

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI OUZOU



Faculté de Génie Electrique et de l'Informatique
Département d'Informatique



MEMOIRE

DE FIN D'ETUDES
En vue de l'obtention du Diplôme de
Master en Informatique

Spécialité : Systèmes Informatiques

Thème

*Localisation Des Mobiles en Utilisant
Les Règles d'Association*

Proposé et dirigé par :

Mr : DAOUI Mehammed

Réalisé par :

M^{elle} : LIANI Lila

Promotion:2010/2011

Remerciement

Je tiens d'abord à remercier le bon Dieu de m'avoir donné la santé, le courage et la volonté pour réaliser ce modeste travail de mémoire.

Je teins aussi à remercier Mr. DAOUI Mehammed qui m'a proposé ce thème et m'a dirigé tout au long de mon travail.

Mes vifs remerciements vont également à chaque membre du département d'Informatique.

Je tiens aussi à remercier mr. Djaber madjid, Mr. Laga arezki.

Enfin, mes remerciements vont à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de mon mémoire.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

-  *Mes parents*
-  *Mes grands-parents*
-  *Mes chers sœurs Katia et Meliza et mon frère
Belaid*
-  *Mes tantes*
-  *Mes oncles*
-  *Mes amis*
-  *A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.*

lila



Résumé

Les réseaux mobiles de 3ème génération permettent aux utilisateurs une mobilité plus étendue et plus souple. Ces utilisateurs peuvent se déplacer tout en exécutant des applications multimédias et temps réel sur leurs mobiles. Toutefois, plusieurs problèmes sont à résoudre. Parmi eux nous citons : la localisation, les déconnexions fréquentes et la gestion des ressources.

La prédiction des emplacements peut jouer un grand rôle dans la gestion de la mobilité. Par exemple, la connaissance de la position d'un mobile par le système à un moment donné, lui permettra un gain de temps lors de sa recherche (le paging). En effet, le nombre de cellules à pager deviendra limité donc il sera plus facile au réseau de le trouver et de lui acheminer les appels et les données.

Nous présentons dans ce mémoire une solution de prédiction de localisations des utilisateurs basée sur le datamining, plus précisément les règles d'association.

La solution proposée repose sur l'utilisation d'un trace de déplacements d'un mobile du quel on tire ses habitudes de déplacements et on les transforme en règles d'associations qui seront utilisées en parallèles avec les trois dernières positions du mobile. Ces dernières seront utilisées pour voir les dernières cellules que le mobile a traversées et extraire la zone de paging à travers les règles d'association.

Les simulations réalisées en utilisant un modèle de mobilité réaliste montrent que notre solution peut localiser correctement à 73 % les positions des mobiles.

Mots clés : réseau mobile, mobilité, prédiction, datamining, QoS.



Sommaire

Sommaire

Introduction générale	01
------------------------------------	----

Chapitre 1	Les réseaux mobiles
-------------------	----------------------------

Introduction.....	03
1.1 Architectures des réseaux sans fil.....	03
1.1.1 Réseaux sans fil à point d'accès.....	03
1.1.2. Réseaux sans-fil Ad hoc.....	04
1.2 Le concept cellulaire.....	05
1.2.1 Générations des réseaux mobiles.....	09
1.3 Le réseau GSM.....	10
1.3.1 Le BSS (Base Station System).....	11
1.3.2. NSS.....	12
1.3.3 L'OSS -Opération and Support System.....	15
1.4 Le réseau GPRS.....	15
1.5 Le réseau UMTS.....	16
Conclusion.....	17

Chapitre 2	Les techniques de localisation
-------------------	---------------------------------------

Introduction.....	18
2.1 Gestion de localisation.....	18
2.2. Mise à jour de la localisation (Location Update).....	19
2.2.1. Schéma de mise à jour statique.....	19
2.2.1.1. Always update vs. never update.....	19
2.2.1.2. Schéma basé sur les cellules de notification.....	20
2.2.1.3. Schéma basé sur les zones de localisations (Location Area).....	21
2.2.2. Schéma de mise à jour dynamique.....	22
2.2.2.1. Schéma de mise à jour basé sur le mouvement.....	22
2.2.2.2. Schéma de mise à jour basé sur la distance parcourue.....	23
2.2.2.3. Schéma de mise à jour basé sur le temps.....	24
2.2.2.4. Schéma de mise à jour basé sur le profile de mobilité.....	25

2.3. Découverte de la localisation (paging).....	25
2.3.1. Cycle de paging.....	27
2.3.2. Stratégies de paging.....	27
2.3.2.1. Paging de couverture.....	27
2.3.2.2. Paging séquentiel.....	27
2.3.2.3. Paging intelligent.....	28
2.3.2.4. Paging individuel.....	28
2.3.2.5. La plus courte distance en premier.....	29
Conclusion.....	29

Chapitre 3

Le Datamining

Introduction.....	30
3.1 Définition.....	30
3.2. Tâches et techniques du datamining.....	32
3.2.1. Classification	32
3.2.2. L'estimation.....	32
3.2.3. La segmentation.....	32
3.2.4. Séries chronologiques.....	33
3.2.4. Les règles d'association.....	33
3.2.5.1 Formalisme des règles d'associations.....	33
3.2.5.2 Apriori.....	34
3.2.5.3. Exemple illustratif.....	38
Conclusion.....	41

Chapitre 4

Présentation de notre solution de prédiction

Introduction.....	42
4.1 Motivation.....	42
4.2 Historisation des mouvements.....	43
4.3 Principe de prédiction.....	43
4.4 Avantages de la solution.....	45
4.5 Localisation de mobiles.....	45
Conclusion.....	46

Chapitre 5

Implémentation et Simulation

Introduction.....	47
5.1 Modèles de mobilité.....	47

5.1.1	Modèle markovien.....	47
5.1.2	Modèle aléatoire.....	48
5.1.3	Modèles collectifs.....	48
5.1.4	Modèles individuels.....	48
5.1.5	Modèle d'activité.....	48
5.2	Le simulateur de mouvement.....	49
5.3	Simulation de notre solution.....	53
5.4	Evaluation de l'algorithme de prédiction.....	55
5.4.1.	Effet du paramètre C sur le taux de localisation réussi en utilisant les règles d'associations d'ordre 1.....	56
5.4.2.	Effet du paramètre C sur le taux de localisation réussi en utilisant les règles d'associations d'ordre 2.....	57
5.4.3.	Effet du paramètre C sur le taux de localisation réussi en utilisant les règles d'associations d'ordre 3.....	58
5.4.4.	Effet du paramètre C sur le taux global de localisation réussi en fonction de la confiance C.....	5
	Conclusion.....	60
	Conclusion générale.....	61

Liste des figures

- Figure 1.1 : Architecture d'un Réseaux sans-fil Ad hoc
- Figure 1.2 : Architecture d'un réseau sans-fil a point d'accès
- Figure 1.3 : Décomposition du territoire en cellule
- Figure 1.4 : Exemple de motif de cellules
- Figure 1.5 : Structure hiérarchique des cellules
- Figure 1.6 : Structure d'un réseau GSM
- Figure 1.7 : étapes de mise-à-jour de HLR et du VLR
- Figure 1.8 : Architecture d'un réseau GPRS
- Figure 2.1 : Centre de notification (Reporting cell)
- Figure 2.2 : Regroupement de cellules en zones de localisation (exp : 4 LA)
- Figure 2.3 : Effet Ping Pong
- Figure 2.4 : Mise à jour basée sur le nombre de mouvement effectué
- Figure 2.5 : Mise à jour basée sur la distance parcourue
- Figure 2.6 : Mise à jour basée sur le temps
- Figure 2.7 : Le Paging
- Figure 2.8 : Paging Area
- Figure 2.9 : paging statique vs paging adaptatif
- Figure 3.1 : Processus du KDD
- Figure 3.2 : Algorithme Apriori : génération des itemsets fréquents
- Figure 3.3 : Algorithme Apriori : génération des règles d'association
- Figure 3.4 : Représentations possibles de la table des transactions
- Figure 3.5 : Génération des itemsets fréquents
- Figure 3.6 : Génération des règles d'association
- Figure 4.1 : Structure d'une ligne d'historique
- Figure 5.1 : Principe du modèle de mobilité aléatoire
- Figure 5.2 : Matrice de transition d'activité
- Figure 5.3 : Matrice des durées
- Figure 5.4 : Répartition en cellules et leurs chemins
- Figure 5.5 : Fonctionnement du simulateur de mouvements
- Figure 5.6 : Aperçu du fichier trace

Figure 5.7 : Variation du taux de prédiction en utilisant les règles d'ordre 1 en fonction du paramètre C

Figure 5.8 : Variation du taux de prédiction en utilisant les règles d'ordre 1 en fonction du paramètre C

Figure 5.9 : Variation du taux de prédiction en utilisant les règles d'ordre 1 en fonction du paramètre C

Figure 5.10 : Variation du taux globale de localisation réussi en fonction du paramètre C

Liste des acronymes

AUC	Authentication Center
AMPS	Advanced Mobile Phone Service
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station System
BTS	Base Transceiver Station
CDMA	Code-Division Multiple Access
CN	Core Network
D-AMPS	Digital AMPS
DIP	Dynamic Individual Paging
EIR	Equipment Identity Register
FDMA	Frequency Division Multiple Access
GMSC	Gateway Mobile Switching Center
GGSN	Gateway GPRS Node
GPRS	General Packet Radio System
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile communications
HLR	Home Location Register
IMEI	International Mobile Equipment Identity
IMT	International Mobile Telecommunications
IN	Intelligent Network
IP	Internet Protocol
KDD	Knowledge Discovery in Data base
KNN	K Nearest Neighbor
LA	Location Area
LU	Location Update
ME	Mobile Equipment
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Switch Center
NSS	Network Sub system

OSS	Operation and Support System
PA	Paging Area
PLMN	Public Land Mobile Network
RNC	Radio Network Controller
RNS	Radio Network Sub-system
RTC	Réseau téléphonique commuté
SB	Station de Base
SIM	Sub-scriber Identifier Module
SIP	Static Individual Paging
SGSN	Serving GPRS Support Node
TACS	Total Access Communications System
TDD	Time-Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
TLA	Two Location Area
TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identity
TrLA	Three Location Area
UIT	Union International des Telecommunications
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USIM	Universal Subscriber identity Module
UTRA	UMTS Terrestrial Radio Access
UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network
VLR	Visitor location Register
WLAN	Wireless Local Area Network
WMAN	Wireless Metropolitan Area Network
WPAN	Wireless Personnel Area Network
WCDMA	Wideband CDMA



***Introduction
Générale***

Introduction générale

Le succès accompli par les réseaux filaires d'un coté et la volonté des usagers de s'affranchir des limites du filaire ainsi que leurs désirs de plus de liberté de l'autre ont considérablement encouragés le développement d'un autre type de réseaux. C'est les réseaux mobiles.

Les réseaux mobiles sont des réseaux qui offrent des avantages remarquables évitant les contraintes du câblage en premier lieu et assurant aux utilisateurs un environnement plus souple. En effet, les usagers restent connectés et joignables tout en se déplaçant dans la zone géographique impartie.

Le réseau GSM est l'un des réseaux cellulaires les plus répandus. Néanmoins, les systèmes dits de 3ème génération (3G) et de 4ème génération (4G) sont de plus en plus sollicités et utilisés.

Contrairement au GSM, les réseaux 3G permettent des transmissions à haut débit des données tout en permettant l'intégration du multimédia dans les applications du mobile tels que : les jeux interactifs, la visiophonie, la téléphonie IP. Cette dernière application est possible grâce à l'intégration des technologies IP dans ces systèmes.

Ces nouvelles applications souvent en temps réel exigent la garantie d'une qualité de service (QoS). Autrement dit, le réseau doit garantir le bon acheminement des données (parole, image, texte, vidéo,...etc.) vers le mobile sans retard, discontinuité ou interruption brusque qui se produisent lors du déplacement du mobile, en particulier lors de la recherche d'un mobile pour lui transmettre un appel entrant ou lors du passage d'une cellule à une autre (handoff).

La prédiction de mobilité peut améliorer la QoS en intervenant dans plusieurs fonctions de la gestion de la mobilité telle que la localisation des mobiles dans le réseau. Si le réseau peut connaître à l'avance l'itinéraire que va suivre un mobile au cours de son déplacement, il pourra le chercher dans un nombre réduit de cellules, réduisant ainsi le nombre de messages de paging et le temps de recherche.

Objectif visé

Notre objectif par ce travail est de mettre en place une stratégie de localisation dans le contexte d'un réseau 3G.

Notre stratégie est basée sur la prédiction des zones de localisation où les mobiles pourront se trouver.

Les déplacements des mobiles (usagers) sont souvent engendrés par des besoins socio-économiques et sont régis par la topographie des routes et infrastructures couvertes par les différentes cellules composant la zone de localisation tels que : écoles, usines, supermarché, autoroute...etc. Les déplacements liés aux besoins socio-économiques sont assez habituels, et par conséquent, présentent un aspect régulier.

Le datamining offre plusieurs outils et de techniques permettant l'aide à la décision. Ce domaine initialement réservé au marketing et gestion des marchés, est de plus en plus utilisé et exploité dans différents domaines notamment celui de la télécommunication.

Le datamining, par sa technique de règles d'association, nous permet d'extraire des règles qui associent les cellules du réseau entre elles pour former des zones de localisation spécifiques pour chaque utilisateur en fonction de leurs habitudes de déplacements. Ces règles sont extraites à partir d'une trace de déplacements d'une longue période.

Organisation du mémoire

Notre travail est organisé en cinq (5) chapitres décrits dans ce qui suit :

Le chapitre 1 intitulé « les réseaux mobiles » est consacré à la présentation des réseaux mobiles, de leurs éléments de base et mettre l'accent sur le concept cellulaire qui est une caractéristique de ce type de réseaux.

Dans le chapitre 2 « Techniques de localisation », les principes de base de la localisation des utilisateurs sont décrits, nous présentons également des stratégies et schémas de gestion de localisation.

Dans le troisième chapitre « Datamining », la notion de datamining est introduite ainsi que la présentation de ses différentes techniques et porter des détails sur les règles d'association et l'algorithme Apriori.

Les chapitres 4 et 5 sont consacrés à notre contribution. Le chapitre 4 présente notre algorithme de prédiction. Le chapitre 5 quand à lui est consacré à l'évaluation de notre solution, ainsi qu'à la présentation des résultats de simulations commentés.



Chapitre 1
Les réseaux mobiles

1 Les réseaux mobiles

Introduction

Les réseaux de communication sont apparus depuis déjà très longtemps, véhiculant de l'information d'une source vers une destination. Ces réseaux sont en continuel développement en raison de leurs importances dans tous les domaines. Si la téléphonie mobile se banalise aujourd'hui, on le doit à la conjonction de l'avènement du numérique, à l'accroissement des performances des semi conducteurs et aux différentes avancées technologiques. Au début la communication est entièrement consacrée à la parole. Après, les réseaux ont évolué pour transporter d'autres types d'information telle que les données informatiques ou la vidéo. Jusqu'au début des années 90, aucun de ces réseaux ne pouvait offrir des mécanismes efficaces de communication sans fil ou mobile. La plupart des expériences entreprises ont conduits à des systèmes faibles offrant peu d'autonomie.

Actuellement, nous sommes dans l'air des troisième et quatrième générations avec leurs applications multimédias et temps réel.

Ce premier chapitre est consacré à la présentation des réseaux mobiles avec leurs différentes générations.

1.1 Architectures des réseaux sans fil

On distingue deux architectures principales, selon les différents éléments du réseau et la façon dont ceux-ci réagissent entre eux.

1.1.1. Réseaux sans-fil Ad hoc (MANET: Mobile Ad Hoc Networking)

Ces réseaux sont caractérisés par l'absence de sites fixes, et donc de stations de bases. Ils sont constitués d'un ensemble autonome de nœuds, Chaque nœud est muni d'un moyen de communication sans-fil et est capable de router les paquets lui arrivant. Les nœuds se déplacent de manière libre et aléatoire dans un territoire quelconque et communiquent entre eux de façon directe en utilisant leurs interface de communication voir (Figure 1.1). [2]

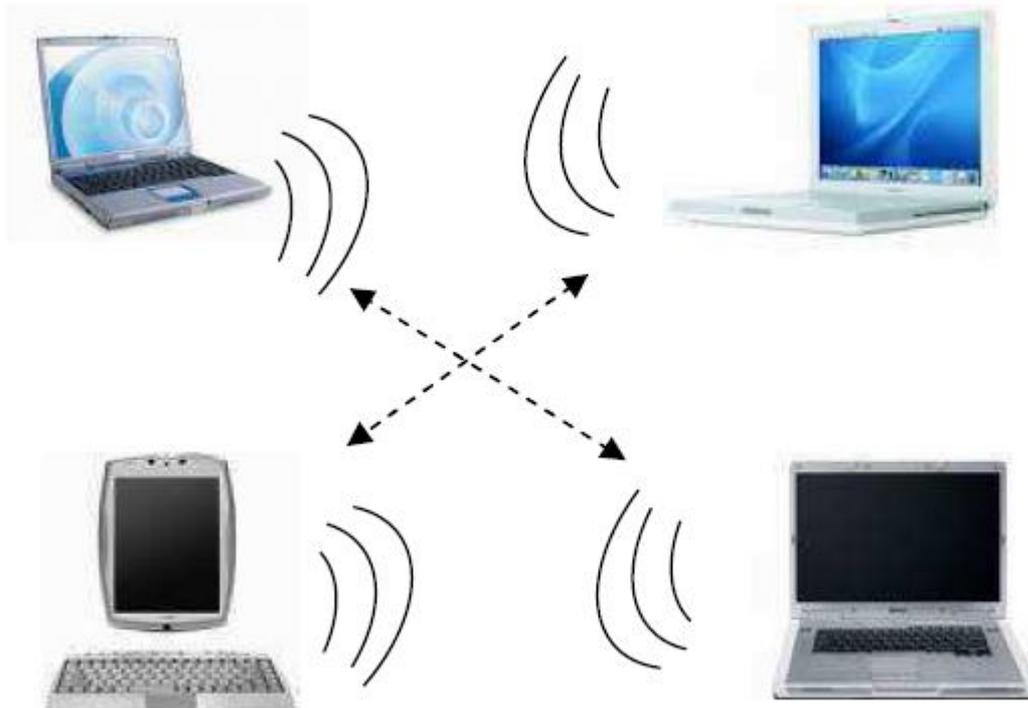


Figure 1 .1 : Architecture d'un Réseaux sans-fil Ad hoc

1.1.2 Réseaux sans fil à point d'accès

Dans un réseau sans-fil à point d'accès (voir figure1.2), on peut distinguer deux sortes d'entités : les stations fixes et les terminaux portables. Les stations fixes sont inter-connectées entre elles à l'aide d'un réseau classique de communication filaire. Certaines de ces stations sont appelées stations de base et jouent le rôle d'infrastructure de communication pour les réseaux sans-fil. Elles possèdent des interfaces de communication sans-fil qui leurs permettent de communiquer avec les terminaux portables se trouvant à portée de communication (la cellule). [5]

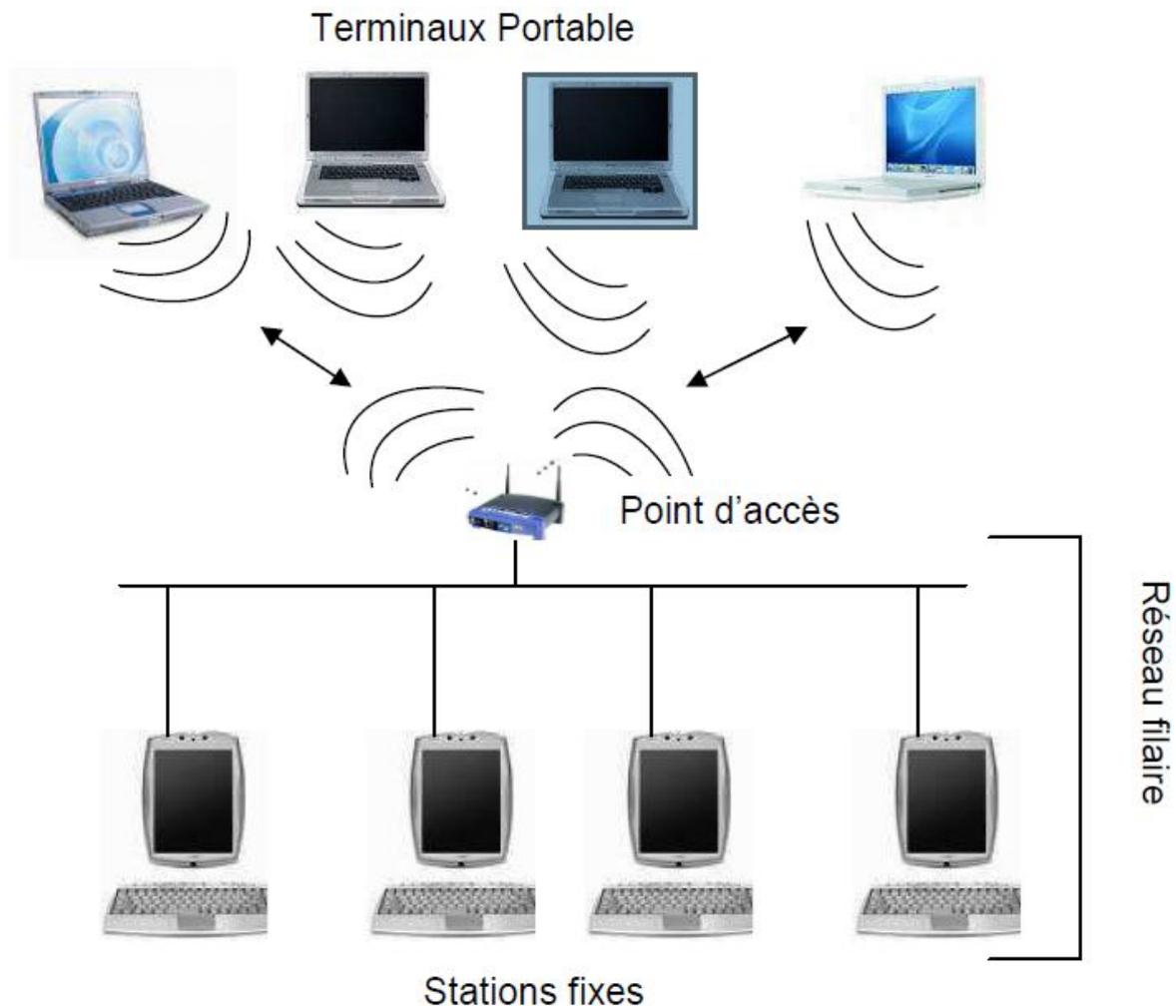


Figure 1.2 : Architecture d'un réseau sans-fil a point d'accès

1.2 Le concept cellulaire [3] [6]

Les réseaux de première génération possédaient des cellules de grande taille (50 [km] de rayon) au centre desquelles se situait une station de base (antenne d'émission). Au tout début, ce système allouait une bande de fréquences de manière statique à chaque utilisateur qui se trouvait dans la cellule qu'il en ait besoin ou non. Ce système ne permettait donc de fournir un service qu'à un nombre d'utilisateurs égal au nombre de bandes de fréquences disponibles. La première amélioration consista à allouer un canal à un utilisateur uniquement à partir du moment où celui-ci en avait besoin permettant ainsi d'augmenter statistiquement le nombre d'abonnés, étant entendu que tout le monde ne téléphone pas en même temps. Mais ce système nécessitait toujours des stations mobiles de puissance d'émission importante et donc des appareils mobiles de taille et de poids conséquents. De plus, afin d'éviter les interférences,

deux cellules adjacentes ne peuvent pas utiliser les mêmes fréquences. Cette organisation du réseau utilise donc le spectre fréquentiel d'une manière sous-optimale. C'est pour résoudre ces différents problèmes qu'est apparu le concept de cellule. Le principe de ce système est de diviser le territoire en de petites zones, appelées cellules, et de partager les fréquences radio entre celles-ci. Ainsi, chaque cellule est constituée d'une station de base (reliée au Réseau Téléphonique Commuté, RTC) à laquelle on associe un certain nombre de canaux de fréquences à bande étroite, sommairement nommés fréquences. Comme précédemment, ces fréquences ne peuvent pas être utilisées dans les cellules adjacentes afin d'éviter les interférences. Ainsi, on définit des motifs, aussi appelés clusters, constitués de plusieurs cellules, dans lesquels chaque fréquence est utilisée une seule fois. La figure montre un tel motif, en guise d'exemple.

