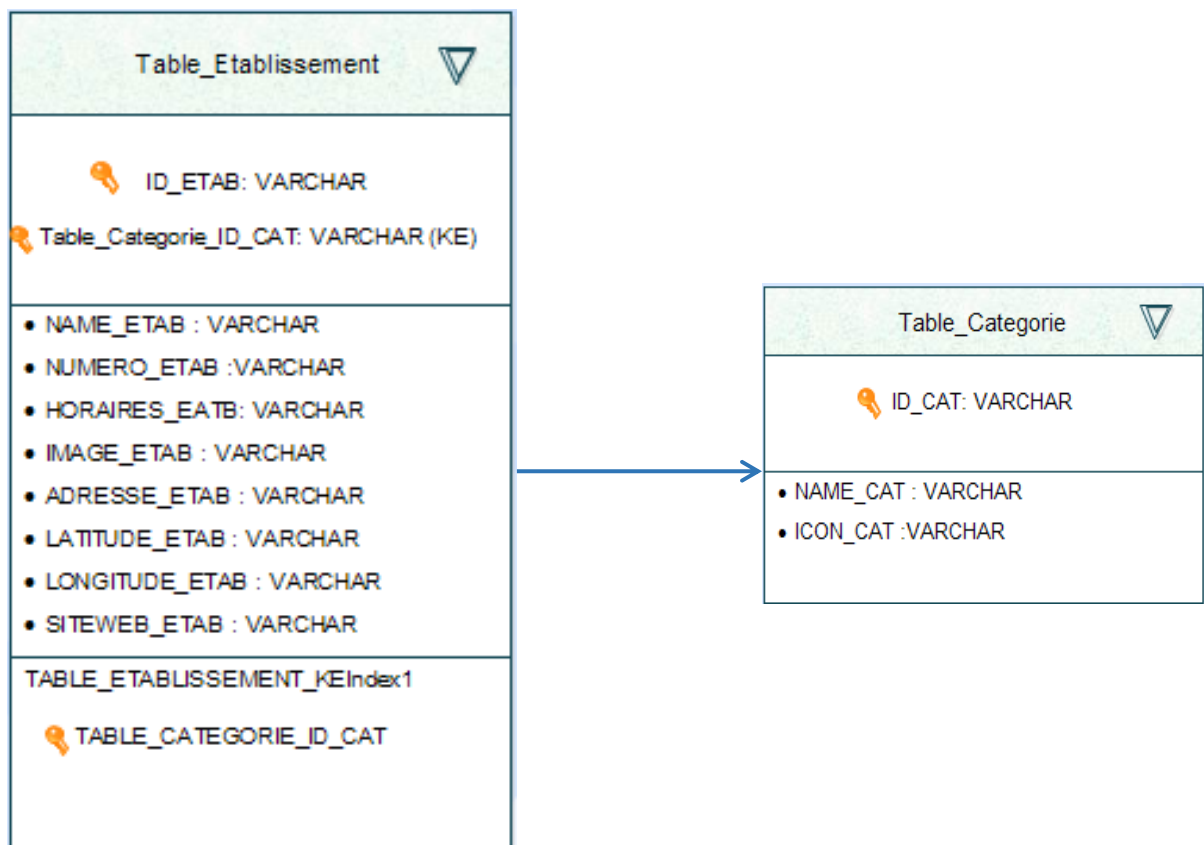


Figure IV.12. Schéma conceptuel de la base de données.

IV.5.2. Le niveau logique de la base de données

1. Catégorie (ID_CAT, NAME_CAT, ICON_CAT) ;
2. Etablissement (ID_ETAB, NAME_ETAB, NUMERO_ETAB, HORAIRES_ETAB, IMAGE_ETAB, LATITUDE_ETAB, LONGITUDE_ETAB, SITEWEB_ETAB, ID_CAT).

IV.5.3. Le niveau physique de la base de données

- **Catégorie**

Nom Du Champ	Type De Données	Description	clef
ID_CAT	VARCHAR (15)	L'identifiant unique pour chaque catégorie auto-incrémentée.	Primaire
NAME_CAT	VARCHAR (30)	le nom de la catégorie	
ICON_CAT	VARCHAR (50)	Le chemin vers l'icône représentant la catégorie.	

Tableau IV.1. Le niveau physique de la base de données de la table catégorie.

- **Etablissement**

Nom Du Champ	Type De Données	Description	Clef
ID_ETAB	VARCHAR (15)	L'identifiant unique pour chaque établissement auto-incrémenté.	Primaire.
NAME_ETAB	VARCHAR (30)	Le nom de l'établissement.	
NUMERO_ETAB	VARCHAR (15)	Le numéro de téléphone l'établissement.	
HORAIRE_ETAB	VARCHAR (15)	Les horaires d'ouverture de l'établissement.	
IMAGE_ETAB	VARCHAR (50)	Le chemin vers l'image à afficher dans la fiche de description de l'établissement.	
LATITUDE_ETAB	VARCHAR (30)	La latitude de l'établissement (utilisé pour la géolocalisation).	
LONGITUDE_ETAB	VARCHAR (30)	La longitude de l'établissement (utilisé pour la géolocalisation).	
SITWEB_ETAB	VARCHAR (30)	Le lien vers le site internet de l'établissement pour avoir plus d'informations.	
ID_CAT	VARCHAR (15)	L'identifiant de la catégorie à laquelle l'établissement appartient.	Etrangère.

Tableau IV.2. Le niveau physique de la base de données de la table Etablissement.**IV.7. Intégration d'une google Maps dans notre application**

Après avoir cliqué sur le bouton Maps de notre application une carte affichant la position de l'utilisateur apparaît grâce à l'utilisation de la puce GPS intégré dans le téléphone, si cette carte est configuré de telle façon qu'elle soit capable d'utiliser l'API Google Maps, alors dans ce cas une étape supplémentaire sera nécessaire : l'obtention de la clé de licence. Voici les étapes pour obtenir cette dernière :

- **Génération du MD5** : la première étape pour l'obtention de la clé API, c'est de créer notre *md5 checksum*. On a besoin de ce md5, car il faut que la Google Maps de l'application soit signée et la clé API sert à ça. Pour créer notre md5, il faut trouver où se situe le fichier *debug.keystore*. pour nous sous Windows 8 : C:\Users\Lynda\.android\debug.keystore. On peut obtenir le chemin autrement grâce à eclipse, de la façon suivante : « Windows > prefs > Android > Build »

```

C:\Program Files (x86)\Java\jre7\bin>keytool -list -keystore "C:\Users\Lynda\.an
droid\debug.keystore" -storepass android -keypass android -v

Type de fichier de clés : JKS
Fournisseur de fichier de clés : SUN

Votre fichier de clés d'accès contient 1 entrée

Nom d'alias : androiddebugkey
Date de création : 19 mars 2015
Type d'entrée : PrivateKeyEntry
Longueur de chaîne du certificat : 1
Certificat[1]:
Propriétaire : CN=Android Debug, O=Android, C=US
Emetteur : CN=Android Debug, O=Android, C=US
Numéro de série : 550affae
Valable du : Thu Mar 19 17:56:14 CET 2015 au : Sat Mar 11 17:56:14 CET 2045
Empreintes du certificat :
  MD5: D0:AB:99:03:06:30:D7:C4:31:96:DF:FD:44:32:5A:9C
  SHA1 : 1D:9E:85:45:96:86:F1:63:4E:FB:7D:FA:11:35:F8:43:9F:7F:1C:B1
:99:26:41:3B:C2:08:37:A5:3B:85:EB
  Nom de l'algorithme de signature : SHA1withRSA
  Version : 3
  
```

Figure IV. 13. L'empreinte du certificat de débogage MD5.

Sur le site suivant : <http://code.google.com/intl/fr/android/maps-api-signup.html> nous allons accepter les termes et saisir le md5 obtenu au-dessus. Une fois l'empreinte saisie dans le formulaire et envoyée au site, la clé est générée dans notre cas la clé que nous avons obtenue est :



Figure IV.14. Génération de la clé Google Map.

IV.8. Présentation des interfaces réalisées

Nous avons décidé de faire une page d'accueil assez simple en termes de contenu d'information. Ainsi pour ne pas perdre l'utilisateur, il n'est possible de réaliser que deux actions possibles via les deux boutons.