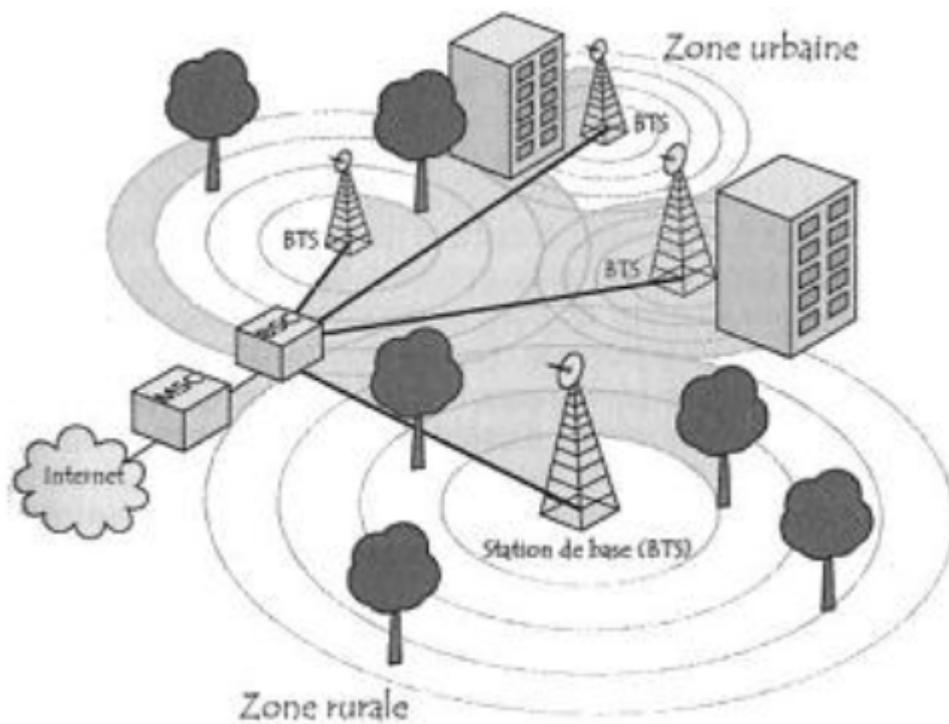


Figure 1.3 : Décomposition du territoire en cellules

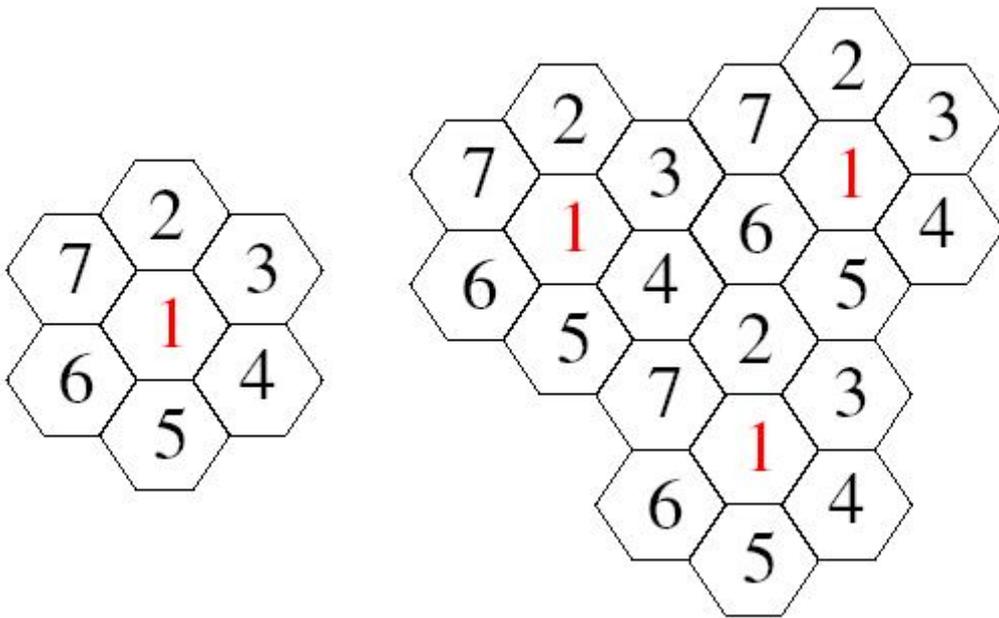


Figure 1.4 : Exemple de motif de cellules

Graphiquement, on représente une cellule par un hexagone car cette forme approche celle d'un cercle. Cependant, en fonction de la nature du terrain et des constructions, les cellules n'ont pas une forme circulaire. De plus, afin de permettre à un utilisateur passant d'une cellule à une autre de garder sa communication, il est nécessaire que les zones de couverture se recouvrent de 10 à 15%, ce qui renforce la contrainte de ne pas avoir une même bande de fréquences dans deux cellules voisines.

Pour éviter les interférences à plus grande distance entre cellules utilisant les mêmes fréquences, il est également possible d'asservir la puissance d'émission de la station de base en fonction de la distance qui la sépare de l'utilisateur. Le même processus de contrôle de la puissance d'émission est également appliqué en sens inverse. En effet, pour diminuer la consommation d'énergie des mobiles et ainsi augmenter leur autonomie, leur puissance d'émission est calculée en fonction de leur distance à la station de base. Grâce à des mesures permanentes entre un téléphone mobile et une station de base, les puissances d'émission sont régulées en permanence pour garantir une qualité adéquate pour une puissance minimale.

En résumé, une cellule se caractérise :

- par sa puissance d'émission nominale. Ce qui se traduit par une zone de couverture à l'intérieur de laquelle le niveau du champ électrique est supérieur à un seuil déterminé.
- Par la fréquence de porteuse utilisée pour l'émission radio-électrique.
- Par le réseau auquel elle est interconnectée.

On distingue quatre niveaux hiérarchiques de cellules (figure 1.5):

- Pico- cellule couvrant une petite surface comme l'intérieur d'un bureau
- Micro- cellule couvrant la surface d'une petite cité
- Macro- cellule pouvant avoir une couverture de plusieurs kilomètres
- Cellule globale couvrant une région pouvant atteindre le tiers du globe grâce aux satellites.

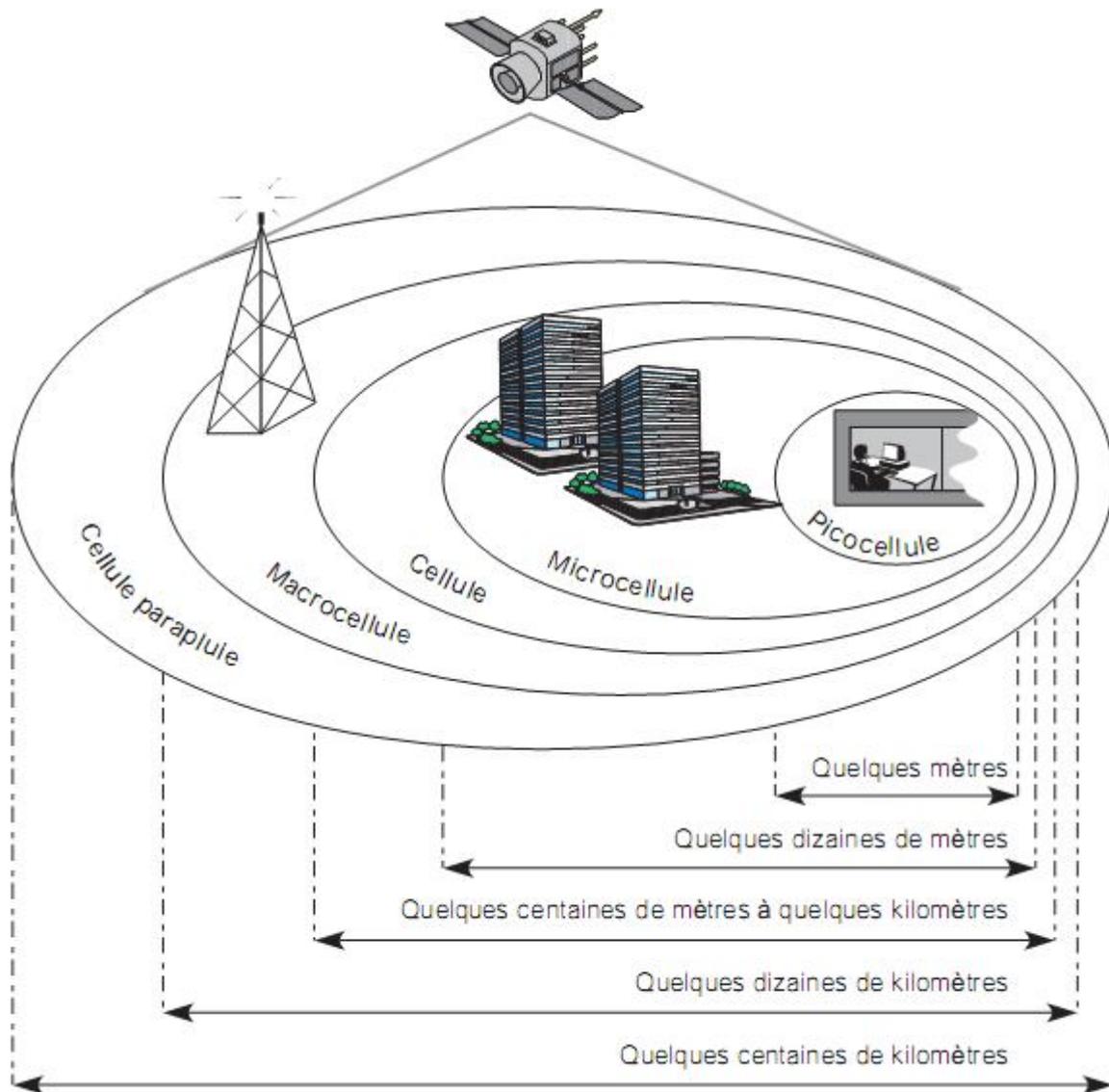


Figure 1.5 : Structure hiérarchique des cellules

1.2.1 Générations des réseaux mobiles

On distingue quatre principales générations : [1]

🚦 La première génération - 1G

La première génération des systèmes mobiles a vu le jour dans les années 80 avec l'apparition des réseaux cellulaires. Bien que plusieurs réseaux radio-mobiles existaient avant, ces derniers offraient peu de performances comparés aux réseaux cellulaires. Elle est basée sur une transmission analogique avec une modulation de fréquences. Elle est constituée d'appareils relativement volumineux, utilisant une faible bande passante. La communication est entièrement consacrée à la parole.

La zone de couverture est divisée en cellules de tailles différentes. Une couverture restreinte à quelques régions et une absence totale d'inter-opérabilité. La communication est entièrement consacrée à la parole.

Les deux systèmes de première génération les plus développés proviennent des pays scandinaves.

Il s'agit de NMT (Nordic Mobile Telecommunication), qui offre des fréquences de 450 puis 900 MHz, et d'AMPS (Advanced Mobile Phone System), qui utilise des bandes de fréquences comprises entre 800 et 900 MHz avec 832 canaux. Ce dernier système a donné naissance en Europe à l'ETACS (European Total Access Cellular System), qui utilise des bandes comprises entre 872 et 950 MHz.

La première génération utilise la technique d'accès FDMA (Frequency Division Multiple Access), qui consiste à donner à chaque utilisateur qui le demande une bande de fréquences dans la cellule où il se trouve pour permettre l'émission et la réception des informations entre le mobile et l'antenne de la cellule. Lorsque le mobile sort de la portée de sa cellule, une autre bande de fréquences, qui correspond à la nouvelle cellule, lui est affectée. La bande précédente est libérée et réaffectée à un autre utilisateur.

🚦 La deuxième génération - 2G

La deuxième génération (notée 2G) a marqué une rupture avec la 1G grâce au passage de l'analogique au numérique. Elle permet d'offrir des services de transmission de données en plus de la parole. Elle offre la possibilité aux utilisateurs de partager un même canal de transmission, ceci est possible grâce à l'utilisation du mécanisme de division de fréquence FDMA (Frequency Division Multiple Access) et le mécanisme de division de temps TDMA (Time Division Multiple Access), permet donc l'augmentation de la bande passante.

Deux groupes se sont occupés du développement de la 2G. L'un aux états unis (Digital AMPS) et l'autre en Europe(GSM).

La troisième génération – 3G

La troisième génération des réseaux mobiles fait référence aux réseaux mobiles qui offrent des performances supérieures en terme de la qualité de la parole, de la rapidité d'accès à Internet et des services multimédia, contrairement à la 2G orientée particulièrement vers la qualité de la parole.

Les caractéristiques de la 3G : Un réseau de troisième génération doit permettre [4]

- Une transmission à haut débit des données
- Une compatibilité mondiale
- Une compatibilité avec les réseaux de 2G

La principale norme 3G utilisée en Europe est UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) utilisant le codage W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access)

La quatrième génération – 4G

La quatrième génération, qui se base sur la technologie «Long Term Evolution» (LTE), commence à émerger, permet des débits beaucoup plus élevés pouvant aller jusqu'à 100 Mb/s, soit 3 ou 4 fois plus rapides que ceux de la 3G. La migration progressive vers la 4G se fera à un coût inférieur à celui qu'ont nécessité les réseaux précédents, puisqu'elle implique davantage de modifications logicielles que matérielles. Les internautes pourront envoyer des fichiers lourds sans problème depuis leur portable et les utilisateurs de téléphones intelligents, se connecter plus rapidement au Web et y naviguer sur la Toile en mode accéléré, en plus de pouvoir visionner des vidéos en HD, envoyer des courriels avec des pièces jointes, télécharger des films, etc.

1.3 Le réseau GSM

Le GSM (Global System for Mobile communication) est un réseau cellulaire, numérique de télécommunication mobile. Il est utilisé pour les réseaux de communications sans fil à travers le monde. Le réseau GSM est composé de plusieurs entités (figure1.6) qui ont des fonctions spécifiques. Elles sont répertoriées en trois sous systèmes : BSS, NSS, OSS. [7]

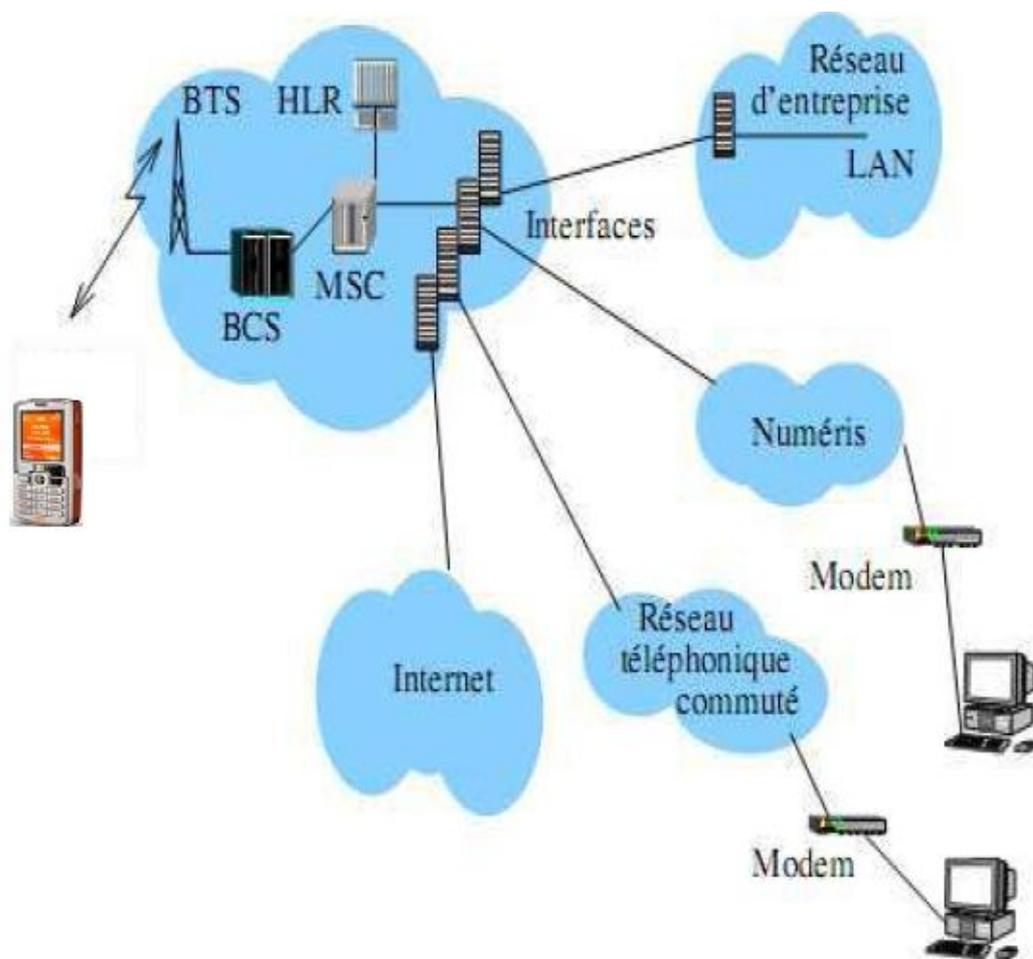


Figure 1.6 : Structure d'un réseau GSM

1.3.1 Le BSS (Base Station System)

C'est le sous système radio aussi appelé réseau d'accès. Il est la partie du réseau qui gère l'interface radio. Il contient les mobiles, les BTS (Base Transceiver Station), et les BSC (Base Station Controller).

📱 Le mobile :

Le téléphone et la carte **SIM** (Subscriber Identity Module) sont les deux seuls éléments auxquels un utilisateur a directement accès. Ces deux éléments suffisent à réaliser l'ensemble des fonctionnalités nécessaires à la transmission et à la gestion des déplacements. La principale fonction de la carte SIM est de contenir et de gérer une série d'informations. Elle se comporte donc comme une mini-base de données.

📱 Le BTS :

La station de base est l'élément central, que l'on pourrait définir comme un ensemble émetteur/récepteur pilotant une ou plusieurs cellules. Dans le réseau GSM, chaque cellule principale au centre de laquelle se situe une station de base peut-être divisée, grâce à des antennes directionnelles, en plus petites cellules qui sont des portions de celle de départ et qui utilisent des fréquences porteuses différentes. C'est la station de base qui fait le relais entre le mobile et le sous-système réseau.

Le contrôleur de station de base (BSC - Base Station Controller) :

Le contrôleur de station de base gère une ou plusieurs stations de base et communique avec elles. Pour les fonctions des communications des signaux en provenance des stations de base, le BSC agit comme un concentrateur puisqu'il transfère les communications provenant des différentes stations de base vers une sortie unique.

Dans l'autre sens, le contrôleur commute les données en les dirigeant vers la bonne station de base. Dans le même temps, le BSC alimente aussi la base de données des stations de base. Enfin, une dernière fonctionnalité importante est la gestion des ressources radio pour la zone couverte par les différentes stations de base qui y sont connectées. En effet, le contrôleur gère les transferts inter-cellulaires des utilisateurs dans sa zone de couverture, c'est-à-dire quand un mobile passe d'une cellule dans une autre. Il doit alors communiquer avec la station de base qui va prendre en charge l'abonné et lui communiquer les informations nécessaires tout en avertissant la base de données locale **VLR** (Visitor Location Register) de la nouvelle localisation de l'abonné. [6]

1.3.2. NSS

Le sous-système réseau, appelé Network Switching Center (NSS) joue un rôle essentiel dans un réseau mobile. Alors que le sous-réseau radio gère l'accès radio, les éléments du NSS prennent en charge toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues dans des bases de données nécessaires à l'établissement de connexions utilisant une ou plusieurs des fonctions suivantes : chiffrement, authentification ou roaming.

Le NSS est constitué de :

- Mobile Switch Center (MSC).
- Home Location Register (HLR) / Authentication Center (AuC).
- Visitor Location Register (VLR).
- Equipment Identity Register (EIR).

MSC – Mobil Switch Center

Le centre de commutation mobile est relié au sous-système radio. Son rôle principal est d'assurer la commutation entre les abonnés du réseau mobile et ceux du réseau commuté public (RTC) ou de son équivalent numérique, le réseau RNIS (ISDN en anglais).

De plus, il permet encore de mettre à jour les différentes bases de données (HLR et VLR) qui donnent toutes les informations concernant les abonnés et leur localisation dans le réseau.

Les commutateurs MSC d'un opérateur sont reliés entre eux pour la commutation interne des informations. Des MSC servant de passerelle (Gateway Mobile Switching Center, GMSC) sont placées en périphérie du réseau d'un opérateur de manière à assurer une inter-opérabilité entre réseaux d'opérateurs.

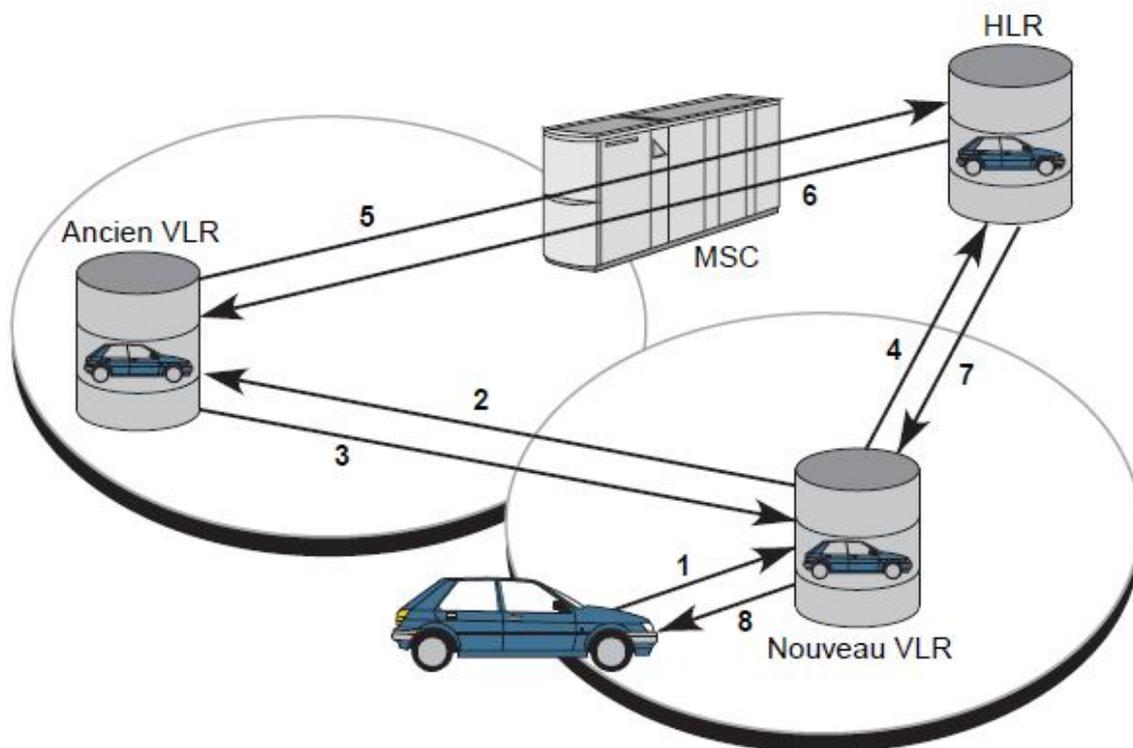


Figure1.7 : Etapes de mise-à-jour du HLR et du VLR

🚗 HLR – Home Location Register

Il s'agit d'une base de données contenant les informations sur les abonnés appartenant à la région desservie par le commutateur de service mobile MSC. [6]

Le HLR contient des informations essentielles pour les services de téléphonie mobile tels que :

- Les informations relatives aux abonnés, le type d'abonnement, la clé d'authentification, les services souscrits, le numéro de l'abonné...etc.
- Un certain nombre de données dynamiques telle que la position de l'abonné dans le réseau et l'état du terminal (allumé, libre, éteint,...).

Le centre d'authentification (AuC).

Lorsqu'un abonné passe une communication, l'opérateur doit pouvoir s'assurer qu'il ne s'agit pas d'un usurpateur.

Le centre d'authentification remplit cette fonction de protection des communications. Pour ce faire, les normes GSM prévoient deux mécanismes :

- Le chiffrement des transmissions radio. Remarquons qu'il s'agit d'un chiffrement faible, qui ne résiste pas longtemps à la crypto-analyse.
- L'authentification des utilisateurs du réseau au moyen d'une clé, qui est à la fois présente dans la station mobile et dans le centre d'authentification.

L'authentification s'effectue par la résolution d'un défi sur la base d'un nombre M généré aléatoirement et envoyé au mobile. À partir de ce nombre, un algorithme identique qui se trouve à la fois dans la carte SIM et dans l'AuC produit un résultat sur base de la clé et du nombre M. Dès lors, lorsqu'un VLR obtient l'identifiant d'un abonné, il demande, au HLR du réseau de l'abonné, le nombre M servant au défi et le résultat du calcul afin de le comparer à celui qui sera produit et envoyé par le mobile. Si les résultats concordent, l'utilisateur est reconnu et accepté par le réseau.

Grâce à ce mécanisme d'authentification, un VLR peut accueillir un mobile appartenant à un autre réseau sans qu'il ne soit nécessaire de divulguer la clé de chiffrement du mobile.

On peut dès lors distinguer trois niveaux de protection :

1. La carte SIM qui interdit à un utilisateur non enregistré d'avoir accès au réseau.
2. Le chiffrement des communications destiné à empêcher l'écoute de celles-ci.
3. La protection de l'identité de l'abonné.

VLR – Visitor Location Register

Cette base de données ne contient que les informations dynamiques d'un mobile. Il est lié à un MSC. Donc, il y en a plusieurs dans un réseau GSM. Le VLR contient temporairement les informations sur les abonnés qui visitent une région desservie par un MSC, autre que celui auquel ils sont abonnés. Ces informations proviennent du HLR auquel l'abonné est enregistré. Lorsque celui-ci quitte cette zone de couverture, ces données sont transmises à un autre VLR ; les données suivent l'abonné en quelque sorte.

EIR- Equipment Identity Register

Malgré les mécanismes introduits pour sécuriser l'accès au réseau et le contenu des communications, le téléphone mobile doit potentiellement pouvoir accueillir n'importe quelle carte SIM de n'importe quel réseau. Il est donc imaginable qu'un terminal puisse être utilisé par un voleur sans qu'il ne puisse être repéré.

Pour combattre ce risque, chaque terminal reçoit un identifiant unique (International Mobile station Equipment Identity, IMEI) qui ne peut pas être modifié sans altérer le terminal. En fonction de données au sujet d'un terminal, un opérateur peut décider de refuser l'accès au réseau. Tous les opérateurs n'implémentent pas une telle base de données.

Un EIR peut contenir trois listes : [6]

- **White List** : contient les IMEI des équipements en ordre.
- **Black List** : contient les IMEI des équipements déclarés volés.
- **Gray List** : contient les IMEI des équipements présentant certaines défaillances, mais

qui ne nécessitent pas d'être bloqués.

1.3.3 L'OSS -Operation and Support System

C'est une partie du réseau regroupant trois activités principales de gestion : la gestion administrative, la gestion commerciale et la gestion technique. Il gère notamment les alarmes, les pannes, la sécurité, . . . etc.

Cette partie du réseau regroupe trois activités principales de gestion : la gestion administrative, la gestion commerciale et la gestion technique.

Le réseau de maintenance technique s'intéresse au fonctionnement des éléments du réseau. Ce réseau s'appuie sur un réseau de transfert de données, totalement dissocié du réseau de communication GSM.

1.4 Le réseau GPRS

Signifiant General Packed Radio Service. Évolution du standard de téléphonie mobile GSM qui permet des transferts de données par paquets. Le GPRS permet un accès plus large et plus rapide à de nombreux services multimédias sur le Web, depuis un mobile ou un assistant personnel numérique (PDA). Il permet aussi d'envoyer et de consulter des e-mails ou des photos sur l'écran d'un téléphone approprié, quatre fois plus vite qu'avec la technologie GSM classique ainsi que l'envoi de photo d'un téléphone à un autre. Il est sensé préparer l'arrivée de l'UMTS (un autre type de réseau sans-fil). [8]

Architecture d'un réseau GPRS :

Le réseau GPRS utilise en grande partie les équipements du réseau GSM, en effet le GSM et le GPRS utilisent les mêmes équipements BSS, par contre de nouveaux éléments ont été introduit dans la partie NSS pour s'adapter au transfert de données en mode paquets. Voir (Figure 1.6- Architecture d'un réseau GPRS).

- **SGSN (Serving GPRS Support Node)** : serveur d'accès au service GPRS (équivalent au MSC, qui gère les MS présentes dans une zone donnée. Son rôle est de délivrer des paquets aux MS.
- **GGSN (Gateway GPRS Support Node)** : routeur connectant le réseau GPRS à un réseau de commutation par paquets. Il sert de passerelle entre les SGSN du réseau GPRS et les autres réseaux de données.

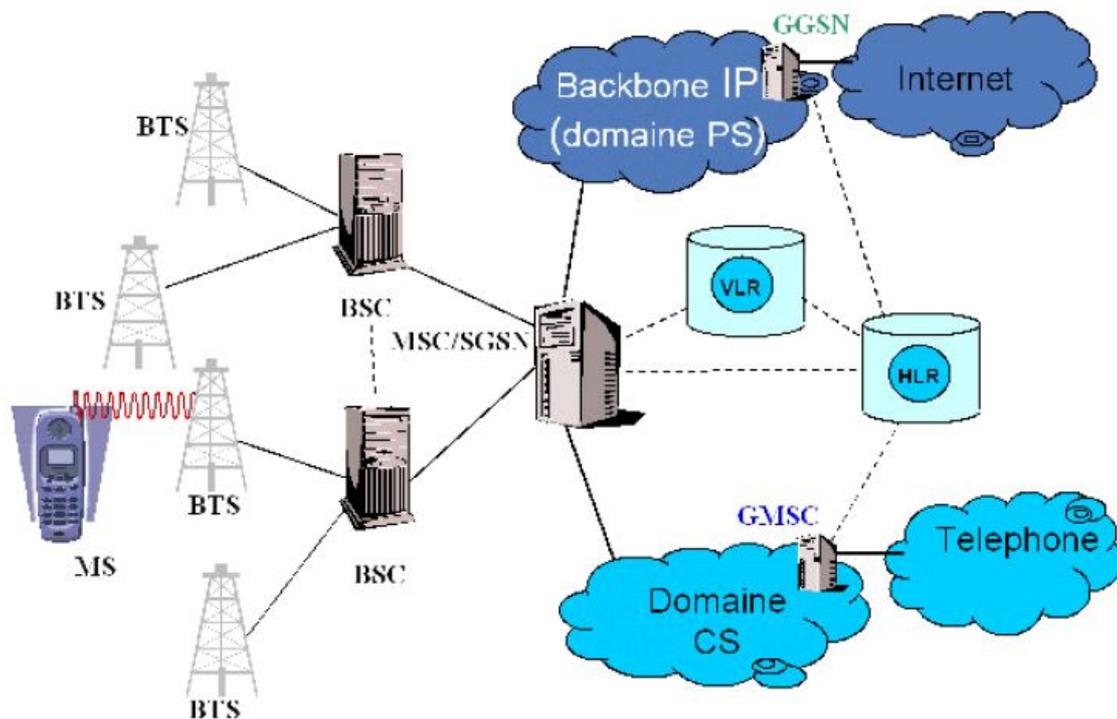


Figure 1.8 : Architecture d'un réseau GPRS

1.5 Le réseau UMTS

Acronyme signifiant Universal Mobile Telecommunication System. Ce système de téléphonie mobile est également appelé 3G, pour 3ème génération. Avec un débit de 2 Mbps, il permet la vidéoconférence sur téléphone mobile avec une qualité proche de celle sur PC. Les réseaux UMTS constituent les systèmes de télécommunication mobiles et sans-fil, capables d'offrir au grand public des services de type multimédias à un débit élevé. La couverture de la planète s'organise autour de la structure cellulaire hiérarchisée qui assure l'itinérance mondiale (roaming).

Au sommet de la hiérarchie se trouvent les satellites qui assurent une couverture de l'ensemble de la planète. Le réseau terrestre radio lui s'occupe de la couverture terrestre. [8]

L'architecture du réseau UMTS

L'UMTS est basée sur une architecture modulaire. Ses éléments constitutifs doivent être indépendants de façon à autoriser (en théorie) des mises à jour de telle ou telle partie du système sans avoir à en redéfinir la totalité. Ce système est composé comme tout autre réseau cellulaire de deux parties : le sous système radio et le sous système réseau.

a) Le sous système radio : ce sous système utilise l'interface UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access), qui est composé de :

- Stations de base (BTS), appelées node B dans le vocabulaire de l'UMTS.
- Contrôleurs de stations de bases RNC (Radio Network Controller), contrôlant le sous système radio. L'interface UTRA est conçue de façon à pouvoir utiliser plusieurs modes de transmissions à savoir, simplex, semi duplex et full duplex avec une largeur de bande de 5 MHz, et fournit des débits différents selon la mobilité :

b) Le sous système réseau: il est constitué de :

- Réseau cœur en mode circuit : est semblable à celui du GSM. Il est composé de MSC, de passerelles GMSC (Gateway Mobile Service Switching) et de serveurs SMS.
- Réseau cœur en mode paquet : est l'image de celui du GPRS, constitué de SGSN et du GGSN.
- Réseau cœur IP : c'est un réseau en mode paquet qui se trouve intermédiaire entre le SGSN et le GGSN.

Conclusion

De nos jours, les technologies de 3G sont au summum de leurs performances et l'UMTS constitue l'un des exemples réussis de la 3G. Parmi les exigences de ces réseaux : avoir une bonne gestion des ressources radio, ainsi que le maintien d'une bonne qualité de services pendant la mobilité des utilisateurs. Cette dernière nécessite des mécanismes de gestion de mobilité. La localisation des mobiles est l'un des mécanismes de gestion de la mobilité nécessitant un trafic radio supplémentaire. Réduire le volume de signalisation nécessaire à la localisation permet de réduire ce trafic et améliorer ainsi la performance du réseau.

Le chapitre suivant se portera sur les mécanismes de gestion de la localisation. Nous présentons les stratégies de mise à jour de la localisation ainsi que les moyens de découverte de localisation autrement dit le paging.



Chapitre 2
Les techniques de
localisation

2 Les techniques de localisation

Introduction

L'un des défauts principaux des réseaux mobiles est sans doute la possibilité de permettre à l'utilisateur de se déplacer tout en restant joignable par le réseau. C'est ce qu'on entend par la mobilité des utilisateurs. Toutefois, le réseau doit être capable de déterminer la position d'un abonné à n'importe quel moment. C'est ce qu'on appelle « la localisation ». Cette localisation est capitale pour pouvoir joindre le mobile afin de lui acheminer les appels et les données.

Les systèmes de radio communications cellulaires disposent de mécanismes qui permettent de localiser le mobile dans le réseau. Ces mécanismes doivent permettre la minimisation des échanges d'information entre le mobile et les stations de bases d'une part, et entre les différents équipements du réseau de l'autre.

Cela est possible grâce à l'utilisation de deux opérations principales : la mise à jour de localisation (LU-Location Update), qui est l'opération informant le réseau de la position actuelle du mobile. Et l'opération qui détermine sa position, appelée paging.

On décrit dans ce chapitre, dans un premier temps, les principes de base de la localisation des utilisateurs dans les réseaux cellulaires avant de présenter quelques stratégies et de schémas de gestion de localisation.

2.1 Gestion de localisation

La localisation de mobiles est la possibilité de déterminer leurs emplacements logiques dans le réseau à n'importe quel moment. En d'autres termes, trouver leurs points de rattachement au réseau, c'est-à-dire identifier la station de base qui assure la couverture de la cellule où les utilisateurs se trouvent.

La localisation fait intervenir deux mécanismes principaux :

- La mise à jour de localisation (LU – Location Update) [11] qui permet de mettre à jour les informations de localisation concernant un abonné ;
- La découverte de localisation appelée paging [12], c'est le mécanisme par lequel le réseau détermine la position du mobile en émettant des messages d'avis de recherche dans le réseau.

Ces deux procédures sont opposées. En effet, garantir un coût réduit, en terme de ressources radio, pour la procédure de mise à jour, conduit à une procédure de paging très coûteuse. Et vice versa.

2.2 Mise à jour de la localisation (Location Update)

La mise à jour de la localisation est la procédure par laquelle le mobile informe le réseau de sa nouvelle position. Cette procédure est importante pour le réseau afin qu'il puisse, en tout temps, acheminer des appels et des données vers le mobile.

Le mobile rapporte, selon la stratégie de mise à jour de localisation adoptée, sa nouvelle position et s'engage dans une procédure d'inscription au bout de laquelle le réseau met à jour les informations de localisation liées à l'abonné en question.

Chaque opération de mise à jour implique une surcharge pour le réseau en termes d'utilisation de bande de fréquence allouée au système, ainsi qu'en termes de communication dans le réseau cœur.

Plusieurs stratégies de mise à jour ont été proposées, afin de minimiser le nombre de messages impliqués pour les opérations de mises à jour.

Ces stratégies peuvent être subdivisées en deux catégories distinctes : statique et dynamique [13]. Pour le schéma statique, c'est le réseau qui décide du moment et de l'endroit où le mobile effectuera sa mise à jour. Cette approche est caractérisée par sa simplicité de mise au point. Néanmoins, elle engendre une fréquence de mise à jour assez importante. Pour l'approche dynamique, en revanche, la décision de mise à jour revient au mobile; la stratégie s'adapte à chaque abonné afin de donner de meilleures performances.

2.2.1 Stratégie de mise à jour statique

Un schéma de mise à jour est dit statique si tous les utilisateurs mettent à jour leurs positions dans le même ensemble de cellules préalablement défini. Cette mise à jour est faite indépendamment de la mobilité des usagers.

Ce schéma de mise à jour est simple à mettre en œuvre. On distingue parmi les stratégies statiques : le schéma basé sur les cellules de notifications (Reporting Cells), le schéma basé sur les zones de localisations (Location Area). [14]

2.2.1.1 Always update vs. never update

Se sont deux stratégies extrêmes [15] :

Dans la première stratégie le mobile doit mettre à jour sa position à chaque changement de cellule. A chaque fois que le mobile reçoit un nouveau signal balise (qui identifie la nouvelle cellule), il est tenu d'informer le réseau de sa nouvelle localisation. Cette procédure accroît

considérablement le taux de mise à jour, néanmoins, elle offre un gain important des coûts relatifs au paging, vu que le réseau connaît la position du mobile à n'importe quel moment. Dans la deuxième stratégie, les mobiles n'effectuent pas de mises à jour. Cependant le nombre de paging augmente. En effet, le réseau ne dispose d'aucun élément lui permettant de déterminer la position du mobile. Donc il doit pager l'ensemble des cellules du réseau.

2.2.1.2 Stratégie basé sur les cellules de notification

Ce schéma repose sur le principe des centres de notifications. Un ensemble de cellules est prédéfini de telle sorte que l'utilisateur peut y effectuer ses mises à jour. Le mobile ne communique sa position uniquement s'il rentre dans un centre de notification.

A l'arrivé d'un appel, la recherche de l'utilisateur se fait au niveau des cellules voisines du dernier centre de notification connu. Cette approche présente, néanmoins, deux inconvénients majeurs : [15]

- L'accroissement des opérations de mises à jour si le taux de visites des centres de notifications est important, ce qui occupe largement le réseau.
- Si un utilisateur ne traverse aucun centre de notification, sa position n'est jamais mise à jour. L'opération de recherche (paging) devient, alors, très couteuse puisque la recherche se fait sur un grand nombre de cellules.