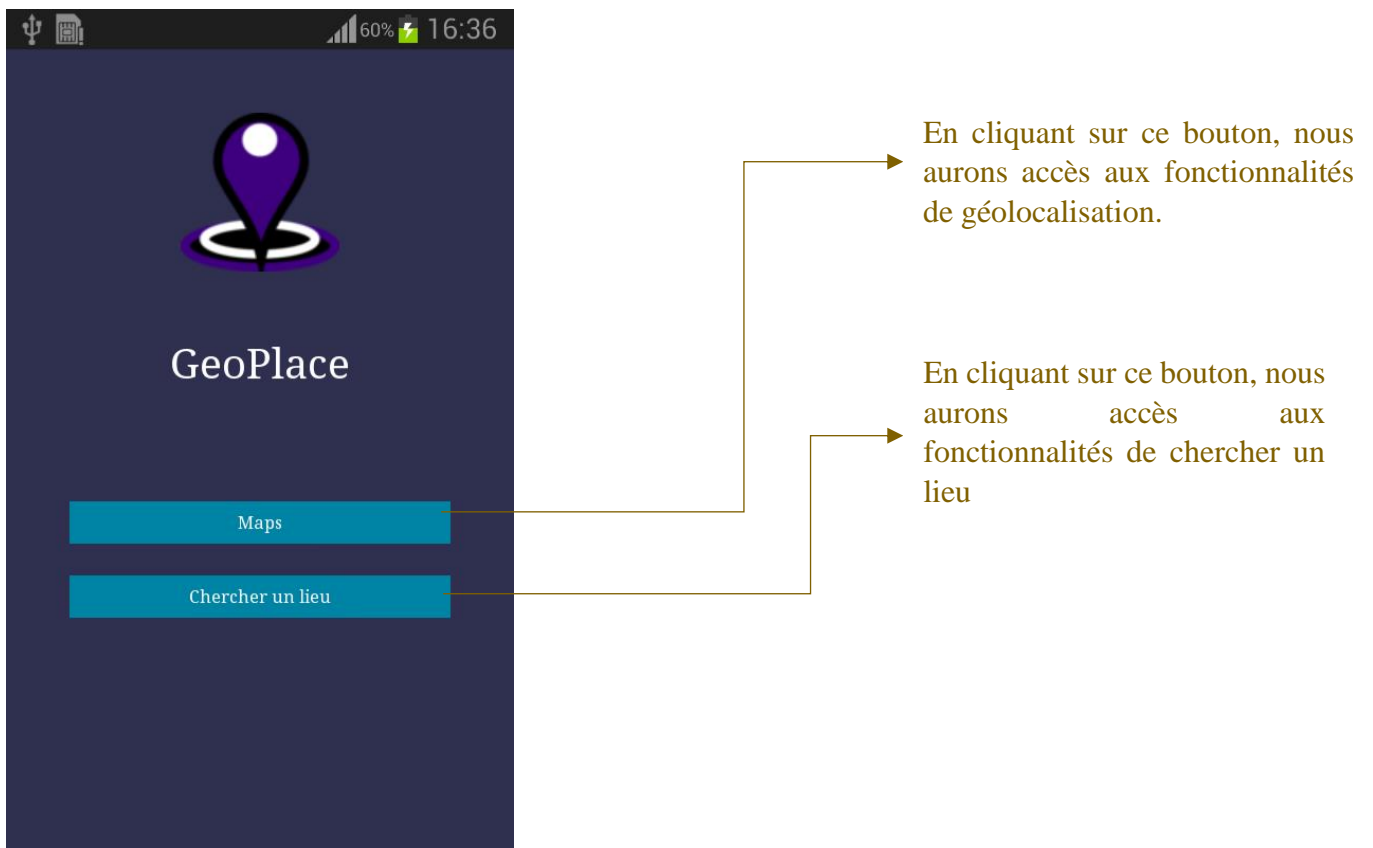


Figure IV.15. La page d'accueil de notre application.

Ce pop-up s'ouvre lors d'un clic sur le deuxième élément de la barre d'onglets

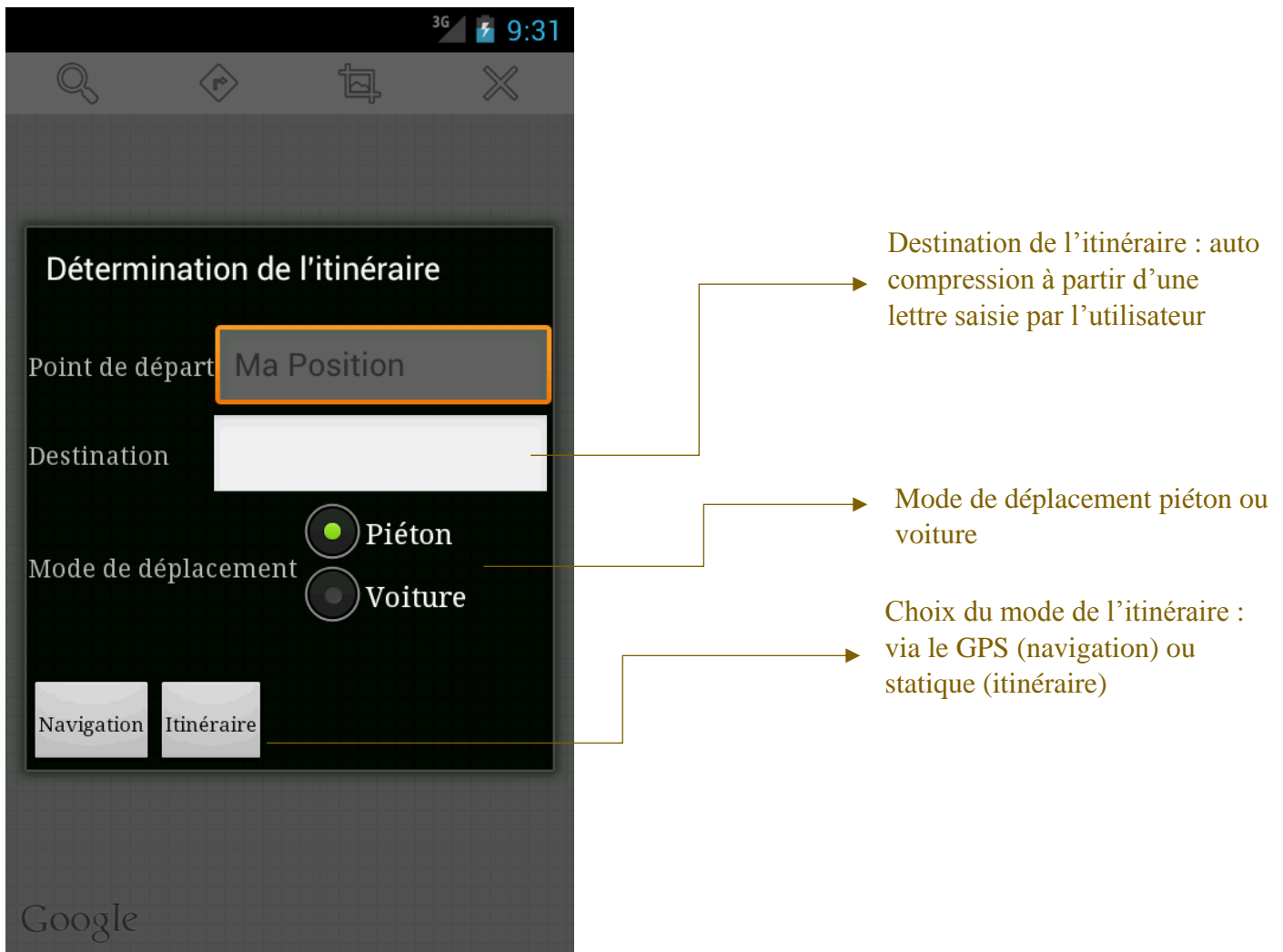


Figure IV.17. Pop-Up itinéraire

Lors d'un clic sur le bouton chercher un lieu de la page d'accueil, la liste des catégories des lieux est proposée à l'utilisateur :

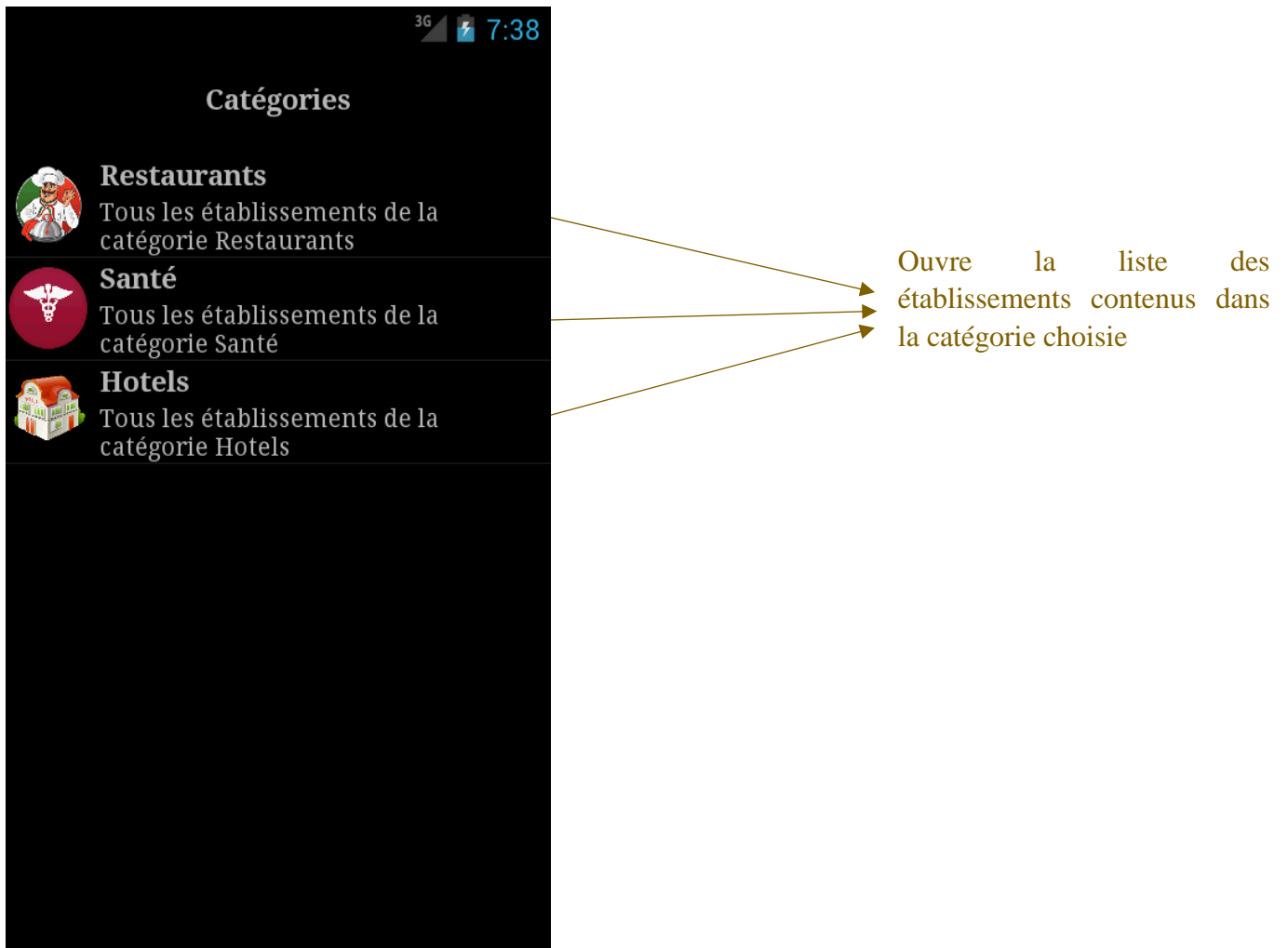


Figure VI.19. La liste des catégories de notre application.