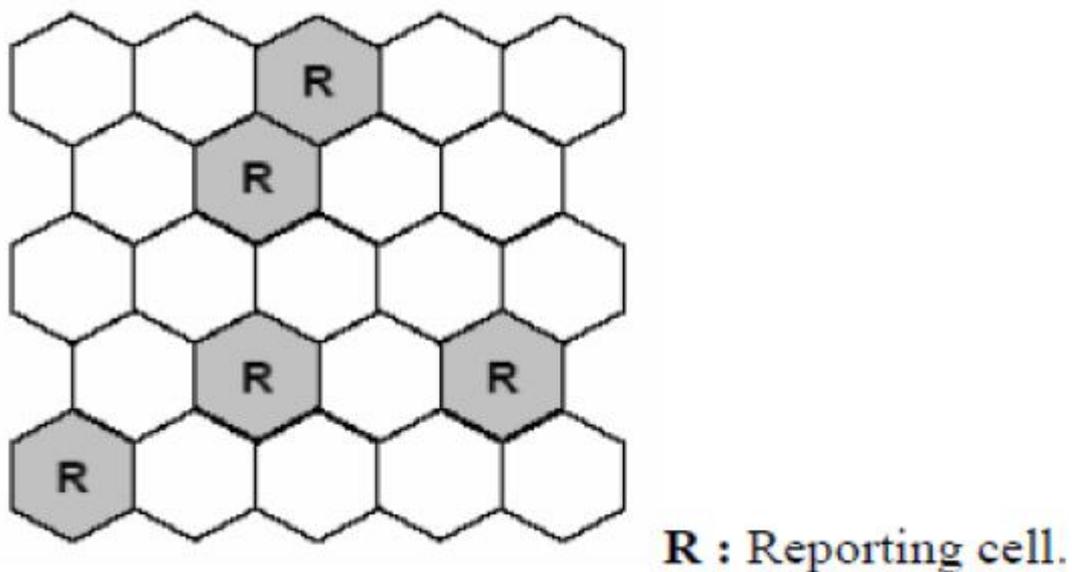


Figure 2.1 : Centre de notification (Reporting cell)

2.2.1.3 Stratégie basé sur les zones de localisations (Location Area)

C'est un schéma ouvrant à optimiser les deux surcharges du réseau, à savoir celle engendrée par le paging et celle causée par les LU. Le principe est de grouper les cellules en zones de localisations (LA- location area). Le mobile effectue, donc, ses mises à jour uniquement quand il change de LA. [16 ; 17]

Ce principe permet de réduire l'opération de recherche. En effet, la recherche ne se fera plus dans tous le réseau, mais uniquement à l'intérieur de la dernière LA connue.

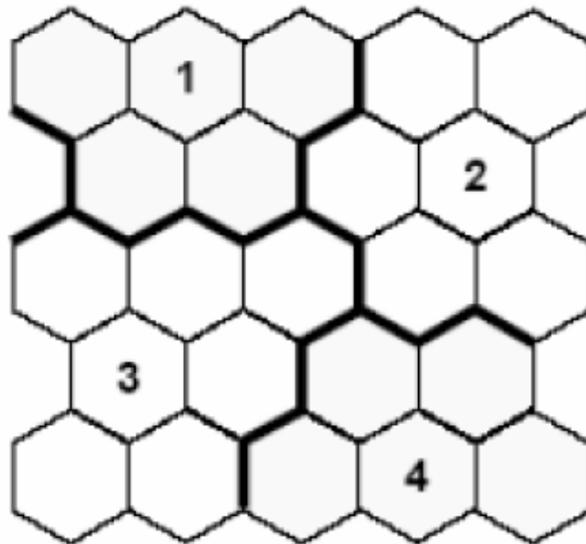


Figure 2.2 : Regroupement de cellules en zones de localisation (exp : 4 LA)

L'opération de mise à jour est à l'initiative du mobile, deux cas sont envisagés :

- La LU est faite périodiquement, le mobile rapporte périodiquement sa position dans le réseau (la LA actuelle). Cependant, une difficulté se pose lors de la définition de cette période; la fréquence de mise à jour peut être inappropriée pour répondre à la mobilité des utilisateurs : élevée pour certains et réduite pour d'autres.
- La LU est faite à chaque fois que le mobile entre dans une nouvelle zone de localisation, ce qui permet au réseau de connaître la position du mobile à tout instant. Le problème soulevé dans ce schéma est l'augmentation du nombre de LU lorsque le mobile circule à la frontière de deux zones de localisation. Une mise à jour est faite à chaque changement de zone de localisation, c'est ce qu'on appelle effet Ping pong.

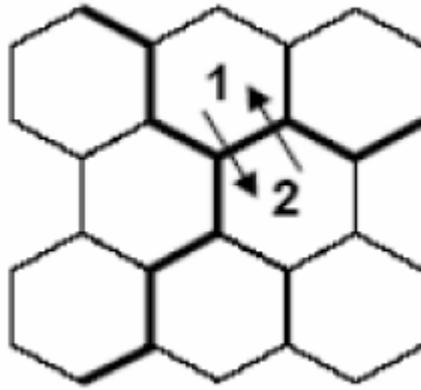


Figure 2.3 : Effet Ping Pong

Des solutions ont été apportées dans [12]. Les auteurs proposent deux mécanismes : TLA (Two Location Area), TrLA (Three Location Area). Ces deux mécanismes consistent à sauvegarder les deux (trois) dernières zones de localisation par le mobile. Ainsi, une opération de mise à jour ne sera faite que si la nouvelle LA n'appartient pas aux T(Tr) LA récemment visitées.

2.2.2 Stratégie de mise à jour dynamique

La mobilité des utilisateurs dans un réseau cellulaire ne peut être généralisée. En effet, chaque utilisateur a son propre profil de mobilité, son propre caractère individuel.

Les schémas de mise à jour dynamique [18] essaient de tenir compte de cette particularité, en traitant les abonnés individuellement.

Beaucoup de stratégies de mises à jour ont fait l'objet de recherche. On présente dans ce qui suit les plus importantes.

2.2.2.1 Stratégie de mise à jour basée sur le mouvement

Dans ce schéma, la mise à jour d'un mobile est liée à un paramètre M qui représente le nombre de mouvements effectués par le mobile. Chaque mobile dispose de trois éléments mémoire (current, history, update) et d'un compteur. [19]

La figure 2.4 illustre un exemple de mise à jour basé sur le mouvement du mobile avec $M=2$, le mobile effectue donc une mise à jour à chaque fois qu'il franchit deux fois les frontières d'une cellule.

Le paging s'effectue alors dans l'ensemble des cellules que le mobile peut atteindre en M mouvements depuis sa dernière mise à jour.

Cet ensemble de cellule est appelé zone de résidence du mobile. L'étendue de cette zone est liée à la valeur de M , ce dernier peut être personnalisé pour chaque utilisateur.

Ce schéma est distingué par sa simplicité et la réduction du nombre de cellule concernées par le paging. Cependant, du fait des déplacements des mobile en va et vient (effet ping pong), des mises à jour qu'on qualifiera d'inutiles seront faites, car elles n'apportent aucune information supplémentaire sur la position du mobile.

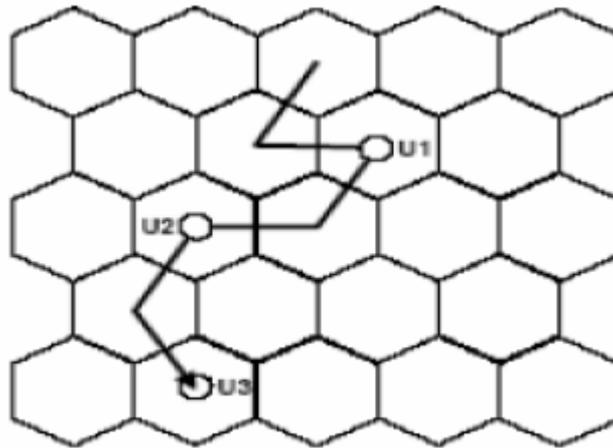


Figure 2.4 : Mise à jour basée sur le nombre de mouvement effectué

2.2.2.2 Stratégie de mise à jour basée sur la distance parcourue

Dans ce schéma de mise à jour, le mobile effectue ses mises à jour lorsqu'il a parcouru une certaine distance, caractérisé par le paramètre D , depuis sa dernière mise à jour. Cette distance est définie en termes de cellules. Ce paramètre peut être optimisé pour chaque utilisateur en fonction de ses propres caractéristiques (mobilité, fréquence des appels entrants, ...). [20]

Cette stratégie garantit la localisation d'un mobile dans une surface appelée surface de résidence, elle est dans la limite de la distance D . pour cela le mobile doit être en mesure de calculer cette distance en permanence.

La figure 2.5 illustre le principe basé sur la distance parcourue.

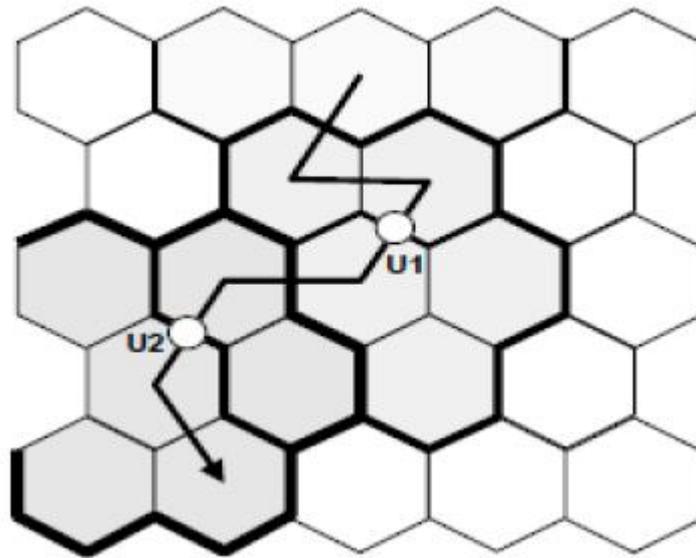


Figure 2.5 : Mise à jour basée sur la distance parcourue

Ce schéma offre l'avantage de ne pas exiger de mise à jour lorsque le mobile se déplace dans un sous ensemble de cellules appartenant au rayon couvert par le paramètre D.

2.2.2.3 Stratégie de mise à jour basée sur le temps

Ce schéma requière à l'utilisateur de mettre à jour sa position à intervalle de temps T constant. Pour son implémentation, le mobile gère un timer. L'intervalle T peut être personnalisé afin de réduire le nombre de messages de mises à jour et de garantir de meilleures performances. [21]

La figure 2.6 illustre le principe de mise à jour basé sur le temps, avec trois mises à jour (u1, u2, u3), exécutées à des intervalles espacés.

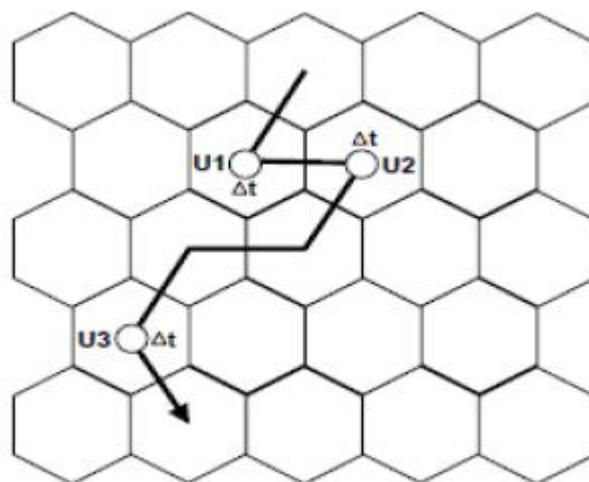


Figure 2.6 : Mise à jour basée sur le temps

Il est trouvé dans [22] que la charge de signalisation peut être réduite en utilisant ce schéma de mise à jour. De plus, le réseau est capable de déterminer si un mobile est isolé (détaché) s'il ne reçoit pas de celui-ci un message de LU au bout du temps prévu.

2.2.2.4 Stratégie de mise à jour basé sur le profile de mobilité

Le but du schéma de mise à jour basé sur le profile (aussi appelé stratégie de localisation alternative) est de réduire le coût de la mise à jour en tirant profit du modèle de mobilité des usagers. Le système instaure et maintient un profil pour chaque utilisateur. Le comportement de mobilité passé des usagers est pris en considération pour construire la liste de cellules les plus probable où l'utilisateur peut y être. [18]

Cette liste, maintenue au fur et à mesure par le réseau, est envoyée au terminal mobile à chaque opération de mise à jour. L'utilisateur rapporte sa position uniquement lorsqu'il franchit les frontières d'une cellule ne faisant pas partie de la liste. Lorsqu'un appel arrive, les cellules de la liste sont pagées séquentiellement.

2.3. Découverte de la localisation (paging)

La découverte de la localisation, plus connue sous le nom de paging, est la procédure réalisée par le réseau pour retrouver la position d'un mobile afin de l'informer d'un appel entrant et lui acheminer les données.

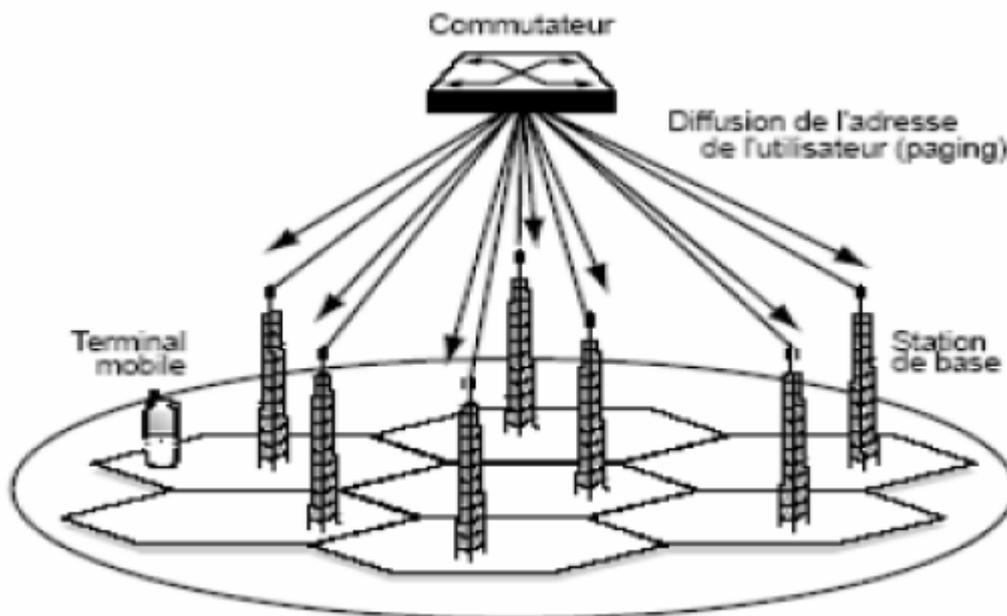


Figure 2.7 : Le paging

Le paging consiste à diffuser plusieurs messages de recherche sur un ensemble de surfaces de paging (PA-Paging Area). Cette surface n'est pas forcément identique à la surface de localisation. (Figure 2.8). A la réception d'un message, le mobile doit mettre à jour sa localisation.

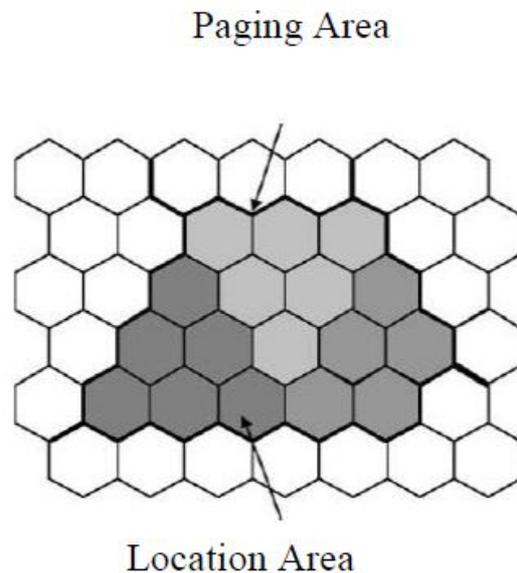


Figure 2.8 : Paging Area

Le paging prend en considération un paramètre important. Il s'agit du temps nécessaire pour effectuer cette opération [23]. Si cette procédure prend trop de temps, la latence d'initialisation d'appel risque d'être intolérable aux utilisateurs, ainsi, les tentatives d'appels seront fréquemment annulées. Pour cette raison, le choix de la construction des surfaces de paging est crucial, ainsi que la méthode de recherche déployée pour retrouver un mobile dans cette surface. La construction peut se faire de deux manières : statique, dynamique.

La méthode statique consiste à construire manuellement la surface de paging par le réseau. Ce dernier a également la charge de modifier ces surfaces.

L'approche dynamique consiste à ajuster les surfaces de paging en fonction des changements dynamiques de la topologie du réseau (profil de mobilité des usagers, distribution des usagers dans le réseau,...), de façon que les messages de paging et de mises à jour soient réduits.

2.3.1. Cycle de paging

Pour déterminer la cellule où se trouve le terminal mobile, le réseau effectue des opérations appelées cycle de paging. Ces opérations consistent à :

- Diffuser un signal de paging dans l'ensemble des cellules où le mobile est susceptible de se trouver et déclenche un délai de garde durant lequel il attend la réponse du mobile. Deux cas sont, alors, envisagés :
- Le mobile répond dans les délais, il est donc localisé ;
- Il n'y a aucune réponse, le réseau conclut que le terminale mobile ne se trouve dans aucune des cellules concernées par le paging et par conséquent, il passe à une autre zone.

Pour éviter l'interruption des appels, le mobile doit être localisé dans un temps alloué par le réseau. Le délai de paging correspond au nombre maximal de cycles de paging alloué pour localiser le terminal mobile. Par exemple : si le délai maximal de paging est égal à 1, alors le mobile doit être localisé par un seul cycle de paging.

Pour cette raison, le choix d'une stratégie de paging est important. Nous présentons dans ce qui suit quelques stratégies de paging.

2.3.2. Stratégies de paging

2.3.2.1. Paging de couverture

Dans le paging de couverture, plus connu sous le nom de blanket paging, toutes les cellules de la dernière zone de localisation rapportée par le mobile sont simultanément sondées par le réseau à l'arrivée d'un appel. [21]

Cette procédure présente un inconvénient majeur. Le coût du paging augmente quand les cellules concernées sont larges et un trafic de signalisation important est généré lors de la procédure de recherche due au nombre de cellules interrogées en même temps.

2.3.2.2. Paging séquentiel

Le paging séquentiel présenté dans [24] suggère de diviser la zone de localisation concernée par le paging en sous ensembles de cellules. Ces zones, ainsi formées, sont interrogées séparément l'une après l'autre d'une façon séquentielle. Un cycle de paging correspond à l'interrogation d'une zone de paging.

Le nombre de cellules associées à chaque sous ensemble de paging est un facteur primordial. Ce dernier influe directement sur la performance du schéma de paging séquentiel. Ce facteur doit être optimisé car il peut entraîner des délais de réponse très élevés. En effet, le temps nécessaire pour localiser un usager est d'autant plus important que le nombre de cycle de

paging réalisé lequel dépend de la stratégie de découpage de la zone de localisation en PA, ainsi que l'ordre dans lequel ces zones sont interrogées.

Dans [23], les auteurs ont proposé plusieurs méthodes et mécanismes pour déterminer l'ordre d'interrogation des zones de paging. La méthode la plus simple est celle qui ne tient compte, dans le processus de paging, d'aucun ordre prédéfini. Les zones de paging sont sondées aléatoirement.

Il a été également démontré que les schémas de découpage favorisant les régions de paging les plus proches de la dernière position connue de l'utilisateur donnent de meilleurs résultats concernant le nombre de cycles de paging ainsi que le nombre de ressources mises en œuvre par la procédure de paging.

2.3.2.3. Paging intelligent

Ce schéma de paging est une variante améliorée du paging séquentiel dans lequel les régions de paging sont conçues de sorte que les cellules, où l'utilisateur est plus probable de s'y trouver, sont interrogées en premier [23]. Basé sur un principe probabiliste, le paging intelligent vise à atteindre le mobile dans le premier cycle de paging avec une probabilité de succès élevée. Mettre au point un tel schéma requiert une connaissance accrue du temps de résidence des utilisateurs dans les cellules.

L'efficacité et le succès du paging intelligent dépendent en grande partie de l'habileté du système à calculer les probabilités assignées à chaque utilisateur. Probabilités qui reflètent la présence d'un utilisateur dans chacune des cellules formant la zone de localisation à interroger.

2.3.2.4. Paging individuel

Cette stratégie est motivée par la variation du schéma de mobilité des utilisateurs. Le schéma de paging est individualisé, c'est-à-dire il est basé sur le profil de mobilité de chaque usager. [25]

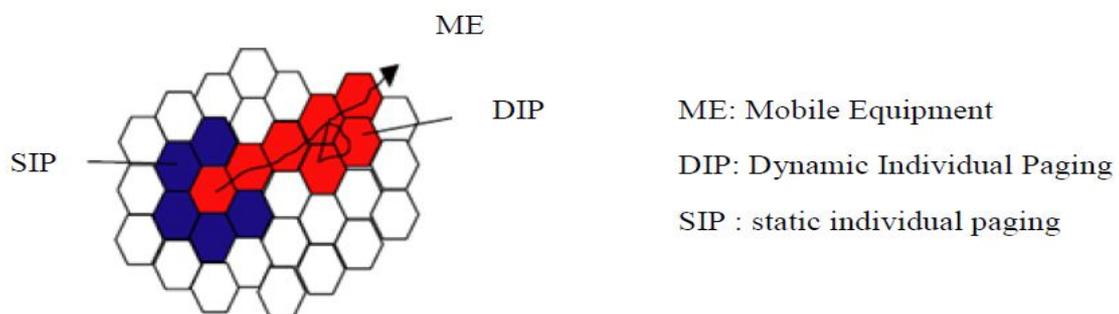


Figure 2.9 : paging statique vs paging adaptatif

Dans [26], deux schémas de paging individualisés ont été proposés. Le paging individuel statique (SIP- static individual paging) dans lequel la zone de paging (PA) est pré calculée avant toute communication et reste inchangée durant les communications (figure 2.9). L'autre schéma est le paging individuel dynamique (DIP- Dynamic Individual Paging). Dans ce schéma la taille de la zone de paging est adaptative au modèle de mobilité des usagers ainsi qu'aux paramètres d'appel.

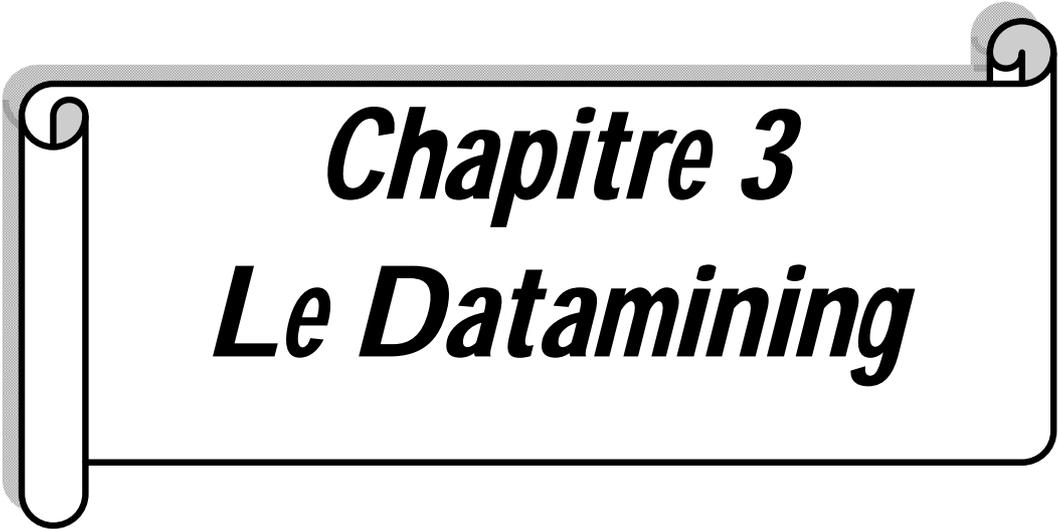
2.3.2.5. La plus courte distance en premier

Dans cette stratégie, l'opération de paging est faite par la cellule où le mobile a fait sa dernière mise à jour, après quoi, il passe vers d'autres cellules en commençant par celle séparée de la plus courte distance de la précédente. [20]

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons porté l'attention sur les fondements de base des schémas de gestion de la mobilité. Nous avons présenté les différentes techniques permettant la mise à jour de la localisation, dont le but est de suivre le mobile dans ses déplacements. Nous avons également mis le point sur les méthodes de paging, dont l'objectif est de joindre le mobile.

L'objectif de notre travail étant de développer une stratégie de localisation basée sur les règles d'association, nous présenterons dans le chapitre qui va suivre le concept de datamining vue que la technique est tirée de ce domaine.



Chapitre 3
Le Datamining

3 Le Datamining

Introduction

De plus en plus d'applications multimédia et temps réel sont intégrés dans les nouvelles générations de mobiles. Ces applications nécessitent la continuité de services. Le réseau doit donc assurer aux utilisateurs un service de bonne qualité, permettant la bonne exécution de ces applications sans retard ni interruption. Ceci implique une gestion rationnelle des ressources radio et impose l'optimisation des fonctions qui consomment ces ressources comme la gestion de la localisation des mobiles.

Les déplacements des mobiles (usagers) sont souvent engendrés par des besoins socio-économiques et sont régis par la topographie des routes et infrastructures couvertes par les différentes cellules composant la zone de localisation. Les déplacements liés aux besoins socio-économiques sont assez habituels, et par conséquent, présentent un aspect régulier.

Le datamining permet par ses différentes techniques et outils de collecter les différentes informations caractérisant un utilisateur tel que ses habitudes de déplacements.

Le datamining est souvent employé pour désigner l'ensemble des outils permettant l'exploration d'une grande quantité de données, et d'en découvrir des modèles implicites. Ces outils laissent aux utilisateurs l'initiative de choisir les éléments qu'ils veulent observer ou analyser.

Nous introduisons dans ce chapitre la notion de datamining, ses différentes techniques surtout nous allons nous baser sur les règles d'association sur laquelle se base notre projet.

3.1 Définition

Le datamining connu aussi sous le nom d'extraction de connaissances des bases de données (KDD : Knowledge Discovery in Data base) désigne le processus non trivial d'extraction d'informations implicites et potentiellement utiles [31]

La figure 3.2 illustre le processus de déroulement du KDD : les bases de données étant très volumineuses, il ya généralement une première phase de sélection de données (on ne travaille que sur les données qui nous intéressent), ensuite ces données sont préparées, par exemple : suppression des cases nulles, le datamining peut nécessiter d'enregistrer les données sous un certain format de fichier...etc. La prochaine étape est celle qui consiste à extraire les connaissances contenues dans les données ainsi préparées. C'est au sein de cette phase qu'interviennent les algorithmes du datamining. Et enfin, l'interprétation des résultats de

l'étape précédente permet d'acquérir de nouvelles connaissances sur la base de données de départ.

Le terme datamining est souvent employé pour désigner l'ensemble des outils permettant l'exploration d'une grande quantité de données et d'en découvrir des modèles implicites. Ces outils laissent aux utilisateurs l'initiative de choisir les éléments qu'ils veulent observer ou analyser. [32]

Il existe de nombreuses définitions du terme datamining tant ce domaine fait l'objet de recherche. Ingénieurs, statisticiens, économistes, concepteurs de logiciels, ... peuvent avoir des conceptions différentes de ce que recouvre ce terme. Nous retiendrons une définition qui semble faire le compromis entre ces différentes conceptions. Nous entendons, donc, par datamining le processus permettant l'extraction d'informations prédictives cachées à partir de large base de donnée.

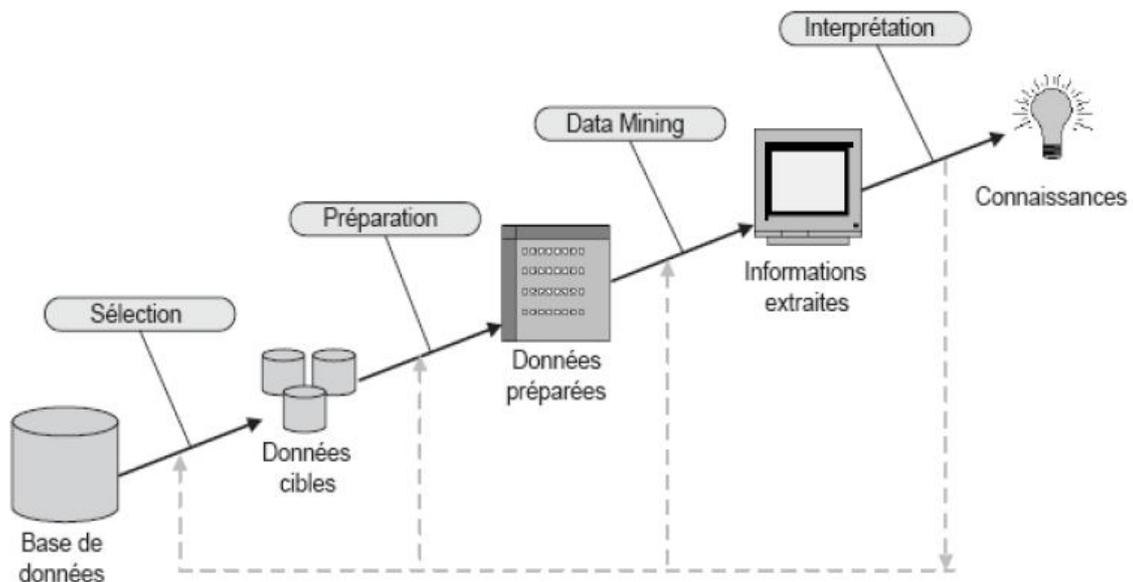


Figure 3.1: Processus du KDD

3.2 Tâches et techniques du datamining

Le datamining est, en fait, un ensemble de techniques complémentaires dédiées à différentes tâches. Il existe plusieurs techniques pour chaque classe de problème [33] [34].

Il n'y a pas de méthode meilleure qu'une autre ou supérieure aux autres. Le choix d'une méthode se fait selon :

- La tâche à résoudre ;
- La nature et la disponibilité des données ;
- La finalité du modèle construit ;
- Et les connaissances et les compétences disponibles.

3.2.1 Classification

La classification consiste à examiner les caractéristiques d'un objet et lui attribuer une classe dans un ensemble prédéfini. Le problème de la classification est de déterminer les propriétés communes aux objets. L'objectif d'une méthode de classification est la recherche d'une typologie ou segmentation, c'est-à-dire une répartition des individus en classes de telle sorte qu'elles soient le plus homogènes possible et le plus distincts possible entre elles.

Les problèmes de classification peuvent être résolus en utilisant plusieurs techniques :

- KNN (Nearest Neighbor) ou KPP (plus proche voisin).
- Arbre de décision.
- Classification bayésienne.

3.2.2 L'estimation

Elle consiste à estimer un champ à partir des caractéristiques d'un objet. Elle peut être utilisée dans un but de classification. On peut estimer les revenus d'un ménage en analysant certains critères (lieu de résidence, type de maison, type de voiture et nombre, ...). La technique la plus appropriée à l'estimation est les réseaux de neurones.

3.2.3 Segmentation (clustering)

Appelé également classification non supervisée, la segmentation (clustering) consiste à former des groupes (cluster) homogènes et limités d'individus d'une population. Les groupes ne sont pas prédéfinis comme dans la classification, mais découverts de façon automatique. Le critère de regroupement est le degré de similitude entre les objets. Autrement dit, la similarité intra-cluster est importante, et la similarité inter-cluster est relativement faible. Les clusters fournissent une base utile pour la définition des classes. [35]

3.2.4 Séries chronologiques

Le problème de la découverte des séries chronologiques fut introduit par Agrawal, Srikan dans [36]. C'est une suite ordonnée d'observations d'une grandeur chiffrée au cours du temps. Les données de ces séries ont un ordre : c'est l'ordre chronologique. Le but de leur utilisation est de décrire, d'expliquer et de prévoir un phénomène évoluant au cours du temps.

3.2.5 Règles d'association

L'extraction de règles d'associations fut introduite par Agrawal et Al-DS dans [37]. Elle a pour but de découvrir des relations significatives entre les données d'une base de données.

Une règle d'association est une relation d'implication $X \Rightarrow Y$ entre deux ensembles X et Y . elle indique que les transactions qui contiennent des éléments de l'ensemble X ont tendance à contenir des éléments de Y . [38]

Pour choisir une règle d'association, nous devons définir les quantités qui vont servir à valider l'intérêt d'une telle règle :

- Le support : c'est une mesure dite d'utilité. C'est la probabilité que X et Y soient vrais en même temps.
- La confiance : c'est une mesure dite de précision. C'est la probabilité qu' Y soit vrai lorsque l'on a X vrai, soit la probabilité conditionnelle $P(Y/X)$.

3.2.5.1 Formalisme des règles d'associations

Définition 1 : (Item) [12] : Un **item** est tout objet, article, attribut, littéral, appartenant à un ensemble fini d'éléments distincts $I = \{ X_1, X_2 \dots X_m \}$.

Définition 2 : (Itemset) [12] : On appelle **itemset** tout sous-ensemble d'items de I . Un itemset constituée de k items sera appelée un k -item set.

Définition 3 : (Base transactionnelle) [12] : Une base transactionnelle D contient l'ensemble des transactions où chaque transaction T représente un sous ensemble d'item contenus dans I .

Définition 4 : (fréquence) [12] : La fréquence d'un itemset X , notée $freq(X)$, est le nombre de transactions de D contenant X .

Définition 5 : (support) [12] : le support d'un itemset X , noté $sup(X)$ est la proportion de transactions de D contenant X .

$$Sup(X) = freq(X) / |D|.$$

Remarque : Le support prend sa valeur dans l'intervalle $[0,1]$.

Définition 6 : (itemset fréquent) [12]: Un itemset X d'une base transactionnelle D, est dit fréquent si son support est supérieur ou égale au support minimum fixé en fonction du besoin.

Définition 7 : Règle d'association : Soit X un itemset et A un sous-ensemble de X. Une règle d'association est une règle de la forme $A \rightarrow X-A$, exprimant le fait que les items de A tendent à apparaître avec ceux de X-A

- A s'appelle l'antécédent de la règle.
- X-A noté C s'appelle le conséquent de la règle.

Définition 8 : (Support d'une règle d'association) [27]

Le support d'une règle ($X \rightarrow Y$) est le rapport entre le nombre de transactions de D contenant $X \cup Y$, et le nombre total de transactions.

$$p(X \rightarrow Y) = \frac{|\{t \in D / X \cup Y \subseteq t\}|}{|D|}$$

Définition 9 : (Confiance d'une règle d'association) [27]

La confiance d'une règle est le rapport entre le nombre de transactions de D contenant $X \cup Y$, et le nombre de transactions de D contenant X.

- $conf(X \rightarrow Y) = \frac{|\{t \in D / X \cup Y \subseteq t\}|}{|\{t \in D / X \subseteq t\}|}$

La confiance se définit aussi par un rapport de support

- $conf(X \rightarrow Y) = \frac{supp(X \cup Y)}{supp(X)}$

Définition 10: (Règle d'association solide) [12]: Une règle d'association $A \rightarrow C$ est dite solide (ou forte) si étant donné un support minimum γ et un seuil minimal de confiance ϕ , l'itemset $A \cup C$ est fréquent et la confiance de la règle $A \rightarrow C$ dépasse le seuil ϕ .

$$A \rightarrow C \text{ est solide ssi } supp(A \cup C) \geq \gamma \text{ et } conf(A \rightarrow C) \geq \phi .$$

3.2.5.2 APRIORI

L'algorithme s'applique à des bases de données contenant des transactions. De cet ensemble de transactions, l'algorithme apriori est capable de sortir des règles liant des transactions entre elles. L'algorithme procède de manière itérative ; L'algorithme apriori comprend deux étapes :

- La première étape permet d'extraire l'ensemble des itemsets fréquents de la base de données transactionnelles.

- La seconde est l'étape de génération des règles d'association entre les itemsets fréquents découverts lors de la première étape. Nous détaillons le fonctionnement de chacune de ces étapes dans ce qui suit :

Génération des itemsets fréquents :

Pour générer les itemsets fréquents dans une base de données transactionnelle D, Apriori réalise plusieurs passes sur la base D.

- Lors de la première passe, l'algorithme calcule le nombre d'occurrences des différents items de la base, afin de déterminer l'ensemble F_1 des 1-itemsets fréquents.
- Chaque nouvelle itération k , consiste en deux phases :
- D'abord, l'ensemble F_k des $(k-1)$ -itemsets fréquents calculés à l'étape précédente, est utilisé pour générer, par auto-jointure, l'ensemble C_k des k -itemsets candidats,
- Ensuite, le support de chaque k -itemset candidat est calculé. Les seuls candidats fréquents, c'est-à-dire de support supérieur ou égal au seuil minimal de support minsup sont insérés dans l'ensemble F_k . L'algorithme s'arrête lorsqu'il n'y a plus de nouveaux itemsets candidats à générer.
- L'ensemble $F = \bigcup F_k$ de tous les itemsets fréquents est alors retourné.

Algorithme Apriori : Génération des itemsets fréquents :

Entrée : Base de transactions D ; Support minimum minsup

Sortie : Ensemble des itemsets fréquents F

Algorithme

1. $F_1 \leftarrow \{ \text{1-itemsets fréquents} \}$;
 2. Pour $(k \leftarrow 2; F_{k-1} \neq \emptyset; k++)$ faire
 3. $C_k = \text{Apriori-Gen}(F_{k-1})$
 4. Pour toute transaction $t \in D$ faire
 5. $C_t = \text{sous-ensembles}(C_k, t) // C_t \leftarrow \{c \in C_k, c \in t\}$
 6. Pour chaque candidat $c \in C_t$
 7. $\text{supp}(c)++$ fin pour ;
 8. $F_k \leftarrow \{c \in C_t / \text{supp}(c) \geq \text{minsup}\}$;
- Fin pour
9. Retourner $F = \bigcup F_k$

Fonction Apriori-Gen (F_{k-1})

1. $C_k = \emptyset$
2. Pour chaque itemset $p \in F_{k-1}$
3. Pour chaque itemset $q \in F_{k-1}$
4. Si ($p[1] = q[1]$ et \dots et $p[k-2] = q[k-2]$ et $p[k-1] < q[k-1]$)
5. $c = p \cup q$
6. Si a-sous-ensemble-infrequent(c, F_{k-1})=faux
7. alors ajouter c à C_k
8. Retourner C_k

Fonction a-sous-ensemble-infrequent (c, F_{k-1})

Pour chaque itemset $c \in C_k$

 Pour chaque (k-1)- sous-ensemble s de c faire

 Si ($s \notin F_{k-1}$) alors enlever c de C_k

 Fin pour

Fin pour

Figure 3.2 : Algorithme Apriori (génération des itemsets fréquents)

Génération des règles d'association :

Pour générer les règles d'association, on considère l'ensemble F des itemsets fréquents trouvés en phase précédente. Pour chaque itemset fréquent, on considère tous ses sous-ensembles fréquents. A partir de ces sous-ensembles fréquents, on génère toutes les règles solides de la forme générale suivante : $A \rightarrow C$.

Algorithme Apriori : Génération des règles d'association :

Entrée : Ensemble des itemsets fréquents F ; Confiance minimale ϕ

Sortie : Ensemble des règles d'association R

Algorithme

1. $R = \emptyset$
2. Pour chaque k-itemsets $l_k \in F$, $k \geq 2$ faire
3. $H_1 = \{1\text{-itemsets fréquents sous-ensembles de } l_k \}$
4. Pour chaque $h_1 \in H_1$ faire
5.
$$\text{conf} = \frac{\text{supp}(l_k)}{\text{supp}(l_k - h_1)}$$
6. Si $\text{conf} \geq \phi$ alors
7. $r : (l_k - h_1) \rightarrow h_1$
8. $R = R \cup r$
9. Sinon supprimer h_1 de H_1
10. **Gen-Règle** (l_k , H_1)
11. Retourner R

Procédure Gen-Règle (l_k , H_m)

1. Si $(k > m + 1)$ alors
2. $H_{m+1} = \text{Apriori-Gen}(H_m)$
3. Pour tout $h_{m+1} \in H_{m+1}$ faire
4.
$$\text{conf} = \frac{\text{supp}(l_k)}{\text{supp}(l_k - h_{m+1})}$$
5. Si $\text{conf} \geq \phi$ alors
6. $r : (l_k - h_{m+1}) \rightarrow h_{m+1}$
7. $R = R \cup r$
8. Sinon supprimer h_{m+1} de H_{m+1}
9. **Gen-Règle** (l_k , H_{m+1})

Figure 3.3 : Algorithme Apriori : génération des règles d'association

3.2.5.3. Exemple illustratif

Soit la base transactionnelle D suivante :

D	
Tid	Transaction
1	a b
2	a c
3	c d
4	b c d
5	a b c d

Nous présentons dans les figures suivantes, les autres représentations possibles de la table transactionnelle :

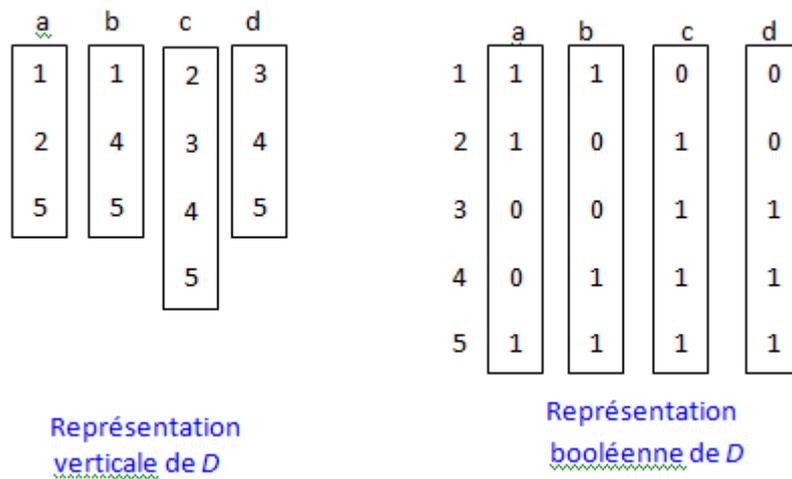


Figure 3.4 : Représentations possibles de la table des transactions

Dans cette étape nous allons montrer le processus d'extraction des itemsets fréquents sur la base de transactions D pour un support $\gamma = 0.4$ correspondant à 2 transactions.