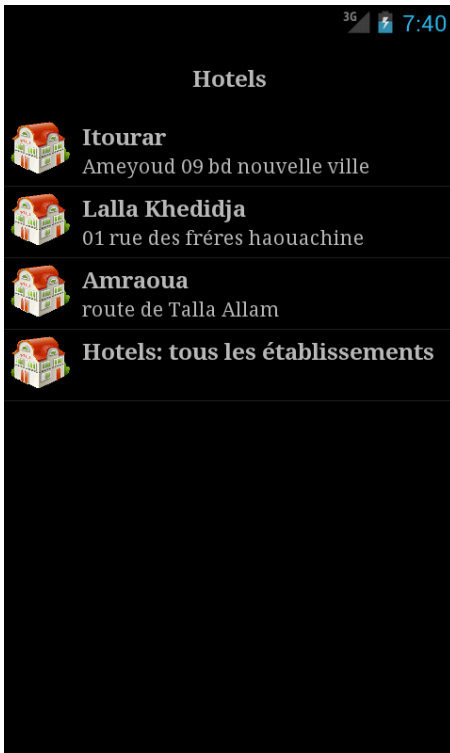


Figure IV.20. la liste des établissements de la catégories hotels



Figure IV.21. la liste des établissements de la catégories santé



Ouvre la fiche signalétique de l'établissement sélectionné

Afficher sur la Map tous les établissements de la catégorie restaurants

Figure IV.22. la liste des établissements de la catégories restaurants

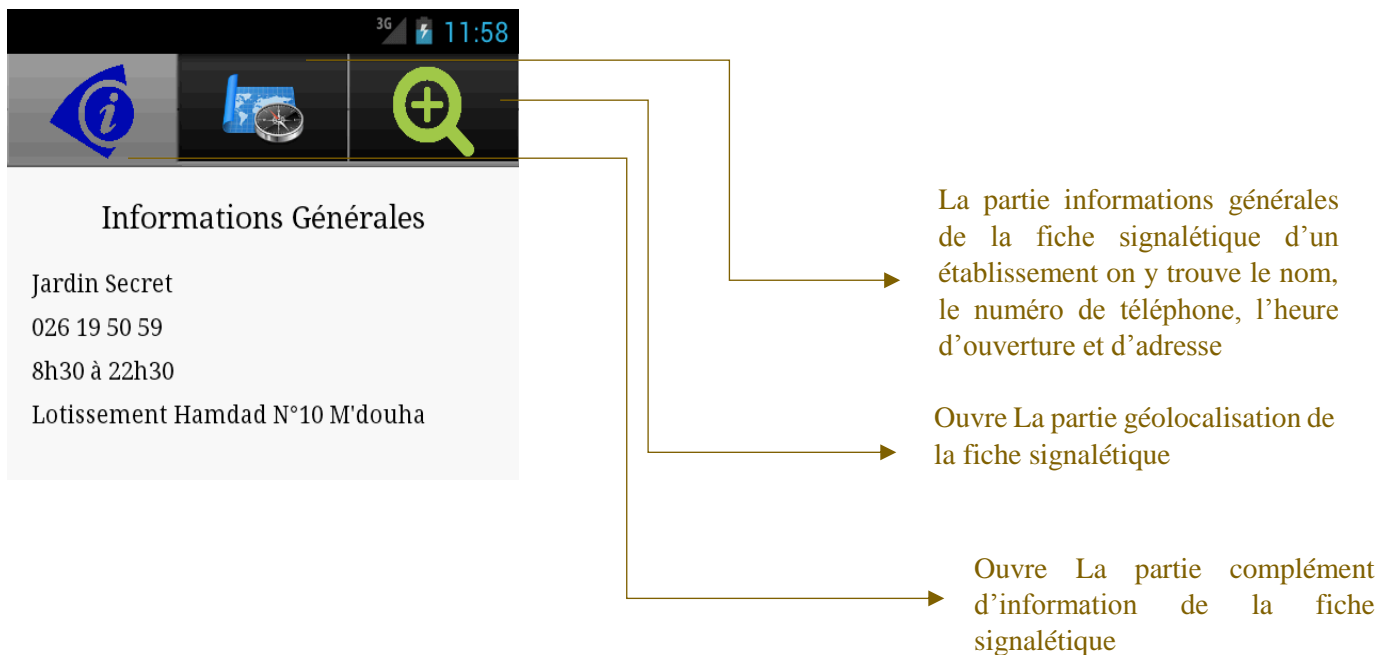


Figure VI.24. la partie informations générales de la fiche signalétique d'un établissement

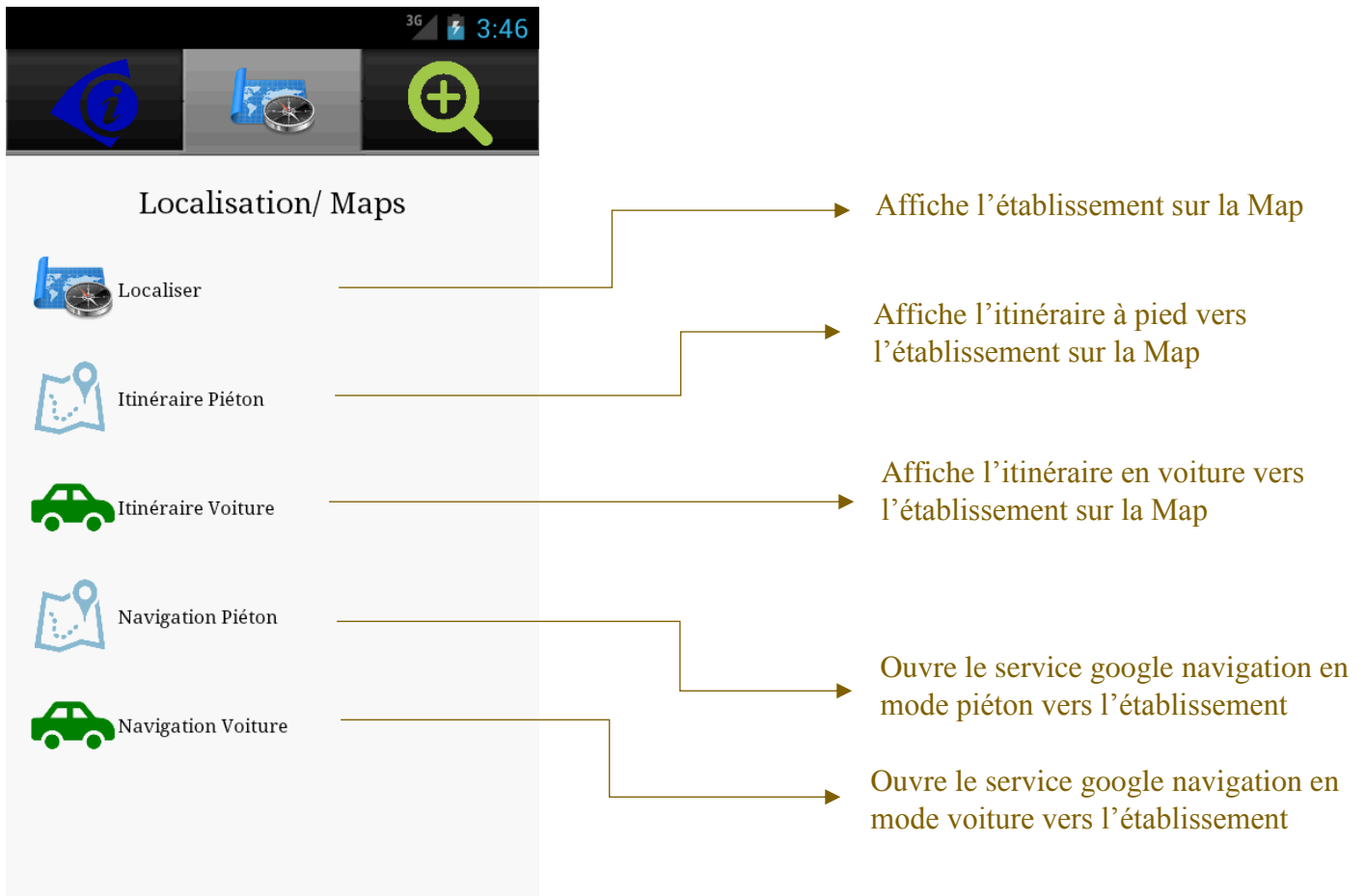


Figure IV.25. La partie localisation /Maps de la fiche signalétique d'un établissement de notre application.