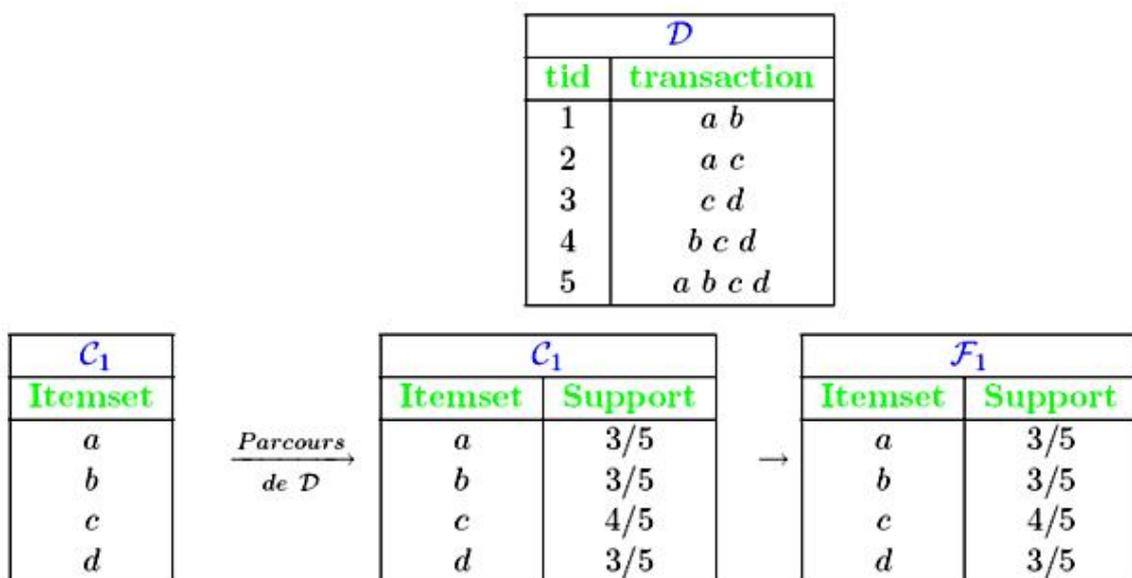
A la première itération de l'algorithme, chaque item de I est un 1-itemset de C_1 . Un premier parcours de D permet de trouver le support de chaque 1-itemset. Tous les 1-itemsets fréquents, i.e. de support supérieur ou égal à 0.4 seront gardés dans F_1 .

Afin de découvrir les 2-itemsets fréquents, Apriori effectue dans la seconde itération une jointure de $F_1 \bowtie F_1$ pour trouver l'ensemble C_2 des candidats de taille 2. Seuls les 2-candidats n'ayant pas de sous-ensembles non fréquents sont gardés. Un second parcours de D est alors effectué pour déterminer le support de chacun des 2-itemsets candidats, seuls les 2-Itemsets fréquents sont gardés dans F_2 . Ainsi l'itemset ad n'ayant pas de support suffisant est supprimé.

Les 3-itemsets sont obtenus en combinant les itemsets de F_2 deux à deux, i.e. par jointure $F_2 \bowtie F_2$. Seuls les 2-itemsets ayant le même préfixe de taille 1 sont générés. Par exemple les 2-itemsets ab et ac forment le candidat abc . On s'assure également que les candidats générés n'ont pas de sous-ensembles non fréquents. Un troisième parcours de D est alors effectué pour déterminer les 3-itemsets fréquents.

De nouveau, on effectue la jointure de $F_3 \bowtie F_3$ pour trouver l'ensemble C_4 des candidats de taille 4, qui est dans ce cas vide car on n'a plus qu'un seul élément de taille 3.

L'algorithme s'arrête alors après avoir trouvé tous les itemsets fréquents et seulement les itemsets fréquents.



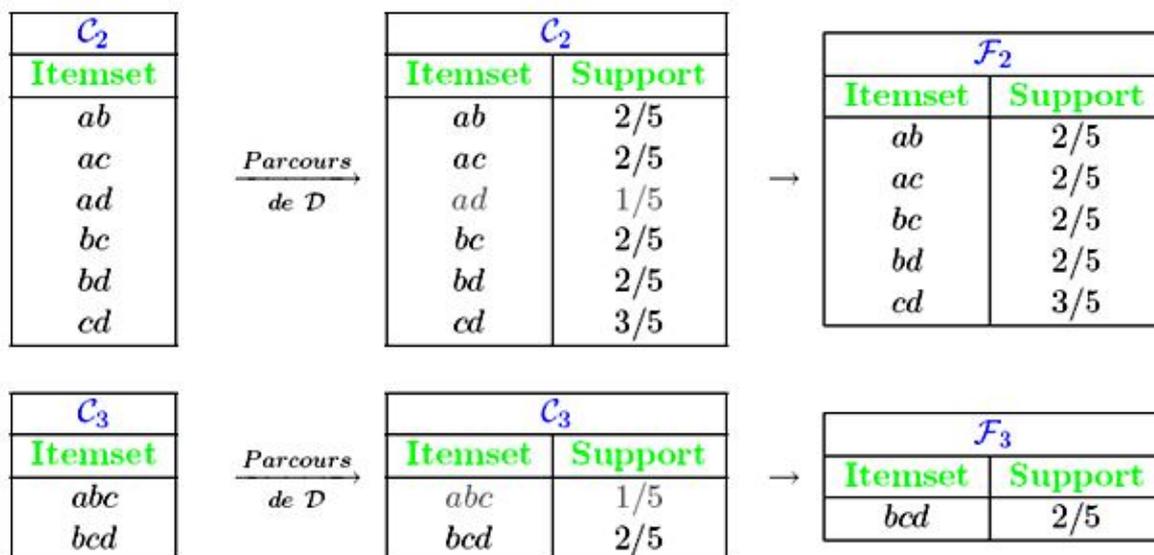


Figure3.5 : Génération des itemsets fréquents

Les tableaux ci-dessous montrent les règles d'association générées pour une confiance minimale $\phi = 60\%$.

Les règles d'association sont générées en considérant d'abord les itemsets fréquents de taille 2, puis ceux de taille 3, etc.

Itemset	N° règle	Règle	Confiance	Support	Solide ?
ab	1	a \longrightarrow b	2/3=66.66%	2/5=40.00%	Oui
	2	b \longrightarrow a	2/3=66.66%	2/5=40.00%	Oui
Ac	3	a \longrightarrow c	2/3=66.66%	2/5=40.00%	Oui
	4	c \longrightarrow a	2/4=50.00%	2/5=40.00%	Non
Bc	5	b \longrightarrow c	2/3=66.66%	2/5=40.00%	Oui
	6	c \longrightarrow b	2/4=50.00%	2/5=40.00%	Non

Bd	7	b → d	2/3=66.66%	2/5=40.00%	Oui
	8	d → b	2/3=66.66%	2/5=40.00%	Oui
Cd	9	c → d	3/4=75.00%	3/5=60.00%	Oui
	10	d → c	3/3=100.00%	3/5=60.00%	Oui
bcd	11	cd → b	2/3=66.66%	2/5=40.00%	Oui
	12	bd → c	2/2=100.00%	2/5=40.00%	Oui
	13	bc → d	2/2=100.00%	2/5=40.00	Oui
	14	d → bc	2/3=66.66%	2/5=40.00%	Oui
	15	c → bd	2/4=50.00%	2/5=40.00%	Non
	16	b → cd	2/3=66.66%	2/5=40.00%	Oui

Figure 3.6 : Génération des règles d'association

Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre les outils du datamining surtout le concept des règles d'association. Nous nous sommes en particulier basés sur la présentation de l'algorithme Apriori, objet de notre étude.

Ce domaine est de plus en plus utilisé dans plusieurs secteurs : industriel, économique,... etc. Le domaine de la téléphonie mobile n'a pas échappé à la règle. En effet, plusieurs techniques tels que le clustering, les réseaux de neurones, ...etc. ont été exploités et utilisés dans la gestion de mobilité des usagers des réseaux mobiles.

Nous présentons dans le chapitre suivant notre solution pour la construction des zones de localisation pour les utilisateurs d'un réseau mobile.



Chapitre 4
Présentation de
notre solution de
localisation

4 Présentation de notre solution de localisation

Introduction

Connaitre la position d'un mobile au cours de son déplacement est devenu un facteur important dans le domaine de la téléphonie mobile. En effet, connaitre la localisation courante du mobile nous permet d'éviter beaucoup de désagréments, notamment le gaspillage de ressources. Connaitre l'itinéraire probable que va suivre un mobile au cours de son déplacement, permet au réseau de mieux lui acheminer un appel entrant directement sans perte ou retard.

Mais la question qui se pose est : pouvons nous savoir dans quelle cellule se trouve un mobile à un moment donné avec une probabilité acceptable et une signalisation minimale.

Les algorithmes de prédiction permettent de prédire l'emplacement du mobile dans le réseau, ainsi de trouver rapidement sa zone de localisation.

Nous présentons dans ce chapitre, notre solution pour la localisation des utilisateurs, en utilisant l'une des techniques du datamining, qui est les règles d'associations, et en se basant sur une trace de déplacements. En effet, chaque utilisateur dispose d'une trace de ses déplacements habituels. Cette trace peut être récupérée dans des fichiers log des stations de base auxquelles le mobile est rattaché. A partir de laquelle on va générer des règles d'associations. Grace à ces règles générées nous pourrions déterminer les prochaines cellules à visiter par un mobile donné.

4.1 Motivation

Les mouvements des mobiles sont complexes. En effet, ces mouvements sont caractérisés par un aspect régulier pour certains usagers, un aspect aléatoire pour d'autres et ce selon certains paramètres tel que la période de déplacement (jour de semaine, weekend, vacances...etc.), ainsi que le type de personne qui se déplace (étudiant, salarier, personne âgée,...etc.).

Il est à souligner que souvent les déplacements des mobiles (usagers) sont engendrés par des besoins socio-économiques et sont régis par la topographie des routes et infrastructures couvertes par les différentes cellules composant la zone de localisation tels que : écoles, usines, supermarché, autoroute...etc.

Prenons à titre d'exemple le déplacement d'un employé qui se rend chaque matin au travail. Il y a une forte probabilité pour que celui-ci emprunte toujours le même chemin pour s'y rendre. Donc on peut considérer l'ensemble des cellules couvrant le chemin entre son lieu d'habitation et son lieu de travail comme une zone où il est probable de s'y trouver un jour de

semaine. D'où vient le but de ce travail qui cherche à représenter d'une certaine manière, les endroits fréquentés par l'utilisateur mobile et ses habitudes de déplacement, et extrapoler grâce à cela sa zone de localisation. L'extraction des règles d'association de la trace de mouvement du mobile nous permet de prédire la zone de localisation d'un mobile en connaissant les cellules qu'il avait traversées précédemment.

4.2 Historisation des mouvements

Capturer l'historique de mobilité d'un utilisateur revient à sauvegarder les différentes transitions effectuées entre les différentes cellules du réseau au cours de son déplacement. Mais on ne garde trace que des trois dernières cellules traversées. Ces informations peuvent être récupérées dans les fichiers journal des stations de base gérant la mobilité des utilisateurs. Chaque cellule maintient un historique des différents déplacements des mobiles ayant visité la cellule.

ID Mobile	Cell 1	Cell 2	Cell3
-----------	--------	--------	-------

Figure 4.1 : Structure d'une ligne d'historique

- Id mobile : c'est l'identifiant du mobile (unique pour chaque mobile).
- Cell 1 : indique la cellule la plus récente que le mobile a déjà visité.
- Cell 2 : indique la cellule que le mobile avait traversée avant de passer à la cellule cell 1.
- Cell 3 : indique la cellule que le mobile avait traversée avant de passer à la cellule cell 2.

4.3 Principe de la localisation

Pour la localisation des mobiles, nous proposons une solution qui se déroule en deux étapes principales : la première étape consiste à récupérer l'historique de déplacement du mobile qui se compose des trois dernières cellules que le mobile a traversées et la deuxième étape (qui est l'étape de localisation) consiste à exploiter cet historique et les règles d'association pour déterminer sa zone de paging.

Soit une population de N individus localisés dans une zone géographique couverte par un réseau cellulaire. Chaque individu, à part ceux qui visitent pour la première fois cette cellule, est doté de ses propres règles d'association. Quand le processus de la localisation est enclenché pour un mobile donné X , notre algorithme prend les trois dernières cellules que le mobile a traversées qui seront des entrées pour l'algorithme et en utilisant les règles

d'associations d'ordre3 de ce mobile (c'est à dire en connaissant les trois cellules qu'il avait traversées auparavant), il va prédire ses prochaines cellules probables c'est-à-dire sa zone de localisation.

L'algorithme proposé se résume comme suit :

Entrée : X le mobile pour lequel on veut prédire son paging area.

Paramètre C1 qui correspond à la plus récente cellule traversée (cellule actuelle).

Paramètre C2 qui correspond à la cellule traversée juste avant d'entrer dans C1.

Paramètre C3 qui correspond à la cellule traversée juste avant d'entrer dans C2.

Sortie : les zones de localisation.

Algorithme :

A chaque recherche

1. La recherche en utilisant les règles d'ordre 1 :

- Parcourir le fichier contenant les règles d'association d'ordre3 et comparer l'antécédent de chaque règle à C3C2C1 (dans le même ordre) s'ils sont égaux alors le conséquent de la règle représente la première zone de localisation.
- Si aucune règle n'est générée avec cet antécédent (C3C2C1) ou que le mobile ne se trouve pas dans l'ensemble des cellules composant la première zone de localisation alors passer à l'utilisation des règles d'association d'ordre2.

2. La recherche en utilisant les règles d'ordre 2 :

- Parcourir le fichier contenant les règles d'association d'ordre2 et comparer l'antécédent de chaque règle à C2C1 s'ils sont égaux alors le conséquent de la règle représente la deuxième zone de localisation.
- Si aucune règle n'est générée avec cet antécédent (C2C1) ou que le mobile ne se trouve pas dans l'ensemble des cellules composant la deuxième zone de localisation alors passer à l'utilisation des règles d'association d'ordre1.

3. La recherche en utilisant les règles d'ordre 1 :

- Dans cette étape l'algorithme compare seulement la dernière cellule connue C1 à chaque antécédent des règles d'association d'ordre1 s'ils sont égaux alors le conséquent de la règle représente la troisième zone de localisation ainsi le mobile sera paginé dans cette zone.

- Si aucune règle n'est générée avec l'antécédent C1 ou que le mobile ne se trouve pas dans cette troisième zone de localisation alors dans ce cas rechercher le mobile dans tout le réseau.

4.4 Avantages de la solution

Notre algorithme de prédiction permet la prédiction d'une façon assez simple vu que les règles qu'il utilise ne nécessitent presque aucun calcul car ce dernier est fait une bonne fois pour toute lors de la génération des règles d'association et ne reste qu'à les utiliser.

La solution n'engendre pas un grand volume de stockage, comparé aux autres solutions avec historique. En effet notre solution ne nécessite que la sauvegarde des trois derniers déplacements des mobiles ce qui permet d'exploiter les règles d'association d'ordre 3. Il est aussi possible de localiser un individu même s'il dispose de un ou deux historiques de déplacements en utilisant les règles d'association d'ordre 1 et 2 respectivement.

L'avantage le plus sensible est que la zone de paging est réduite et ne se compose que d'un petit nombre de cellules, celles qui ont la plus grande probabilité parmi toutes les autres d'être visitées par le mobile, qui est divisée en trois sous zones qui sont pagées séquentiellement ce qui induit une rapidité considérable dans le paging.

4.5 Localisation de mobiles

La procédure de localisation (paging) que nous proposons utilise un paging intelligent reposant sur la construction dynamique de zones de localisation. Notre solution repose sur la construction de quatre zones de localisations.

Procédure : Construction des zones de localisations :

- La première zone de localisation est composée des cellules prédites en utilisant les règles d'association d'ordre 3 c'est-à-dire en connaissant trois cellules que le mobile a déjà traversées. C'est dans ces cellules qu'il y a plus de chance de trouver le mobile car si le mobile traverse ces trois cellules comme il le fait d'habitude il va sûrement aller dans la cellule prédite, prenons l'exemple de l'autoroute ou bien le mobile étudiant qui part de la maison passant par la gare, puis le campus donc il va rentrer probablement dans la cité universitaire pour dormir ou rentrer chez lui s'il n'est pas résident selon ses habitudes.
- La deuxième zone est composée des cellules prédites en utilisant les règles d'association d'ordre 2 qui ont moins de chance par rapport à la zone précédente de trouver le mobile.

- La troisième zone de localisation est composée des cellules prédites en utilisant les règles d'association d'ordre 1 qui se repose juste sur la connaissance de la dernière zone de localisation. Les cellules composant cette zone ont moins de chance d'être visitées par rapport aux deux zones précédentes mais le nombre de cellules qu'elle contient est supérieur.
- La quatrième zone de localisation est composée des autres cellules du réseau.

Procédure Localisation :

- Chercher le mobile dans la première zone de localisation.
- **Si** le mobile ne s'y trouve pas **alors**
- Chercher le mobile dans la deuxième zone de localisation.
- **Si** le mobile ne s'y trouve pas **alors**
- Chercher dans la troisième zone de localisation.
- Si le mobile ne s'y trouve pas **alors** le chercher dans la quatrième zone de localisation.

Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre notre solution de localisation. Cette dernière est basée sur un algorithme de prédiction qui permet de prédire la localisation des utilisateurs mobiles selon leurs habitudes de déplacements. La prédiction de la cellule actuelle dépend étroitement de ses habitudes car les mobiles ont tendance à tourner dans les mêmes cellules entre le lieu de travail, la maison, le Magasin préféré et tous les endroits reliés à ses besoins socioéconomiques. La prédiction devra être plus précise si le paramètre de l'heure est ajouté aux règles car le moment de se déplacer peut engendrer un grand changement dans la destination. De ce fait, connaître le comportement habituel d'un individu nous permet de prédire le plus correct possible ses zones de localisation.

Nous avons proposé une solution de localisation reposant sur notre algorithme de prédiction. Cette solution consiste à chercher d'abord le mobile dans les cellules où il est plus probable de s'y trouver.

Le chapitre suivant sera consacré à l'évaluation de notre solution et l'interprétation des résultats de simulations.



Chapitre 5
Implémentation et
Simulation

5 Implémentation et Simulation

Introduction

Nous avons présenté dans le chapitre précédent notre solution de localisation, pour l'évaluer nous avons utilisé deux simulateurs. Le premier est un simulateur de mouvements basé sur un modèle de mobilité réaliste dit modèle d'activité. Ce simulateur produit une trace de déplacements d'un ensemble d'utilisateurs sur une période de temps déterminée en se basant sur des statistiques de déplacements effectués sur une longue période.

Le deuxième est un simulateur que nous avons implémenté en java modélisant un réseau cellulaire utilisant notre solution.

Nous présentons dans ce chapitre l'architecture de l'algorithme que nous avons utilisé pour l'implémentation de notre solution, ainsi que les résultats des simulations effectuées.

5.1 Modèles de mobilité

L'évaluation des performances d'une solution de prédiction donnée par simulation est étroitement liée au choix du modèle de mobilité à prendre en considération.

Un modèle de mobilité est par définition un modèle qui décrit l'activité de déplacements des utilisateurs du réseau. Il dépend généralement des mouvements des usagers simulés, la vitesse et la direction des déplacements effectués, ainsi que du temps de résidence dans les différentes cellules [51- 52].

Le modèle de mobilité joue un rôle capital lorsqu'on traite des problèmes qui se réfèrent au domaine des réseaux cellulaires, tel que l'allocation de ressource, le Handover, la gestion de mobilité, ainsi que la prédiction de cellules. Il est donc primordial d'utiliser un modèle de mobilité le plus réaliste possible, c'est-à-dire qui reproduit de façon réaliste le comportement et les mouvements des utilisateurs dans le réseau.

Plusieurs modèles de mobilité ont été présentés dont voici les plus utilisés.

5.1.1 Modèle markovien

Ce modèle définit des probabilités différentes des mouvements des utilisateurs d'une cellule à une autre [53]. Ainsi les cellules adjacentes ont des probabilités distinctes d'être visitées par un utilisateur. Le calcul de ces probabilités individuelles dépend de l'historique des mouvements accomplis. Il suppose qu'un utilisateur a plus de probabilité de suivre la même direction.

5.1.2 Modèle aléatoire

Dans ce modèle, les mouvements des utilisateurs sont dictés d'une manière aléatoire. Un utilisateur peut se rendre dans n'importe quelle cellule voisine et à tout moment ; ce qui rend la probabilité de visiter une cellule voisine la même pour toutes les cellules adjacentes.

P_i : la probabilité de visiter la cellule $i = 1/6$ (toutes les cellules voisines ont la même chance d'être visitées)

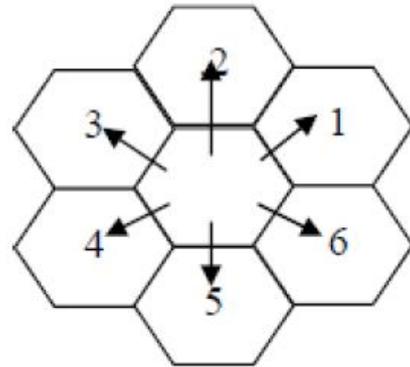


Figure 5.1: Principe du modèle de mobilité aléatoire

5.1.3 Modèles collectifs

Le modèle collectif est le modèle le plus ancien de la planification des transports. Le comportement d'un groupe d'individus ayant le même profil est modélisé en fonction d'un ensemble d'indicateurs socio-économique tel que l'âge, le salaire,... etc. [54]

5.1.4 Modèles individuels

Le modèle individuel a été introduit pour combler les insuffisances et les limites du modèle collectif. Le but étant de modéliser le comportement individuel des utilisateurs [55].

Le principe de ce modèle est que les utilisateurs n'agissent pas de façon aléatoire, mais leurs comportements sont engendrés par leurs besoins socio-économiques.