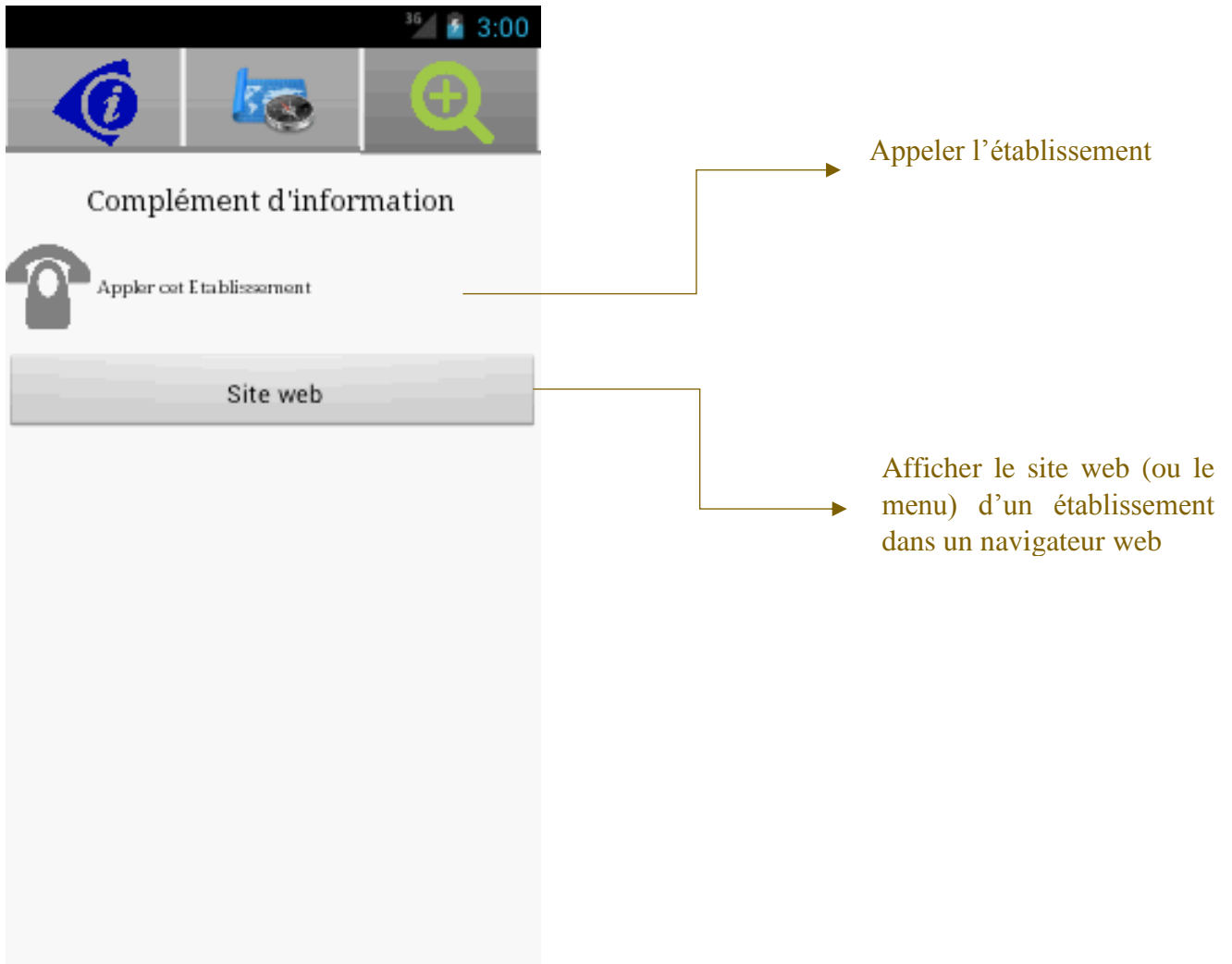


Figure IV.26. La partie complément d'information de la fiche signalétique d'un établissement de notre application

IV.9. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons fait une description de notre application en présentant les différents écrans de notre application aussi nous avons cité l'environnement de développement et les techniques de programmation pour implémenter les différentes pages de l'application.

Conclusion Générale

Conclusion et perspectives

Depuis quelques années les smartphones sont d'une puissance plus importante et d'espaces de stockage conséquents. Les téléphones tendent à devenir des objets artistiques, presque de reconnaissance sociale et possèdent des fonctionnalités qu'aucun téléphone ne pouvait espérer auparavant : connexion haut débit, localisation GPS, boussole, accéléromètre, écran tactile souvent multipoint, marché d'application en ligne, etc. Autant de qualités permettant de créer des applications innovantes et de les distribuer en toute simplicité.

La plate-forme Android apporte tout cela au consommateur, mais surtout elle affranchit le développeur de nombreuses contraintes par son ouverture, elle permet à n'importe quel développeur de créer ses application avec un ticket d'entrée quasi nul. Le Framework et le système d'exploitation et outils associés ont un code source ouvert, leur accès est gratuit et illimité. Plus besoin de négocier avec le constructeur du téléphone pour qu'il nous laisse développer sur sa plate-forme. Tous les développeurs sont ainsi sur un même pied d'égalité, qu'ils soient une grande entreprise ou quelques jeunes dans un garage, tous peuvent ajouter de la mobilité à des applications existantes.

Lors de ce projet, nous avons rencontrés de nombreuses difficultés notamment liées au langage de programmation Android. En effet, c'était la première fois que nous travaillions sur un projet Android. Nous avons consulté de nombreux sites, forums, tutoriels et cours pour parvenir à développer notre Application.

Nous avons passé à-peu-près six mois à analyser et développer notre application. Comme tout projet évolutif et nécessite continuellement des améliorations, nous proposons des perspectives comme :

- ❖ Ajouter d'autres services, toujours les établissements recevant du publique comme : les cabinets de médecins de différentes spécialités, des banques, des centres commerciaux, etc ;
- ❖ Réaliser un logo pour notre application ;
- ❖ Publier l'application sur Google Play.

Lexique

3G : Third Generation. Terme générique désignant les réseaux de télécoms de troisième génération. Elle est devenue disponible au public depuis 2013 et elle se base sur la norme de communication UMTS. Elle peut atteindre un débit égal à 2 Mbps (244Ko/s) à partir d'un lieu.

AAC : Advanced Audio Coding. Standard de codage audio inclus par l'ISO dans la norme MPEG-2. Théoriquement il est meilleur que le MP3 et plus compact (mais les encodeurs ont encore quelques progrès à faire pour que cela soit réalisés dans les faits).

AMR : Audio Modem Riser. Petit slot d'extension placé non loin du processeur sur certaines cartes mères Intel, destinées à brancher de petites cartes d'extension supportant le hardware d'un modem ou d'une carte audio. L'AMR peut évidemment être utilisé pour d'autres fonctionnalités que le branchement d'un modem.

BSD : Berkeley Software Distribution. L'université de Berkeley est connue dans le monde Unix pour les nombreux logiciels qu'elle a développés puis mis dans le domaine public, BSD désigne en particulier une famille de version d'Unix issue de l'université de Berkeley en Californie, conçue pour VAX (Virtual Address eXtension) de DEC (Digital Equipment Corporation), et le PDP-11.

CDMA : Code Division Multiple Access. Technique de téléphonie sans fil utilisant un spectre étalé pour répartir les émissions sur de

nombreuses fréquences. Utilisé aux E-U et en Corée. Il existe en de nombreuses variantes.

CPU : de l'acronyme anglo-saxon Central Processing Unit désigne l'unité de traitement ou microprocesseur. Il est soumis à divers paramètres tels que la cadence, la fréquence, la mémoire cache chargé de l'exécution des instructions des programmes, le CPU est l'élément prédominant d'une configuration informatique. Sa puissance se mesure en flops, soit le nombre de calculs à virgule flottante effectués en une seconde.

EDGE : Enhanced Data GSM Environment. Version étendue du GSM, permettant des transferts jusqu'à 384 kbps.

GNU/LINUX : le vrai nom de linux, qui lui n'est en fait que le noyau du système programmé, géré et exploité principalement à l'aide des utilitaires et des applications GNU (le noyau représente quelques pourcents du système, les outils GNU quelques dizaines de pourcents).

Google : est une entreprise fondée le 04 septembre 1998 dans la Silicon Valley, en Californie par Larry Page et Sergueï Brin, créateurs du moteur de recherche Google.

GSM : Groupe Spécial Mobile ou Groupe Système Mobile. Les anglais ont traduit par Global System for Mobile communication. Norme de communication radio répondue en Europe définissant un réseau cellulaire qui utilise un multiplexage temporel.

H.264 : (Normes, vidéo numérique, Animation, 3D...) Norme de codage vidéo développé par l'ITU (International Telecommunications Union) pour la vidéoconférence.

IDC : International Data Corporation. Ou bien le cabinet de conseil dans le marketing et les services, une entreprise américaine spécialisée dans la réalisation d'études de marché dans les domaines des technologies de l'information et de la communication et de l'électronique grand public.

IDE : Integrated Development Environment. Environnement de développement intégré, réunissant tous les outils nécessaires à la création d'applications. Aussi complexes qu'elles soient.

JPG : format de fichier graphique permettant des taux de compression, l'extension de fichier correspondant est JPG, utilisée pour le format JPEG (Joint Photographic Expert Groupe). Groupe d'experts ayant pour mission de mettre au point un format de compression d'image).

Licence Apache 2.0 : Apache : serveur http, non seulement libre, mais aussi parmi les meilleurs et les plus répondus. Basé sur le code et les idées du serveur NCSA httpd 1.3 le plus courant en 1995, il a depuis énormément évolué, avec beaucoup de patches (débugage de logiciels) au départ, d'où son nom « APACHy sErver ». Apache 2.0 une version d'Apache.

MAC OS : abrégé. De Macintosh ou PowerMac, ou d'une façon générale de toute machine qui sort de chez Apple. Système d'exploitation des MACs, très régulièrement patché.

MIPS : (unité de mesure), Million d'Instructions exécutées par seconde par une machine. Etant donné que le temps mis pour exécuter une instruction est extrêmement variable, cette unité est assez aléatoire. Les anglo-saxons disposent de nombreuses et révélatrices significations alternatives pour ce sigle. Comme «Meaningless Indication of Processor Speed ».

MIPS : (marque déposée, puces, chips...), Nom d'une grande famille de processeurs très puissants équipant les stations Silicon Graphics. La famille compte les R3000, R4000, R8000, et le petit dernier le T5/R10000. Se prononce en un seul mot « mipse ».

MP3 : Motion Picture Expert Group Audio Layer 3. Nom du format et d'extension de nom de fichier utilisée pour désigner les fichiers contenant du son compressé en MPEG, le MP3 est efficace, consommant environ 1 Mo pour une minute de musique en 128 Kbps. La définition de ce format appartient partiellement à l'institut Fraunhofer concurrents : le VQF, le RA, l'OGG.

JVM : Java Virtual Machine. Interpréteur du code java qui permet l'exécution du programme, sur une machine en particulier (le

code java restant le même d'un système à un autre).

MPEG : Motion Picture Expert Group, groupe d'experts chargés de mettre au point un format de compression vidéo.

MPEG-4 : (type de fichiers, vidéo numérique...), Standard développé par le MPEG, aussi connu sous le nom de « ISO /IEC 14496 ». L'idée est de compresser des données audio et vidéo via une combinaison d'AVD, sous-éléments d'une scène organisés de façon hiérarchique.

PDA : Personal Digital Assistant. Assistant personnel, petit ordinateur sans clavier et qui sert par exemple d'agenda. Ils ont tendance à avoir un faible succès commercial malgré l'utilisation d'interfaces faisant appel aux agents intelligents.

Smartwatch : Une Smartwatch littéralement montré Intelligente est une montre bracelet informatisée avec des fonctionnalités allant au-delà du simple affichage de l'heure et du chronomètre présentant des caractéristiques comparables à celles d'un PDA.

SMS : Short Message System. Court message textuel qu'on peut envoyer sur une page ou sur un portable.

SQLite : est un vrai SGBD relationnel SQL, mais simplifié pour tenir sur une tablette, SQLite fonctionne sans serveur. Il stocke ses données dans un seul fichier. Ce fichier est

portable, c'est-à-dire copiable sur n'importe quelle autre machine.

UHF : Ultra-High Frequency. Bande de référence où se trouvent les signaux GPS et Galileo.

UMTS : Universal Mobile Télécommunication System. Réseau téléphonique cellulaire de troisième génération, permettant de transmettre des données en plus de la voix sur un canal de 5MHZ, permettant de transmettre des transferts jusqu'à 2 Mbps.

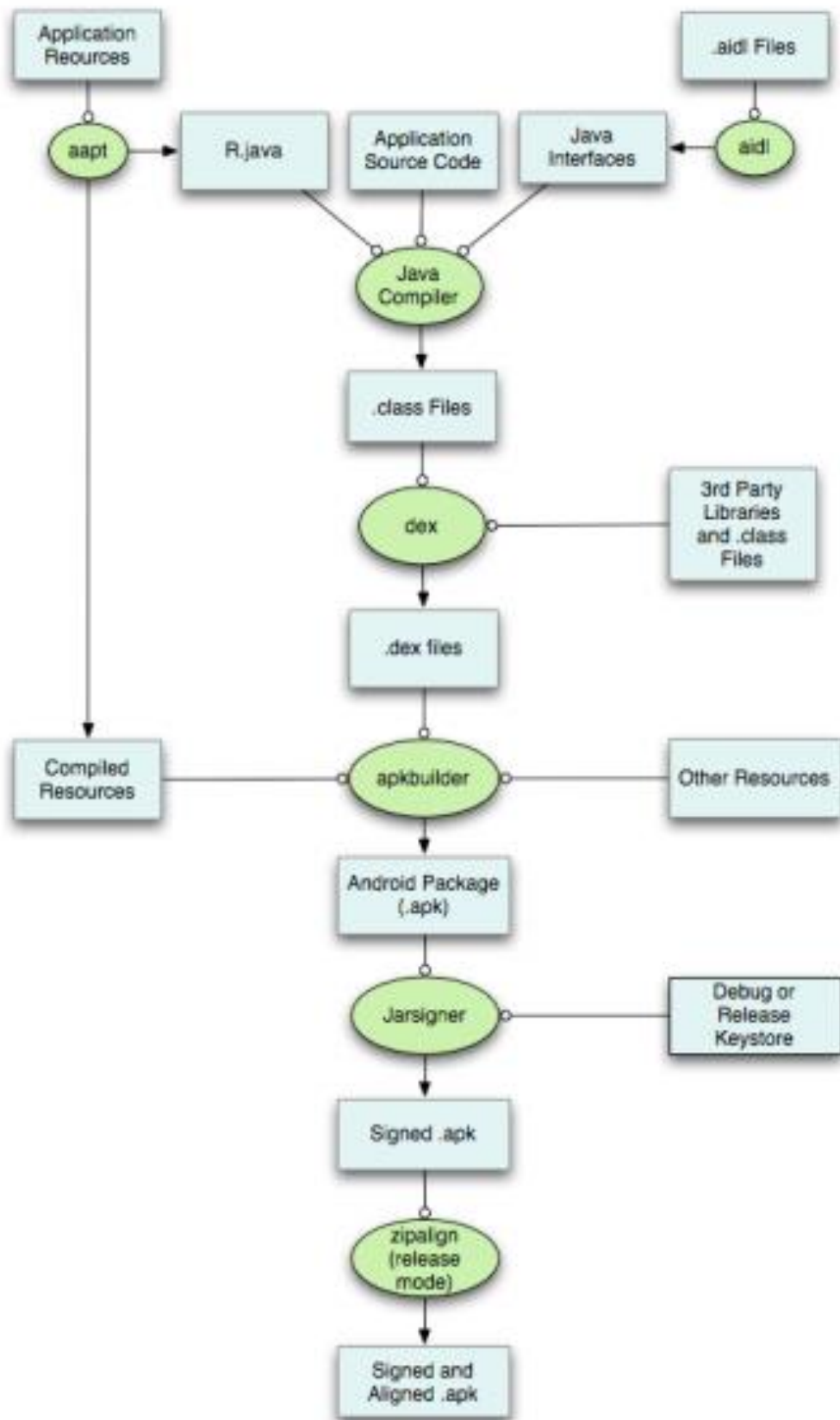
VHF : Very-High Frequency. Système mettant en œuvre un réseau de balise au sol, utilisé pour la navigation aérienne.

Wifi : Contraction de " Wireless Fidelity " est un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes de groupe IEEE 802.11 (ISO/CEI 8802-11). Il permet de relier par ondes radios plusieurs appareils informatiques (ordinateurs, routeur, smartphone, décodeur internet, etc...) au sein d'un réseau informatique.

Windows: « Will Install Needless Data On Whole System ». Bien que le mot le principe des fenêtres soit très répondu, le mot Windows de Microsoft, Windows fut simplement une interface graphique de MS-DOS, ensuite, il fut destiné à devenir un système d'exploitation à part entière, sous la forme de Windows 95 et Windows NT, Windows 2000, Windows XP, Windows 7, Windows 8, Windows 10

Annexe

Annexe 4 :
Compilation d'un projet Android.



Annexe 3 :

Les indicatifs de pays du mobile (MCC) et les codes de réseaux du mobile (MNC) géographiques.

Pays ou zone géographique	Code MCC	Réseaux	Code MNC
Afghanistan	412	Ex : AWCC, Etisalat...	412 01,412 50,...
Albanie	276	Ex : Vodafone Albania	276 02
Algérie	603	Algérie Telecom, Orascom Telecom Algérie	603 01, 603 02
Allemagne	262	Ex : Telekom Deutschland GmbH, Vodafone D2 GmbH.	262 01,262 02
Andorre	213	Mobiland	213 03
Angola	631	Unitel, Movitel	631 02, 631 04
Anguilla	365	Ex : Weblinks Limited,	365 010
Antigua-et-Barbuda	344	Ex : APUA PCS Cable & Wireless (Antigua) trading as Lime	344 030, 344 920
Arabie saoudite	420	Saudi Telecom, Etihad Etisalat Company (Mobily)	420 01, 420 03
Argentine	722	Ex : Telefónica Comunicaciones Personales S.A.CTI PCS S.A.	722 070, 722 10
Aruba	361	Setar GSM	363 01
Australie	505	Ex : Telstra Corporation Ltd. Optus Mobile Pty. Ltd.	505 01, 505 02
Autriche	232	Ex : Mobilkom Austria Aktiengesellschaft Mobilkom Austria Aktiengesellschaft	232 01, 232 02
Azerbaïdjan	400	Ex : "Azercell Telecom" LLC. "Bakcell" LLC	400 01, 400 02
Bahreïn	426	Ex : Zain Bahrain Civil Aviation Authority	426 01, 426 02
Bangladesh	470	Ex : GramenPhone Aktel	470 01, 470 02
Barbade	342	Ex : Cable & Wireless (Barbados) Ltd. trading as Lime. Sunbeach Communications	342 600, 342 820
Belarus	275	Ex : MDC Velcom, MTS	275 01, 275 02
Belgique	206	Ex : Belgacom nv, N.M.B.S	206 01, 206 02
Belize	702	BelizeTelecommunications Ltd., GSM 1900 International Telecommunications Ltd.	702 67, 702 68