5.1.5 Modèle d'activité

Le modèle d'activité reflète le comportement individuel des utilisateurs en prenant en considération plusieurs paramètres. Ceux-ci peuvent être l'espace, l'activité des utilisateurs, ainsi que le temps de début et la durée de ces activités. [56]

Dans ce modèle, un déplacement est considéré comme un acte dérivé d'un besoin ou d'un objectif. Connaître l'activité journalière d'une population peut expliquer son comportement relatif aux déplacements et permettre, ainsi, la prévision des déplacements futurs.

5.2 Le simulateur de mouvement

Pour l'évaluation de notre solution, nous avons utilisé le simulateur de mouvement présenté dans [57]. Ce simulateur est basé sur un modèle d'activité et est implémenté en java. Il repose sur les résultats de statistiques conduites dans la région de Waterloo en 1987 qui reproduisent les déplacements journaliers d'une population sur cinq années d'observation.

Les résultats ont montré que la population peut être divisée en quatre groupes principaux :

1. Employés à plein temps
2. Employés à mi-temps
3. Etudiants
4. Non employé

Chaque déplacement de ces individus est associé à une activité. Elles sont classées en 9 catégories :

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. Travail, | 6. Raison sociale |
| 2. Relatif au travail | 7. Raisons personnelles |
| 3. Ecole | 8. Retour à la maison |
| 4. Passager de service | 9. Autre |
| 5. Achats | |

Une activité est caractérisée par l'horaire de début, la durée et la zone dans laquelle elle se déroule. Les données récoltées sont regroupées dans une table dite matrice de transitions d'activités (fig 5.2). Elle contient les probabilités de transition d'une activité à une autre en fonction de la catégorie de l'utilisateur et l'horaire.

La durée moyenne de chaque activité est aussi calculée et regroupée dans une table dite matrice des durées (fig 5.3) en fonction de la catégorie des utilisateurs et de l'horaire.

Catégorie utilisateur	Horaire	Activité précédente	Activité suivante	Probabilité
1	4	8	1	0,351724
1	4	8	2	0,393103
....
1	4	8	8	0,962345
1	4	8	9	1,000000

Figure 5.2 : Matrice de transition d'activité

Catégorie utilisateur	Horaire	Activité	Durée	Probabilité
0	7	6	400	0,974359
0	7	6	460	0,987179
0	7	6	540	1,000000
0	7	7	0	0,125654
0	7	7	5	0,235602

Figure 5.3 : Matrice des durées

Les statistiques conduites dans la région de Waterloo ont permis de diviser le territoire en 45 cellules. La figure 5.2 donne la décomposition de la zone en cellules et les chemins les reliant. Le fonctionnement du simulateur est décrit dans la figure 5.4. Il génère des événements de déplacements basés sur l'activité des utilisateurs. Au lancement, le simulateur crée l'ensemble des utilisateurs et les répartie dans les 45 cellules. Chaque utilisateur est affecté à l'une des 4 catégories. L'activité actuelle est initialisée à maison et l'heure actuelle à 8h.

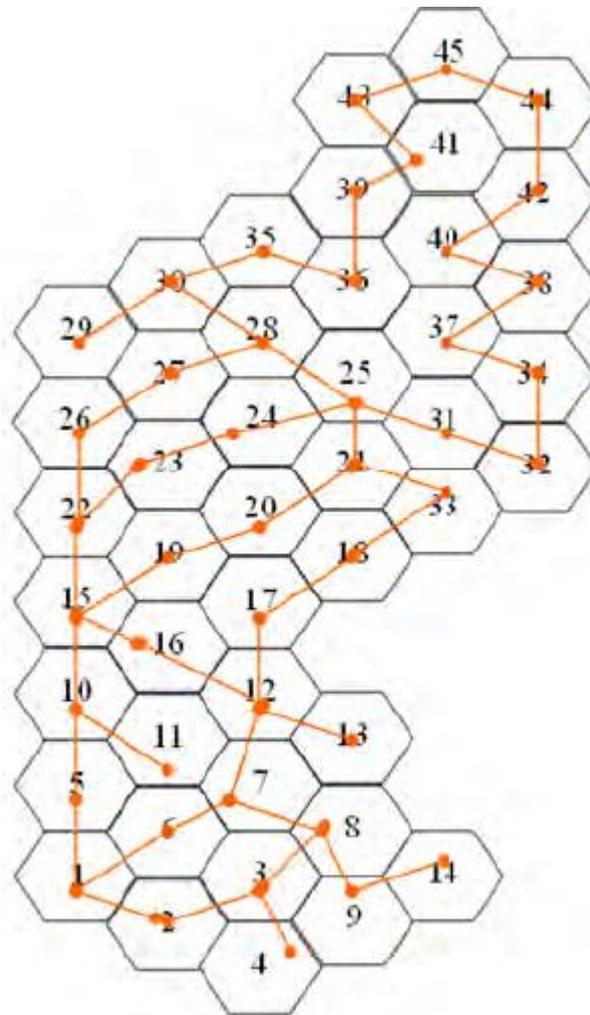


Figure 5.4 : Répartition en cellules et leurs chemins

A partir des informations actuelles, le simulateur sélectionne pour chaque utilisateur l'activité suivante en utilisant la matrice de transition d'activité ainsi que la durée de cette activité en se basant sur la matrice des durées. En utilisant le fichier topographique, le simulateur sélectionne la cellule où l'activité sera effectuée, ainsi que le chemin pour atteindre cette cellule. Le simulateur génère ensuite un ensemble d'événements de déplacements de cellules en cellules jusqu'à la cellule cible.

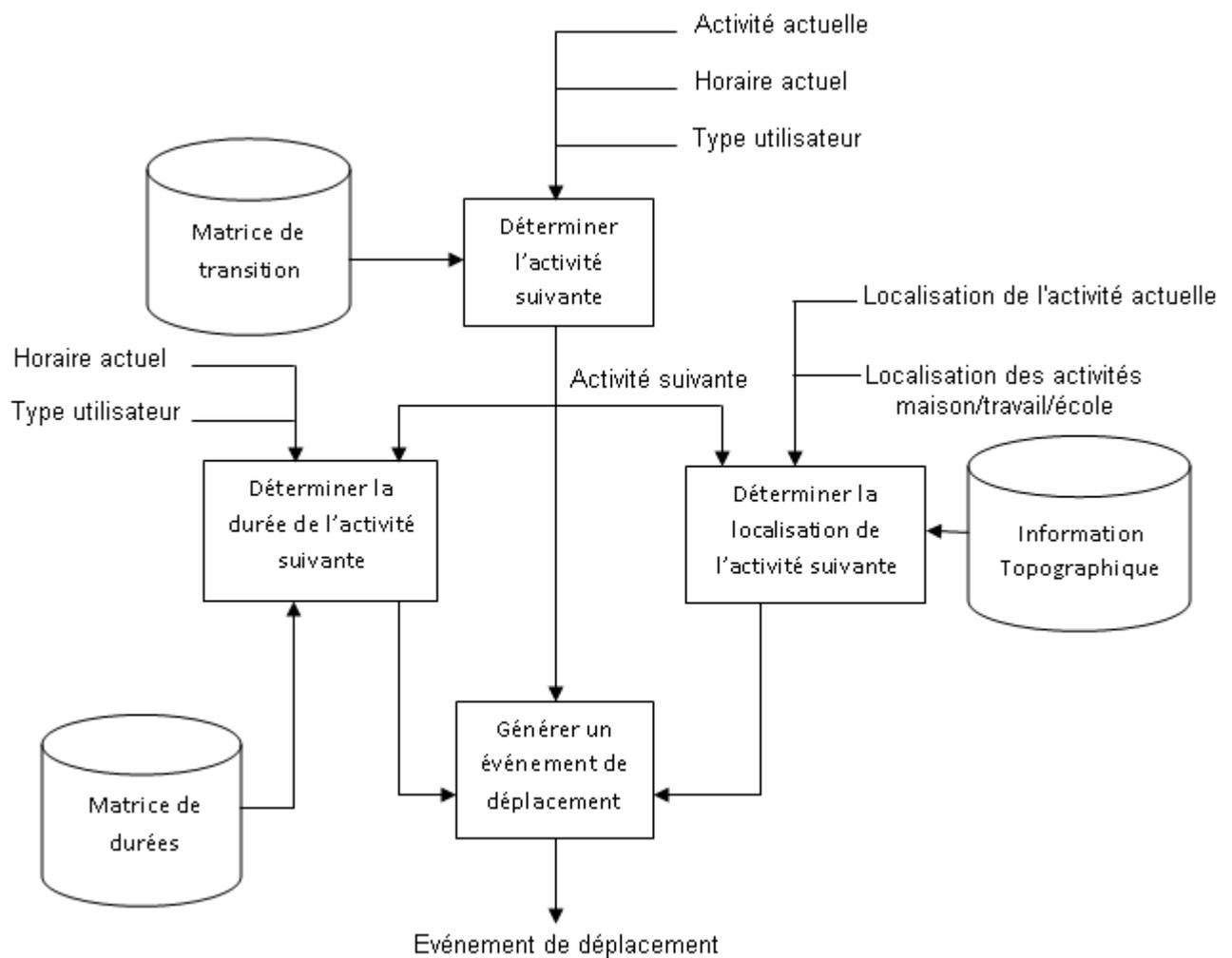


Figure 5.5 : Fonctionnement du simulateur de mouvements

Le simulateur crée enfin un fichier trace contenant tous les déplacements (Figure 5.6). Une ligne du fichier trace contient les éléments suivants :

- Id mobile : identifiant du mobile.
- Cell source : indique la cellule d'où vient le mobile.
- Cell dest : indique la cellule où le mobile est allé.

Id Mobile	Cell Source	Dest Cell
...
7	5	10
6	30	35
6	35	36
10	1	2
0	44	45
...

Figure 5.6 : Aperçu du fichier trace

5.3 Simulation de notre solution

Afin d'évaluer notre solution, nous avons réalisé un simulateur basé sur une trace de déplacement obtenue par le modèle d'activité précédent.

Notre simulateur est implémenté en java. Il est composé des classes suivantes :

- ✚ La classe Reorganiser :

Cette classe permet de Reorganiser le fichier trace de déplacements obtenue du simulateur de mouvement de façon à avoir sur chaque ligne l'Id du mobile et les quatre dernières cellules qu'il a traversés pour permettre la création des règles d'association d'ordre3.

- ✚ La classe Regle1 :

Cette classe permet de créer à partir du fichier trace, pour chaque utilisateur, les règles d'association d'ordre1, c'est-à-dire l'antécédent de la règle ne va contenir qu'un seul élément c'est la dernière cellule de localisation, et déterminer ensuite la zone de paging qui va avec cette cellule.

Elle procède comme suit :

Pour chaque transaction contenue dans le fichier trace, elle calcule le support et la confiance, si ces deux normes ont des valeurs supérieures ou égales aux valeurs minimales exigées alors générer la transaction comme étant une règle d'association d'ordre1. Ensuite elle combine les règles qui ont le même antécédent et forme dans le conséquent la zone de paging pour ne pas la recalculer a chaque itération de l'algorithme.

- ✚ La classe Regle2 :

Cette classe permet de créer, pour chaque utilisateur, les règles d'association d'ordre2 en se basant sur le fichier trace et les règles d'association d'ordre1. Elle procède de la

même manière que la classe précédente, sauf que cette fois elle ne crée que les règles qui respectent les valeurs exigées du support et de confiance et qui ont un antécédent parmi les règles d'ordre1.

✚ La classe Regle3 :

Cette classe permet de créer les règles d'association d'ordre3 en se basant sur le fichier trace et les règles d'association d'ordre2. Elle ne crée que les règles qui respectent les valeurs exigées du support et de confiance et qui ont un antécédent parmi les règles d'ordre2.

✚ La classe Localisation3 :

Cette classe permet de créer la première zone de localisation en se basant sur les règles d'associations d'ordre3 obtenues de la classe Regle3. Elle procède comme suit :

- Elle prend en entrées quatre paramètres : les trois dernières cellules de localisation et l'ID du mobile.
- Parcourt le fichier contenant les règles d'ordre3, pour chaque règle si L'id du mobile égale celui du paramètre et que l'antécédent de la règle égale aux trois cellules paramètres alors elle génère en sortie le conséquent de la règle comme étant la première zone de localisation (c'est dans cette zone que le premier cycle de paging va être appliqué).

✚ La classe Localisation2 :

Cette classe permet de créer la deuxième zone de localisation en se basant sur les règles d'ordre2 obtenues de la classe Regle2. Elle procède comme suit :

- Elle prend en entrées trois paramètres : la dernière et l'avant dernière cellule de localisation et l'ID du mobile.
- Parcourt le fichier contenant les règles d'ordre2, pour chaque règle si L'id du mobile égale celui du paramètre et que l'antécédent de la règle égale aux deux cellules paramètres alors elle génère en sortie le conséquent de la règle comme étant la deuxième zone de localisation (c'est dans cette zone que le second cycle de paging va être appliqué).

✚ La classe Localisation1 :

Cette classe permet de créer la troisième zone de localisation en se basant sur les règles d'ordre1 obtenues de la classe Regle1. Elle procède comme suit :

- Elle prend en entrées deux paramètres : la dernière cellule de localisation et l'ID du mobile.

- Parcourt le fichier contenant les règles d'ordre1, pour chaque règle si l'ID du mobile égale celui du paramètre et que l'antécédent de la règle égale à la cellule du paramètre alors elle génère le conséquent de la règle comme étant la troisième zone de localisation (c'est dans cette zone que le troisième cycle de paging va être appliqué).

5.4 Evaluation de l'algorithme de prédiction

Pour évaluer notre algorithme, un ensemble de simulations a été effectué. Son efficacité est évaluée sur la base du taux de localisation correct qui est le rapport entre le nombre de localisations correctes sur le nombre total de localisation effectuées.

Notre algorithme lit les dernières cellules de déplacements obtenues du simulateur de mouvement qui sont actualisées à chaque mise à jour de la localisation. A chaque fois qu'on a besoin de localiser un mobile, le processus de paging est enclenché et la zone à pager est déterminée grâce aux dernières cellules de localisation et aux règles d'association. On calcule ensuite le nombre localisations corrects sur le nombre total de d'opérations pour obtenir le taux de localisation correctes.

Nous avons gardé la structure du réseau formé à l'origine de 45 cellules et la structure topographique des lieux (chemins,...etc). Le nombre d'individus dans le réseau est de 50, répartis aléatoirement sur les 45 cellules.

Les seuls paramètres qui influent directement sur le choix de la zone de localisation sont :

Le paramètre C qui est la valeur minimal pour la confiance. Et le paramètre S qui est la valeur à prendre pour la Support. Mais la prise en compte du support nécessite trace très volumineuse ainsi on va se limiter juste à étudier l'effet du paramètre C.

5.4.1. Effet du paramètre C sur le taux de localisation réussi en utilisant les règles d'associations d'ordre 1

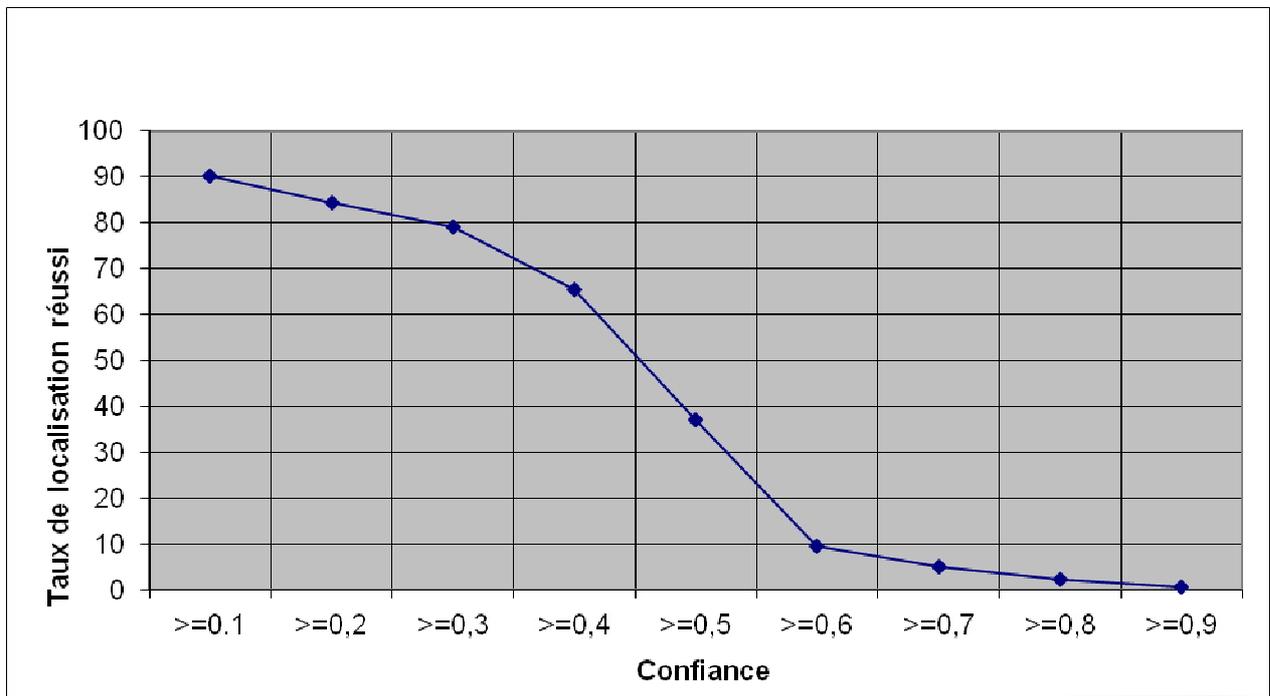


Figure 5.7 : Variation du taux de localisation réussi en utilisant les règles d'ordre 1 en fonction du paramètre C

La simulation suivante a pour but d'étudier l'effet de la valeur de C et de trouver sa valeur optimale. Pour la réalisation des simulations, nous avons fait varier le paramètre C. La figure 5.4 donne le taux de prédiction obtenu pour une variation de C.

La courbe obtenue montre que le taux de prédiction décroît au fur et à mesure que la valeur de C augmente. Mais on remarque deux cas extrêmes lorsque $C \leq 0.3$ et lorsque $C \geq 0.6$.

Le premier cas on a un taux très élevé de prédiction mais l'inconvénient est que le nombre de cellules pagées est aussi très élevé.

Le deuxième cas on a un très mauvais taux de prédiction car toutes les règles sont éliminées du à leur faible confiance.

Alors pour les règles d'ordre 1 la valeur optimale de est $C \geq 0.4$ pour avoir un bon taux de prédiction de 65.5%, moins d'espace mémoire occupé par les règles d'association et un nombre optimal de cellules formant une zone (pas très grand et pas très petit).

5.4.2. Effet du paramètre C sur le taux de localisation réussi en utilisant les règles d'associations d'ordre 2

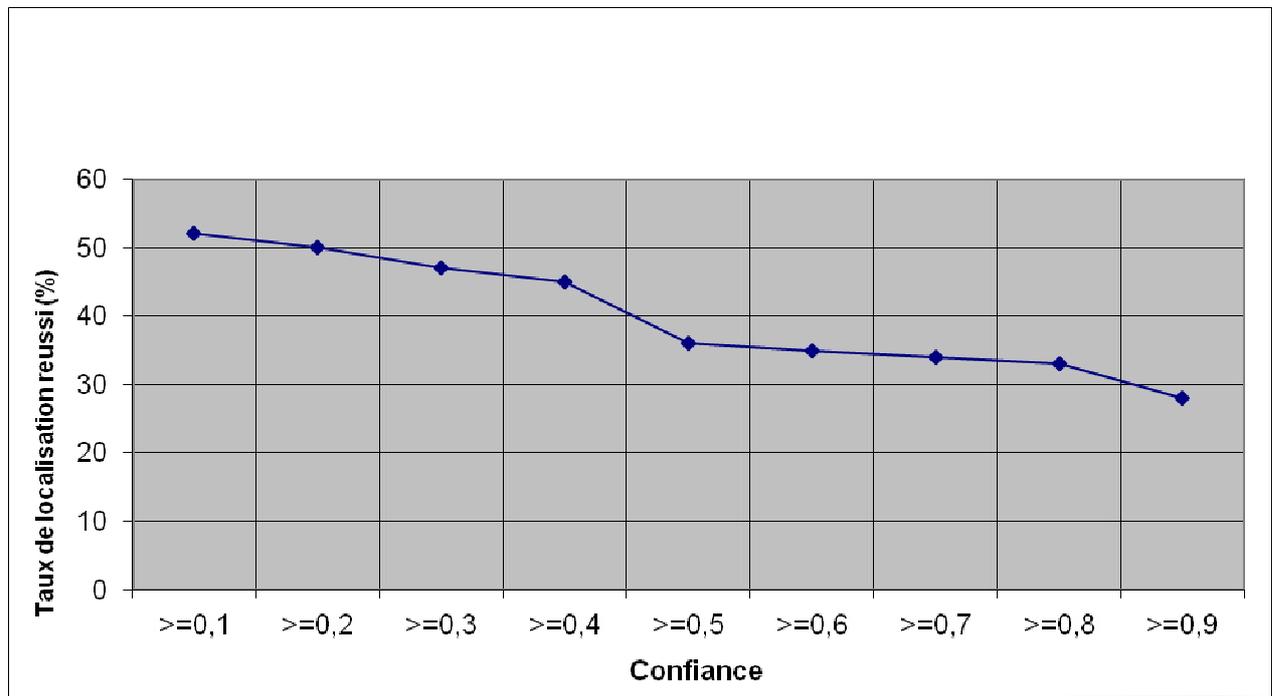


Figure 5.8 : Variation du taux de localisation réussi en utilisant les règles d'ordre 2 en fonction du paramètre C

Le taux de prédiction est acceptable mais n'est pas très élevé vu que le nombre de règles a diminué. On va opter dans cette solution pour $C \geq 60\%$ car on a un bon taux de localisations correctes et pas trop de cellules pour le paging.