		(INTELCO)	
Bénin	616	Ex : Libercom, Telecel	616 01, 616 02
Bermudes	350	Bermuda Digital Communications Ltd (CellOne)	350 000
Bhoutan	402	Ex : Bhutan Telecom Ltd B-Mobile of Bhutan Telecom	402 11, 402 17
Bolivie	736	Ex : Nuevatel S.A. ENTEL S.A.	736 01, 736 02
Bosnie-Herzégovine	218	Ex : MOBIS (Mobilina Srpske) GSMBIH	218 05, 218 90
Botswana	652	Ex : Mascom Wireless (Pty) Ltd Orange Botswana (Pty) Ltd	652 01, 652 02
Brésil	724	Ex : NEXTEL, CLARO	724 00.724 05
Brunei Darussalam	528	DST Com	528 11
Burkina Faso	613	Ex : Celtel Telecel	613 02, 613 03
Burundi	642	Ex : Econet Africell	642 01, 642 02
Cabo Verde	625	Ex : Cabo Verde Telecom T+Telecomunicações	625 01, 625 02
Cambodge	456	Ex : Hello Smart	456 02, 456 06
Cameroun	624	Ex : Mobile Telephone Networks, Cameroon Orange Cameroun	624 01, 624 02
Canada	302	Ex : Microcell Test	302 370, 302 990
Cayman (îles)	346	Cable & Wireless (Cayman) trading as Lime	346 140
Centrafricaine (Rép.)	623	Ex : Telecel Centrafrique (TC), Celca (Socatel)	623 02, 623 03
Chili	730	Ex : Smartcom, Entel	730 03, 730 10
Chine	460	Ex : China Mobile, China Unicom	460 00, 460 01
Chypre	280	Ex : CYTA, Lemontel Ltd	280 01, 280 22
Colombie	732	Ex : Emtelsa, Emcali	732 020, 732 099
Comores	654	HURI - SNPT	654 01
Congo	629	Celtel, Libertis Telecom	629 01, 629 10
Cook (îles)	548	Telecom Cook	548 01
Corée (Rép.)	450	Ex : KT Freetel, SK Telecom	450 02, 450 03
Costa Rica	712	Ex : Telefónica de Costa Rica TC, S.A. Virtualis	712 04, 712 20
Côte d'Ivoire	612	Ex : Loteny Telecom, Oricel Côte d'Ivoire	612 05, 612 06
Croatie	219	Ex : Tele2/Tele2 d.o.o. VIPnet/VIPnet d.o.o.	219 02, 219 10

Cuba	368	ETECSA	368 01
Curaçao	362	Ex : CT GSM, SETEL GSM	362 69, 362 91
Danemark	238	Ex : Hi3G Tele2	238 06, 238 77
Djibouti	638	Evatis	638 01
Dominicaine (Rép.)	370	Ex : Tricom S.A. CentennialDominicana	370 03, 370 04
Dominique	366	Cable & Wireless Dominica Ltd trading as Lime	366 110
Egypte	602	Ex : Vodafone, Etisalat	602 02, 602 03
Et Salvador	706	Ex : Digicel, S.A. de C.V. Telemóvil El Salvador, S.A.	706 02, 706 03
Emirats arabes unis	424	Etisalat	424 02
Equateur	740	Ex :Porta GSM, Telecsa S.A.	740 01, 740 02
Espagne	214	Ex : Lycamobile SL, Compatel Limited	214 25, 214 30
Estonie	248	Ex : RLE, Tele2	248 02, 248 03
Etats-Unis	310	AT&T, AWCC	310 070, 310 330
Ethiopie	636	ETH MTN	636 01
Falkland (iles) (Malvinas)	750	Touch	750 001
Fédération de Russie	250	Ex : ECC, Extel	250 20, 250 28
Féroé (iles)	288	Ex :Faroese Telecom - GSM Kall GSM	288 01, 288 02
Fidji	542	Ex : Vodafone (Fiji) Ltd Digicel (Fiji) Ltd	542 01, 542 02
Finlande	244	Ex : DNA Oy, DNA Oy	244 03, 244 04
France	208	Ex : Sisteer, S.F.R.	208 04, 208 09
France de l'Océan indien	647	Ex : Orange La Réunion Outremer Telecom	647 00, 647 02
Gabon	628	Ex : MOOV, CELTEL	628 02, 628 03
Gambie	607	Ex : Gamcel, Africell	607 01, 607 02
Géorgie	282	Ex : Mobitel Ltd. Silknet JSC	282 04, 282 05
Ghana	620	Ex : Spacefon, Mobitel	620 01, 620 03
Gibraltar	266	Ex : Gibtelecom GSM Eazi Telecom Limited	266 01, 266 09
Grèce	202	Ex : OTE, EDISY	202 03, 202 04
Grenade	352	Cable & Wireless Grenada ltd trading as lime	352 110
Groenland	290	Tele Greenland	290 01

Guadeloupe	340	Ex : Outremer Telecom, Dauphin Telecom	340 02, 340 08
Guatemala	704	Ex : Comunicaciones Celulares S.A. Telefónica Centroamérica Guatemala S.A.	704 02, 704 03
Guinée	611	Ex : Orange Guinée, Sotelgui	611 01, 611 02
Guinée équatoriale	627	Guinea Ecuatorial de Telecomunicaciones Sociedad Anónima (GETESA)	627 01
Guinée-Bissau	632	Ex : Guinétel S.A. Spacetel Guiné-Bissau S.A.	632 01, 632 02
Guyana	738	Ex : Guyana Telephone & Telegraph Company Limited (Cellink) Cel*Star (Guyana) Inc.	738 002, 738 01
Guyana française	340	Guyane Téléphone Mobile	340 11
Haïti	372	Ex : Comcel, Digicel	372 01, 372 02
Honduras	708	Ex : Megatel, Celtel	708 001, 708 002
Hong Kong, Chine	454	Ex : GSM900/HKCSL MVNO/CITIC	454 00, 454 01
Hongrie	216	Ex : Vodafone, UPC Hungary Ltd	216 70, 216 71
Inde	404	Ex : BSNL, Haryana MTNL, Delhi	404 34, 404 68
Indonésie	510	PSN, Satelindo	510 00, 510 01
Iran (République islamique)	432	Ex : Telecommunication Company of Iran (TCI), Telecommunication Kish Co. (KIFZO)	432 11 432 14
Iraq	418	Ex : Iraqtel, Itisaluna	418 49, 418 62
Irlande	272	Ex : Telefonica Ltd, Eircom	272 02, 272 07
Islande	274	Ex : IMC Islande ehf IceCell ehf	274 04, 274 07
Israël	425	Ex : Wataniya, Mirs Ltd	425 06, 425 07
Italie	222	Ex : Wind, Blu	222 88, 222 98
Jamaïque	338	Ex : Cable & Wireless Jamaica Ltd. Digicel (Jamaica) Ltd.	338 020, 338 050
Japon	440	Ex : Vodafone, Vodafone	440 44, 440 45
Jordanie	416	Ex : Fastlink, Xpress	416 01, 416 02
Kazakhstan	401	Kar-Tel llc	401 01, 401 02

		TSC Kazak Telecom	
Kenya	639	Safaricom Ltd. Kencell Communications Ltd.	639 02, 639 03
Kirghizistan	437	Bitel GSM	437 01
Koweït	419	Ex : ZAIN, Viva	419 02, 419 04
Lao (R.D.P)	457	Ex : ETL Mobile, Millicom	457 02, 457 08
Lesotho	651	Ex : Vodacom Lesotho (pty) Ltd. Econet Ezin-cel	651 01, 651 02
Lettonie	247	Ex : Rigatta, IZZI	247 06, 247 08
L'ex-République yougoslave macédoine	294	Ex : T-Mobile, Cosmofon	294 01, 294 02
Liban	415	Ex : Cellis, Libancell	415 35, 415 36
Liberia	618	Comium Liberia	618 04
Liechtenstein	295	Ex : Swisscom Schweiz AG, Cubic AG	295 01, 295 06
Lituanie	246	Ex : Bité GSM, Tele2	246 02, 246 03
Luxembourg	270	Ex : Tango, Voxmobile S.A.	270 77, 270 99
Macao, chine	455	Ex : Hutchison - Telefone (Macau) Limitada. SmarTone – Comunicações Mõveis, S.A.	455 05, 455 06
Madagascar	646	Ex : Orange Madagascar GSM, Telecom Malagasy Mobile GSM	646 02, 646 04
Malaisie	502	Ex : U Mobile Sdn. Bhd. Celcom (Malaysia) Berhad	502 18, 502 19
Malawi	650	Telekom Network Ltd. Celtel ltd.	650 01, 650 10
Maldives	472	DhiMobile	472 01
Mali	610	Malitel	610 01
Malte	278	Ex : Vodafone Malta, go mobile	278 01, 278 21
Maroc	604	Ex : Méditelécom (GSM) Ittissalat Al Maghrid	604 00, 604 01
Martinique	340	Martinique Téléphone Mobile	340 12
Maurice	617	Cellplus, Emtel	617 01, 617 10
Mauritanie	609	Ex : Mattel S.A. Chinguitel S.A.	609 01, 609 02
Mexique	334	Ex : OPERADORA UNEFON, S. A. DE C.V. NII DIGITAL, S. DE R.L. DE C.V.	334 080, 334 090

Micronésie	550	FSM Telecom	550 01
Moldova (république)	259	Ex : Moldcell GSM, Eventis Mobile GSM	259 02, 259 04
Mongolie	428	Mobicom	428 99
Monténégro	297	Ex : Crnogorski Telekom, Mtel Montenegro	297 02, 297 03
Montserrat	354	Cable & Wireless (West Indies) Ltd trading as Lime	354 860
Mozambique	643	Ex : Movitel, VM Sarl	643 03, 643 04
Myanmar	414	Myanmar Post and Telecommunication	414 01
Namibie	649	Ex : Telecom Namibia, Powercom Pty Ltd (leo)	649 02, 649 03
Nauru	542	Digicel (Fiji) Ltd	542 02
Népal	429	Nepal Telecommunications	429 01
Nicaragua	710	Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones, S.A. (ENITEL), Servicios de Comunicaciones, S.A. (SERCOM)	710 21, 710 73
Niger	614	Ex : Celtel, Telecel	614 02, 614 03
Niue	555	Telecom Niue	555 01
Nigeria	621	Ex : Globacom, EMTS	621 50, 621 60
Norvège	242	TDC AS, Com4 AS	242 08, 242 09
Nouvelle-Calédonie	546	OPT Mobilis	546 01
Nouvelle-Zélande	530	Ex : FX Networks Ltd Bluereach Limited	530 06, 530 07
Oman	422	Ex : Oman Qatari Telecommunications Company (Nawras), Oman Telecommunications Company (Omantel)	422 03, 422 04
Ouganda	641	Ex : Celtel Uganda, MTN Uganda Ltd.	641 01, 641 10
Ouzbékistan	434	Ex : Buztel, Uzmacom	434 01, 434 02
Pakistan	410	Ex : Mobilink, CMPak	410 01, 410 04
Palaos	552	Palau National Communications Corp. (a.k.a.PNCC)	552 01
Panama	714	Ex : Claro Panamá, S.A. Digicel (Panamá), S.A.	714 03, 714 04
Papouasie-Nouvelle- Guinée	537	Ex : Bmobile, Digicel Ltd	537 01, 537 03
Paraguay	744	Ex : Hóla Paraguay S.A.	744 01, 744 02

		Hutchison Telecom S.A.	
Pays-Bas	204	Ex : Tele2 Nederland B.V. Voiceworks B.V.	204 02, 204 03
Pérou	716	TIM Peru	716 10
Philippines	515	Ex : Islacom, Digitel	515 01, 515 05
Pologne	260	Ex : Play / P4 Sp. z o.o. Netia / Netia S.A.	260 06, 260 07
Polynésie française	547	Ex : Mara Telecom, Tikiphone	547 10, 547 20
Portugal	268	Ex : Optimus - Telecomunicações, S.A. Oniway - Inforcomunicações, S.A.	268 03, 268 05
Qatar	427	Ex : QATARNET Ooredoo Q.S.C./MOI LTE	427 01, 427 06
Rép.dém. du Congo	630	Ex : OASIS sprl, Africell RDC	630 89, 630 90
Rép. Tchèque	230	Ex : ASTELNET s.r.o Compatel s.r.o	230 07, 230 08
République arabe syrienne	417	Ex : Syriatel Spacetel Syria	417 01, 417 02
Roumanie	226	Ex : Cosmote, Orange	226 06, 226 10
Royaume-Uni	234	Ex : Tismi BV, O2 UK Ltd.	234 09, 234 10
Rwanda	635	Ex : MTN Rwandacell TIGO RWANDA LTD	635 10, 635 13
Sainte-Lucie	358	Cable & Wireless (St Lucia) Ltd trading as Lime	358 110
Saint-Kitts-et-Nevis	356	Cable & Wireless St Kitts & Nevis Ltd trading as Lime	356 110
Saint-Marin	292	Prima San Marino / San Marino Telecom	292 01
Saint-Vincent-et- Grenadines	308	St. Pierre-et-Miquelon Télécom	308 01
Salomon (îles)	540	Bemobile (BMobile (SI) Ltd)	540 02
Samoa	549	Ex : Telecom Samoa Cellular Ltd. GoMobile SamoaTel Ltd	549 01, 549 27
Sao Tomé-et-Principe	626	Companhia Santomese de Telecomunicações	626 01
Sénégal	608	Ex : Expresso Sénégal, CSU	608 03, 608 04
Serbie	220	Ex : Telenor d.o.o. Telekom Srbija a.d.	220 01, 220 03

Seychelles	633	Ex : Mediatech International Ltd. Telecom (Seychelles) Ltd.	633 02, 633 10
Sierra Leone	619	Ex : Celtel, Millicom	619 01, 619 02
Singapour	525	Ex : MobileOne, Starhub	525 03, 525 05
Slovaquie	231	Ex : Eurotel, UMTS Orange, UMTS	231 04, 231 05
Slovénie	293	Ex : SI Mobil, Mobitel	293 40, 293 41
Soudan	634	Ex : SD Mobitel, Areeba-Sudan	634 01, 634 02
Sri Lanka	413	MTN Network Ltd. Celtel Lanka Ltd.	413 02, 413 03
Sud Soudan	659	Ex : Vivacel/NOW, Gemtel	659 95, 659 97
Sud-Africaine (Rép.)		Ex : Telkom SA Ltd, Sasol (Pty) Ltd	655 02, 655 04
Suède	240	Ex : iMEZ AB, EuTel AB	240 20, 240 22
Suisse	228	Ex : Comfone AG, SBB AG	228 05, 228 06

Suriname	746	Ex : Telesur, Digicel	746 02, 746 03
Swaziland	653	SPTC, Swazi MTN	653 01, 653 10
Tadjikistan	436	Ex : CJSC Indigo Tadjikistan TT mobile	436 02, 436 03
Tanzanie	640	Ex : MIC (T) Ltd. Zantel	640 02, 640 03
Tchad	622	Celtel, Tchad Mobile	622 01, 622 02
Thaïlande	520	Ex : CAT CDMA, AIS GSM	520 00, 520 01
Timor-Leste	514	Ex : Telin Timor-Leste Timor Telecom	514 01, 514 02
Togo	615	Togo Telecom	615 01
Tonga	539	Ex : Digicel, Digicel (Tonga) Ltd	539 43, 539 88
Trinité-et-Tobago	374	Ex : TSTT Mobile, LaqTel Ltd.	374 12, 374 140
Tunisie	605	Ex : Tunisie Telecom Orascom Telecom	605 02, 605 03
Turkménistan	438	Barash Communication Technologies (BCTI) TM- Cell	438 01, 438 02
Turks et Caïcos (îles)	376	Ex : Cable & Wireless (TCI) Ltd trading as Lime Island Com Communications Ltd.	376 350, 376 352
Turquie	286	Ex : Aria, Aycell	286 03, 286 04
Tuvalu	553	Tuvalu Telecommunications Corporation	553 01
Ukraine	255	Ex : Astelit Ukrtelecom	255 06, 255 07
Uruguay	748	Ex : Ancel, Movistar	748 03, 748 07
Vanuatu	541	Ex : SMILE, WANTOK	541 01, 541 07
Venezuela (République bolivarienne)	734	Ex : Corporación Digitel Telcel, C.A.	734 02, 734 04
Vierges britanniques (îles)	348	Ex : Caribbean Cellular Telephone Ltd. Digicel (BVI) Ltd	348 570, 348 770
Viet Nam	452	Ex : Mobifone, Vinaphone	452 01, 452 02
Yémen	421	Ex : Spacotel Yemen, Y- Telecom	421 02, 421 04
Zambie	645	Ex : Celtel Zambia Ltd. Telecel Zambia Ltd.	645 01, 645 02
Zimbabwe	648	Ex : Net One, Telecel	648 01, 648 03

Annexe 1 : Les caractéristiques de système de
Navigation par satellite NAVSTAR GPS

La désignation NAVSTAR GPS signifie :
« **NAV**igation **S**atellite **T**iming **A**nd **R**anging
Global **P**ositioning **S**ystem ».



Inconvénients : avec seulement 6 satellites, le positionnement n'était pas possible n'importe où sur le globe terrestre 24 heures sur 24 heures, dans certains cas il fallait jusqu'à 24 heures pour obtenir une position. Pour pallier ces inconvénients, les militaires américains se mettent à réfléchir à un système plus efficace qui permettrait de connaître sa position, sa vitesse et le temps de manière très précise, 24h sur 24h et ce, en tous points du globe. Ces Recherches donnèrent naissance au système GPS actuel de son véritable nom NAVSTAR GPS. Le premier satellite GPS prototype fut lancé en 1978 et le système fut déclaré opérationnel en 1995 avec 24 satellites en orbite. Le GPS offrait deux services, le premier appelé « service précis »

accessible aux seules forces armées américaines (et à leurs alliés) et le second appelé « service standard ou service ouvert » aux performances dégradées accessible à tous utilisateurs civils sans restriction.

L'URSS était loin d'imaginer en lançant le satellite Spoutnik en 1957 qu'elle donnerait aux USA l'idée du GPS. En effet, le Département de la Défense (DOD) américain s'est aperçu qu'à partir des mesures de l'effet doppler des signaux émis par Spoutnik, on pouvait se localiser sur terre pour peu que l'on connaisse les paramètres orbitaux du satellite.

Fort de cette découverte, les USA initient, en 1958, le premier programme de navigation par satellite TRANSIT. Ce système opérationnel en 1964 utilisait l'effet doppler et permettait de se positionner avec une précision de 200 à 500 mètres, mais avait plusieurs inconvénients : avec

Seulement 6 satellites, le positionnement n'était pas possible n'importe où sur le globe terrestre 24 heures sur 24, dans certains cas il fallait jusqu'à 24 heures pour obtenir une position. Pour pallier ces inconvénients, les militaires américains se mettent à réfléchir à un système plus efficace qui permettrait de connaître sa position, sa vitesse et le temps de manière très précise, 24h sur 24h et ce, en tous points du globe. Ces recherches

donnèrent naissance au système GPS actuel de son véritable nom NAVSTAR GPS (acronyme de NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System). Le premier satellite GPS prototype fut lancé en 1978 et le système fut déclaré opérationnel en 1995 avec 24 satellites en orbite. Le GPS offrait deux services, le premier appelé « service précis » accessible aux seules forces armées américaines (et à leur alliés) et le second appelé « service standard ou service ouvert » aux performances dégradées accessible à tous utilisateurs civils sans restriction.

Le GPS aujourd'hui est toujours opérationnel avec environ 30 satellites en orbite en 2011. Une nouvelle génération de satellites est en cours de définition (block III) en vue d'améliorer encore les performances du système.

Annexe 2 :
Les trois lois de Kepler.

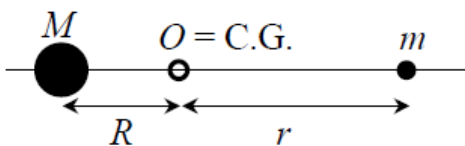
Johannes Kepler (1571-1630), publie en 1596 son premier ouvrage, « *Mysterium Cosmographicum* ». Treize années plus tard, en 1609, il publie « *Astronomia Nova* », dans lequel il énonce ses trois lois, appelées maintenant « les trois lois de Kepler ».