On remarque aussi que même avec les plus grandes valeurs de C on n'est pas arrivé à des taux très mauvais comme dans le cas de la solution précédente car ici la plupart des règles ont des valeurs importantes de C (plus sûres) donc même si on augmente C il ne y'aura pas assez de règles qui seront éliminées.

La zone de localisation obtenue contient moins de cellules que celle obtenue précédemment mais elles ont plus de chance d'être visitées.

5.4.3. Effet du paramètre C sur le taux de localisation réussi en utilisant les règles d'associations d'ordre 3

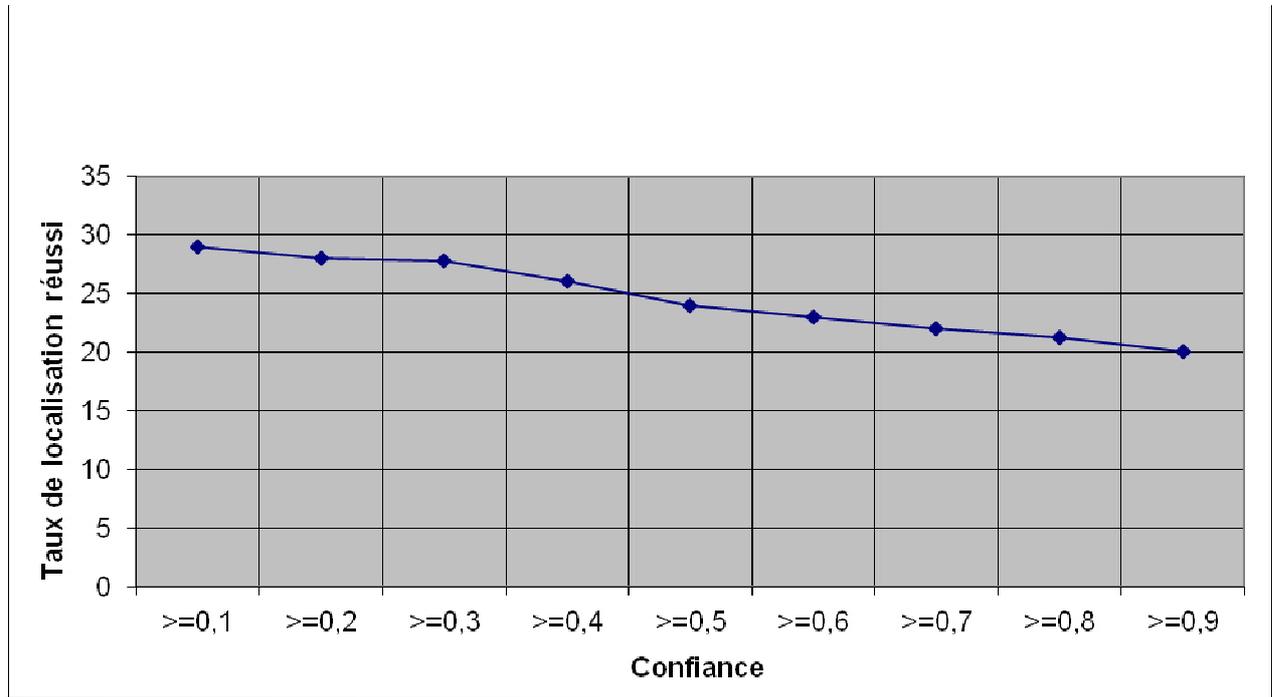


Figure 5.9 : Variation du taux de localisation en utilisant les règles d'ordre 3 en fonction du paramètre C

Le taux de prédiction est presque le même car même si on augmente la valeur minimale exigée de la confiance, les règles ne sont pas perdus car 90% d'entre elles ont une confiance $C \geq 70\%$. Donc ces règles sont beaucoup plus sûres et la zone de paging obtenue a un nombre très restreint de cellules (1 ou 2) mais avec une très grande probabilité (70% au minimum) que le mobile soit localisé dans cette zone. Donc on va opter pour $C \geq 70\%$.

On remarque que le taux n'est pas satisfaisant et cela est dû au nombre très réduit de règles, ceci est dû essentiellement à l'insuffisance de la trace utilisée.

5.4.4. Le taux de localisation réussi globale en fonction de la confiance

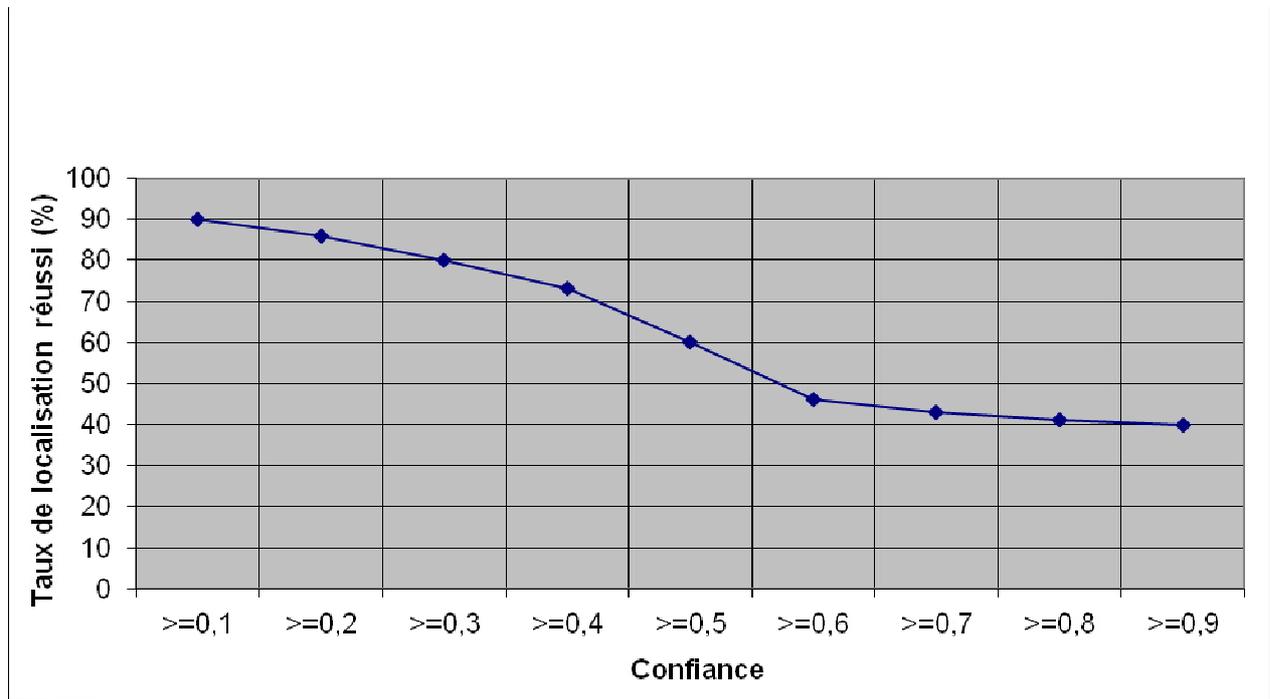


Figure 5.10 Variation du taux globale de localisation réussi en fonction de la confiance C

On fixe la confiance pour les règles d'association d'ordre 2 à $C \geq 0.6$ et pour les règles d'association d'ordre 3 à 0.7 et on fait varier la confiance pour les règles d'ordre 1.

La valeur optimal de C est ≥ 0.4 comme on a déjà fixé avant et le taux de localisation réussi globale obtenue est de 73%.

On a évité de prendre des petites valeurs pour la confiance même si elles donnent un taux plus élevé parce que le nombre de cellules à mettre dans le paging est aussi élevé, on risque d'inonder tous le réseau, donc on va passer à coté de l'objectif de notre travail qui tient à retrouver le mobile en pageant le minimum de cellules possibles, mais avec de grandes valeurs de la confiance les règles seront plus sûres et la chance de localiser le mobile dans les quelques cellules prédites (4 pour l'ordre 1, 3 pour l'ordre 2 et 2 pour l'ordre 3) est grande.

Si les règles avaient un support satisfaisant, nous pourrions obtenir un taux beaucoup plus élevé.

Toutefois nous gardons ces règles car elles permettent de construire des zones de localisation formées de peu de cellules à pager avec un taux de réussite acceptable.

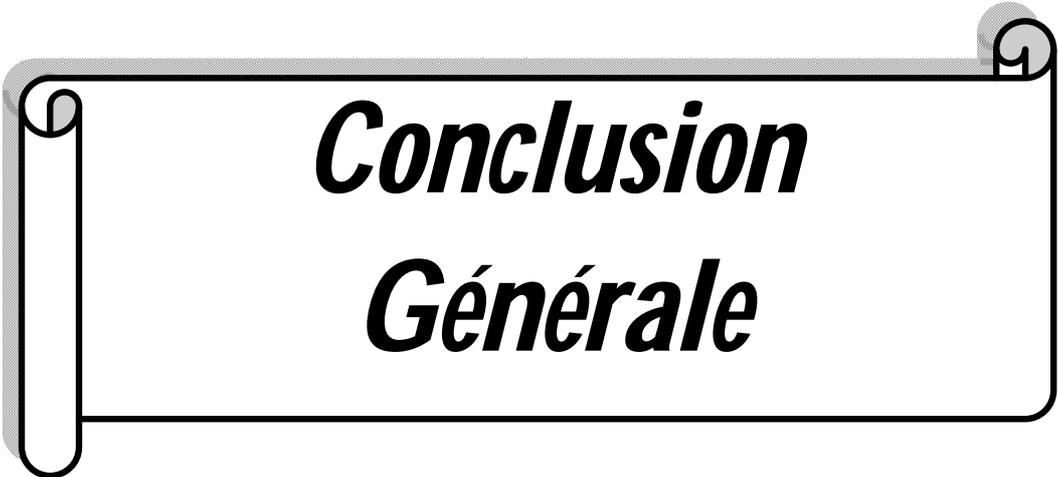
L'utilisation de notre technique de localisation a permis de prédire correctement 73% des localisations des mobiles avec l'utilisation des règles d'association. Le simulateur de

mouvement que nous avons utilisé ne permet de prendre en compte que d'un seul paramètre lors de la prédiction. C'est le paramètre identifiant utilisateur.

Nous estimons qu'un fichier trace contenant plus d'attributs comme le moment de déplacement (matinée, la journée, le soir,...etc), et le profil du mobile pourra prendre en charge les nouveaux utilisateurs qui ne disposent pas de trace de déplacements augmentera de façon significative le taux de prédiction obtenu.

Conclusion

L'utilisation d'un modèle de mobilité réaliste nous a permis une évaluation plus objective de notre algorithme. La simulation de notre solution montre que le taux de localisation réussi des utilisateurs est de 73%. L'efficacité de la solution est déductible à partir du taux de prédiction obtenu. Ce taux est obtenu en ne tenant compte lors de la génération des règles d'associations que d'un seul paramètre, c'est le paramètre identifiant utilisateur, l'utilisation d'autres paramètres comme le moment de déplacement et le profil du mobile augmentera de façon significative le taux de prédiction obtenu.



***Conclusion
Générale***

Conclusion générale

Les utilisateurs des réseaux mobiles qui, désormais peuvent exécuter des applications multimédias et temps réel sur leurs mobiles, sont de plus en plus exigeant en qualité de service. Néanmoins, la mobilité de ces utilisateurs engendre bien des désagréments tels que les retards de transmission, l'impossibilité d'établir des liaisons ou encore les interruptions et les déconnexions brusques.

Dans ce mémoire, nous avons traité le problème de la localisation dans les réseaux mobiles de troisième génération. Ce problème est d'autant plus important qu'il a fait l'objet de nombreuses recherches. En effet, pouvoir localiser un mobile au cours de son déplacement, permet de lui acheminer les appels et les données dans les délais.

La solution que nous avons proposée dans ce mémoire consiste à construire dynamiquement les zones de localisation en utilisant les règles d'associations basées sur l'algorithme APRIORI. Autrement dit, déterminer dans quelle cellule se trouve un mobile à un moment donné.

Notre approche permet la localisation correcte des mobiles à un taux de 73%, malgré l'utilisation que d'un seul paramètre l'identificateur du mobile avec aucun autre attribut comme par exemple le moment de déplacement ou le profil de mobile.

La prédiction des déplacements joue un grand rôle dans la gestion de la mobilité, car la connaissance de la position d'un mobile par le système à l'avance, lui permettra un gain de temps lors de sa recherche (paging). En effet, le nombre de cellule à pager deviendra limité et réduit, donc il sera plus rapide au réseau de le localiser.

Pour l'évaluation de cette approche, nous avons utilisé un modèle de mobilité réaliste qui reproduit les déplacements d'une population dans une ville ce qui nous permet d'avoir des résultats plus ou moins proche de la réalité.

Au terme de notre travail, nous prévoyons des perspectives comme la possibilité d'intégrer le profil de l'utilisateur ainsi que le moment de déplacements pour améliorer le taux de localisation.

Nous pouvons également envisager l'utilisation des règles d'association pour la prédiction de l'itinéraire du mobile.



Bibliographie

Bibliographie

- [1] Fabrice Lemainque « Tous sur les réseaux sans fil » DUNOD 2005
- [2] V. Kumar, F. Carrez, J. Riganati « Technologies clés pour les réseaux ad hoc » Revue des télécommunications d'ALCATEL p 207 – 209 2001.
- [3] Lee (W.C.Y), Mc Graw-Hill «Mobile cellular telecommunication system » 2ème édition 1995: [4] Thiery Lucidarme «Principe de radio communication de 3G: GSM, GPRS, UMTS» Vuibert informatique 2002
- [5] P. Rouault, B. Tabaries, « UMTS », Cours Architectures Réseaux Couches Basses, DESSTNI Montpellier, Administration et Sécurité des réseaux, Décembre 2004.
- [6] C. DEMOULIN, M. VAN DROOGENBROECK. Principes de base du fonctionnement du réseau GSM. Revue de l'AIM, pages 3.18, N04, 2004.)
- [7] Pierre Brisson, Peter Kropf « Global system for mobile communication GSM » the international engineering consortium
- [8] K.Alagha, G.Pujolle, G.Vivier, « Réseaux de mobile et Réseaux sans fil ».EditionEyrolles, France, 2001.
- [9] Jyh-Cheng. Chen and Tao Zhang. IP-Based Next-Generation Wireless Networks: Systems, Architectures, and Protocols. John Wiley et Sons, Inc., 2004.
- [10] (Hsiao-Hwa Chen et Mohsen Guizani. Next Generation Wireless Systems and Networks. A John Wiley et Sons, Inc., Publication, 2006.).
- [11] Amotz Bar-Noy, Ilan Kessler, Moshe sidi «Mobile user: to update or not to update? » ACM/Balzer Journal of wireless network
- [12] P.G.Escalle, V.C.Giner, and M.Oltra «Reducing Location update and paging costs in a PCS network » IEEE January 2002
- [13] P. Krishna, N. H. Vaidya, D. K. Pradhan; « Static and dynamic location management in distributed mobile environements » 3rd international conference on parallel and distributed information system 1994.
- [14] Wireless networks 8. 121-135, 2002 «Le zi update: an information theoretic frame work for personal mobility tracking in PCS networks»
- [15] Amotzhar noy, Ilan Kessler; «Tracking mobile users in wireless communication network»; IEEE transaction in information theory vol 39 N° 6 11/93
- [16] R. Subrata, Ay. Zomaya; «Evolving cellular automata for location management in mobile

computing network» paralle and distributed system IEEE 2003

[17] B. Sidhu, H. Singh; «Location management in cellular networks»; proceeding of world academy of science, engineering & technology vol 21, 2007

[18] James Cowling; «Dynamic location management in heterogeneous cellular networks» university of Sydney Australia 2004

[19] Korea science & engineering foundation, CCSA 2005 pp; 528-537; «Performance analysis and optimization of an improved dynamic movement based location update scheme in mobile cellular network»

[20] Vincent W-S Wong, Victor C. M. Leung; «Location management for next generation personal communication network» Department of electrical and computer engineering, university of British Columbia, IEEE 2000

[21] N.Das «Performance analysis of dynamic location updation strategie for mobile user» proceeding of the international conference of distributed computing system

[22] Z. Naor, H. Levy (NL.98) «Minimizing the wireless cost of tracking mobile user: an adaptive threshold scheme»

[23] C. Rose, Roy Rites; «Minimizing the average cost of paging under delay constraints» wireless network 1 211-219

[24] B. Krishnamachari, R. H Gaw «Optimal sequential paging in cellular wireless network»121- 131 2004 Kluwer academic publishers

[25] Claude Castellucia «Extending mobile IP with adaptive individual paging: a performance analysis» INRIR 1999

[26] H. Tuando, Y. Onozato; «A comparison of different paging mechanisms for mobile IP» springer science 2006 wireless network 379-395

[27] V. Vorgelesgt. Advanced Reservation of Bandwidth in Computer Networks. These doctorale, Universit´e de Berlin, 2004.

[28] J. Zander and O. Queseth. Radio Ressource Management for Wireless Networks. Artech House, Inc. Norwood, MA, USA, 2004.

[29] C. Perkins. IP Mobility Support. IETF, RFC, Coctobre 1996.

[30] Barbara Hernandez et Patrice Tremblay, LA TÉLÉPHONIE SUR IP, Centre d.expertise des grands organismes (CEGO), fevrier 2007.

[31] J Han, M Kamber Morgan Kaufmann 2000« Data mining concepts & techniques» ISBN 2ème édition 2006

[32] Jamil Saquer; « A data mining course for computer science and non computer science students» Missouri state university 2007

- [33] Paul Balez, Mathieu Beal ; « Algorithme du datamining» EPITA Fev 2002
- [34] Chapter 2 datamining algorithm, Hardcover 2008 « Datamining and applications ingenomics»
- [35] A. Djebbloun ; « Le data mining» université de boumerdes 2008
- [36] Nicolas pasquier; « Datamining: algorithme d'extraction et de réduction des règles d'association dans les bases de données» thèse doctorat 2000
- [37] R Agrawal, RSrikant ; « In proceedings of the 11th international conference on dataengineering » IEEE Press 95
- [38] R Agrawal, T imielinski, A Swami ; « Mining association rules between sets of items in large data bases» ACM press 93
- [39]
- [40]
- [41] I. Feathertone, N. Zhang « Amobility monitoring based advance reservation protocol» Q2Swin& 06 spin Oct 2006
- [42]CK Chua, SM Jiang; «Measurement based dynamic bandwidth reservation scheme for handoff in mobile multimedia networks» conference on universal personal communication Oct 98
- [43] S Das, R Jayaram, N Kakani; « A call admission & control scheme for QOS provisioning in next generation wireless networks» wireless network 6 2000
- [44] Roland Zander, J M Karlsson; « Predictive and adaptive resource reservation (PARR) for cellular network» International journal of wireless information networks Vol 11 N°03 July 2004
- [45] M.A.Al Sanabani, SK Shamala, M. Othman, Z A Zukarnain; « Multiclass bandwidth reservation scheme based on mobility prediction for handoff in multimedia wireless/mobile cellular networks» wireless personal communication 2008
- [46] M Daoui « Reservation de ressource et prediction de cellule dans un réseau mobile 3G» these doctorat 2009
- [47] M.Daoui, A.M'Zoughi, M.Lalam, R. Aoudjid, M. Belkadi «Forecasting models, methods and applications, mobility prediction in cellular networks». I-concepts press 2010
- [48] D Katsaros, A Nanopoulos, M Karakaya, G Yavas, O Ulusoy, yanis Manolopoulos; « Clustering mobile trajectories for resource allocation in mobile environments» LNCS 2810 2003
- [49] RMA Mateo, M Lee, J Lee; « Ubiquitous middle ware using mobility prediction based on neuro association mining for adaptive distributed object system» AISC 61 2009

- [50] Melle. CHAMEK Linda « localisation des mobiles par une stratégie de prediction, en se basant sur l'une des techniques du datamining, qui est la classification, et en utilisant un historique des déplacements». Mémoire Magister 2011.
- [51] F.Khan, D. Zeglache « Effect of cell residence time distribution on the performance of cellular mobile network» ; IEEE VTC 1997.
- [52] P. Orlik, SS. Rappaport « Traffic performance and mobility modeling of cellular communication with mixed platforms & highly variable mobility» ; Proc IEEE, vol 86, 1998
- [53] R. Subrata, AY. Zomaya « Location management in mobile computing»; ACS/ IEEE International conference 2001
- [54] K. Hsing Chiang, N. Shenoy « A 2-d random walk mobility model for location management studies in wireless networks»; Vehicular Technology IEEE 2004
- [55] N. Oppenheim « urban travel demand modeling from individual choices to general equilibrium»; 1995
- [56] K. W. Axhausen, T. Garling « Activity based approche to travel analysis: conceptual frameworks, models and research problem»; 1992
- [57] J. Scourias and T. Kunz, « An Activity-based Mobility Model and Location Management Simulation Framework», Proc., Second ACM International Workshop on Modeling, Analysis and Simulation of Wireless and Mobile Systems (MSWiM), 1999, PP. 61-68.
- [58] J. M. François and G. Leduc, Mobility prediction's Influence on QoS in Wireless Networks: "A Study on a Call Admission Algorithm. In proc. Of 3rd International Symposium on Modeling and Optimization in Mobile, Ad-hoc and Wireless networks(WiOpt)", Trentino, Italy, April 2005, IEEE Press