1. La première loi de Kepler dit que les planètes tournent autour du soleil en suivant des trajectoires elliptiques et que le soleil est placé à l'un des foyers, de cette ellipse.

L'énoncé n'est pas entièrement correct, car le soleil n'est pas placé à l'un des foyers, mais théoriquement c'est le centre de gravité des deux astres, soleil et planète concernée. Pratiquement, ce centre de gravité est à l'intérieur du soleil car il est beaucoup plus massif que les planètes. D'autres parts, le soleil est perturbé principalement par Jupiter pour les autres planètes, le centre du soleil peut pratiquement être pris comme foyer de l'ellipse.

Montrons la première loi de Kepler

Premièrement, l'origine O sera placée au centre de masse du soleil de masse M et de la planète de masse m .



Notons r la distance entre le centre de gravité O et la planète de masse m

Notons R la distance entre le centre de gravité O et le soleil de masse M . les deux astres sont disposés sur une droite passant par O , un de chaque côté de O .

En conséquence : $m \cdot r = M \cdot R$. donc

$$R = \frac{m}{M} \cdot r$$

Donc :

$$R + r = \left(\frac{m}{M} + 1 \right) \cdot r.$$

La loi de la gravitation universelle dit que la force d'attraction des planètes est :

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{(R+r)^2} = G \cdot \frac{M \cdot m}{(\alpha \cdot r)^2}, \text{ où } \alpha = \left(\frac{m}{M} + 1 \right).$$

Par intégration on obtient l'énergie potentielle de la planète :

$$E_{pot}(r) = \int_{\infty}^r F \cdot dr = \int_{\infty}^r G \cdot \frac{M \cdot m}{\alpha^2 \cdot r^2} \cdot dr = G \cdot \frac{M \cdot m}{\alpha^2} \cdot \int_{\infty}^r \frac{1}{r^2} \cdot dr$$

$$E_{pot}(r) = G \cdot \frac{M \cdot m}{\alpha^2} \cdot \left[-\frac{1}{r} \right]_{\infty}^r = -G \cdot \frac{M \cdot m}{\alpha^2 \cdot r}$$

Donc

$$E_{pot}(r) = -G \cdot \frac{M \cdot m}{\alpha^2 \cdot r}$$

L'énergie cinétique de la planète est :

$$E_{cin}(v) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

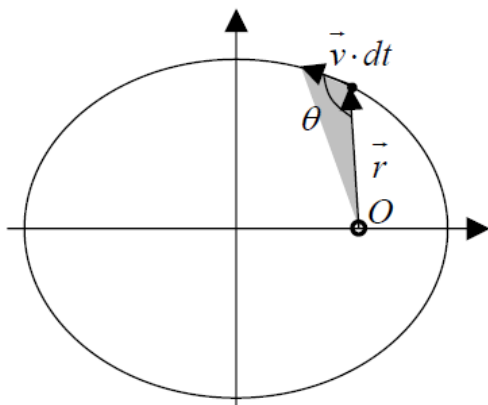
Le principe de conservation d'énergie permet d'établir :

$$E_{pot} + E_{cin} = E_{méc} = \text{constante}$$

Dans le cas de trajectoire elliptique, l'énergie mécanique est négative. Le premier résultat important est :

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - G \cdot \frac{M \cdot m}{\alpha^2 \cdot r} = -|E_{méc}| = \text{constante} < 0$$

2. La loi des aires, c'est la deuxième de Kepler
Le vecteur \vec{r} balaie des aires égales pendant des intervalles de temps égaux.



Ce résultat est immédiat, si on sait que :

1/ l'aire du triangle formé par \vec{r} et \vec{v} est égale

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{\|\vec{L}\|}{m}$$

Où \vec{L} = le moment cinétique relativement à

O, $\vec{L} = m \cdot \vec{r} \times \vec{v}$ (\times = produit vectorielle)

2/ $\vec{L} = \text{constante}$.

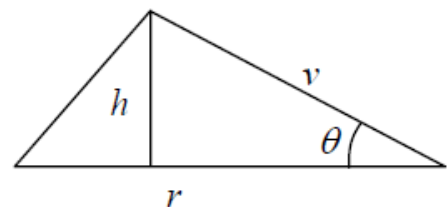
3/ l'aire d'un triangle est

$$\text{Aire} = \frac{1}{2} \cdot r \cdot v \cdot \sin(\theta), \text{ où}$$

r = la longueur d'un côté ;

v = la longueur d'un autre côté ; θ = l'angle entre les deux côtés

3



$$\text{Aire} = \frac{1}{2} \cdot r \cdot h = \frac{1}{2} \cdot r \cdot v \cdot \underbrace{\sin(\theta)}_{=h}$$

3. La troisième loi de Kepler

$\frac{a^3}{T^3} = \text{constante}$, plus précisément :

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{G \cdot M}{4 \cdot \pi^2 \cdot \alpha^2}$$

Où a = le grand axe de l'ellipse.

T = la période = le temps mis par la planète
pour faire un tour complet autour du soleil.

*Références
bibliographiques*

- [1] : A. KAZI AOUEL, Y. IMINE, H. HEDDI, M. KADDOUR, « Développement d'une application mobile sous Android (jeu éducatif : des chiffres et des lettres), université d'Abou bakr Belkaid-Tlemcen, 2014, Algérie.
- [2] : A.MAALI, thèse de doctorat en électronique, « localisation via les signaux ultra wideband (UWB) », école militaire polytechnique, Alger, octobre 2011, Algérie.
- [3] : A. MALTI, M. MESSAOUD, « conception et développement d'une application Android Géolocalisation des médecins conventionnés », université d'Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, 2014, Algérie.
- [4] : B.CHARROUX, A.OSMANI, Y.THIERRY-MIEG, EFRIE (école d'ingénieur), université Paris XIII, université Paris VI, « UML 2, synthèse de cours & exercices corrigés, Dearson Education France, 2009, France.
- [5] : C. SAAD, thèse de doctorat en Informatique, « quelques contributions dans les réseaux de capteurs sans fil : localisation et routage », université d'Avignon et des pays de Vaucluse », 2009. France.
- [6] : D.RODRIGUEZ, « Tutoriel Android-TP de prise en main », école d'ingénieur Paris Sud. France, 2011.
- [7] : European Geostationary Navigation Overlay Service, « guide EGNOS, à l'usage des développeurs d'applications », Edition 2.0, 15-12-2011, union.
- [8] : F. ESPIAU, « Créez des applications pour Android », OPENCLASSROOMS, 2013, France.
- [9] : F. LASSABE, thèse de doctorat en Informatique, Automatique et productique, « géolocalisation et prédiction dans les réseaux Wi-Fi en intérieur », université de France-Comté-Besançon, avril 2009, France.
- [10] : G. PICARD, « Programmation sous Android », école nationale supérieure des mines, 2012, France.
- [11] : G. WASSI, mémoire de M.Sc, « radiolocalisation en milieu confiné non stationnaire », université Laval, Québec, 2005, Canada.
- [12] : H.ZOULGAMI, mémoire d'ingénieur d'état en système électroniques et télécommunication, « conception et développement d'une application paramétrable et configurable pour la collecte des données géolocalisées », université Sidi Mohamed ben Abdellah, Tlemcen, Algérie, 2011.

- [13] : K.MRABET, N.TRABELSI, rapport de projet de VAP RSM, « application de messagerie simple sur Android », université de paris sud, 2011, France.
- [14] : Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, centre d'études techniques maritimes et fluviales, département ports maritimes et voies navigables, Aout 2008, France.
- [15] : N. DJENANE, D.BELKACEMI, mémoire de master en Informatique,
- [16] : N.HADDAD, D.BAKKOCHE, université Mouloud MAMMARI, « analyse, conception et réalisation d'un site web dynamique pour gérer les réservations de chambre d'hôtel », 2011/2012, Tizi-Ouzou, Algérie.
- [17] : N.SEGHIER, thèse de magistère en électronique, « localisation d'un mobile dans un réseau UMTS », université des sciences de la technologie Mohamed BOUDIAF, Oran, 2013, Algérie.
- [18] : O.ARONDEL, T.POUPARDIN, école supérieure d'ingénieurs (ESIGELEC), « système de positionnement (GALILEO /GLONASS), 2009, France.
- [19] : Pêches et océans, garde côtière, « introduction au GPS et DGPS », 2000, CANADA.
- [20] : S.PERUCHON, « Android guide de développement d'application pour smartphone et tablettes », éditions ENI collection expert IT, p 19, Juillet 2011, France.
- [21] : T.MAKASI, M.JALO, « application smartphone programmation sur Android », université Sidi Mohamed ben Abdellah, Tlemcen, Algérie, 2014.
- [22] : V. RENAUDIN, B. MERMINOD, M. KASSER, « technique de localisation », 2007, école polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, école nationale des sciences géographique, Marne-La-Vallée.
- [23] : <http://fr.wikipedia.org/wiki/géolocalisation>.

www.Android.com : utiliser pour télécharger le SDK Android.

www.Android-France.fr

www.codesource.com

www.pointgphone.com

www.eclipse.org : utiliser pour télécharger l'IDE Eclipse.

www.developer.Android.com

www.source.Android.com

www.Openhandsetaliance.com

<http://source.Android.com>

www.universimedia.pagesperso-orange.fr : utilisé pour récupérer les coordonnées géographiques des établissements.

www.zdnet.fr : utilisé pour les derniers chiffres du marché mondial des smartphones et des mobiles.

<http://code.google.com/itl/fr/android/maps-api-signup.html> : utilisé pour récupérer la clé qui permet l'utilisation de Google maps.

Le dictionnaire Jargon Informatique : utiliser pour les définitions des acronymes (lexique).

La version utilisée est la version 1.3.6, Auteur : Achraf CHERTI.