



Université Mouloud MAMMERRI Tizi-Ouzou
Faculté de Génie électrique et Informatique
Département Informatique



Mémoire de fin d'études

*En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Informatique
Option Réseaux, Mobilité et Systèmes embarqués*

*Gestion du Handoff et réservation de
ressources dans les réseaux cellulaires
mobiles*

Réalisé par :

AITDRIS Adel

ABANE Samir

Promotrice : **L.CHAMAK**

Président de jury : **M.DAOUI**

Examineurs :

R.AOUDJIT & M.BELKADI

Année Universitaire 2013/2014

Remerciements

*Nous remercions dieu de nous avoir mit sur le chemin du
savoir.*

*Nous tenons à adresser ici nos remerciements aux personnes
qui nous ont apportés de l'aide et qui ont participé à
l'élaboration de ce mémoire.*

*Nous tenons aussi à remercier particulièrement notre
promotrice madame CHAMEK LINDA qui nous a
accompagnés et nous aiguiller durant les six mois de travail
sur notre mémoire.*

*Nos remerciements vont également aux membres du jury pour
l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner et juger
notre travail.*

Table des matières

Listes des acronymes

Introduction générale1

I) Les réseaux Cellulaires

Introduction 2

I-1 Concept cellulaire..... 3

I-2) communication dans les réseaux cellulaire..... 4

I-2-1) Gestion de la mobilité..... 5

I-2-2) le paging5

I-2-3) gestion des appels..... 6

I-2-4) gestion des ressources radio.....6

I-3) méthodes d'accès multiple dans les réseaux cellulaire radio.....7

I-4) les différentes générations de réseaux cellulaire.....7

I-4-1) première génération (1G)8

I-4-2) Deuxième génération (2G)..... 8

I-4-2-1) Architecture du GSM..... 9

I-4-2-2) HSCSD10

I-4-2-3) GPRS (général packet radio system)11

I-4-2-4) Architecture du GPRS..... 11

I-4-2-5) EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution, 2,75G)11

I-3) Troisième générations (3G).....12

I-3-1) Définition de la 3G.....13

I-3-2) Services offerts par la 3G14

I-3-2-1) La classe de services conversationnels en temps réel..... 15

I-3-2-2) La classe de services interactifs15

I-3-2-3) La classe de services "Lecture en continu" (ou Streaming)16

I-3-2-4) La classe D - service en arrière plans (background).....17

I-4) le réseau UMTS..... 18

I-4-1) architecture de l'UMTS19

I-4-1-1) Station Mobile (UE, User Equipment)..... 20

I-4-1-2 Le sous-système radio (RNS, Radio Network Subsystem)20

I-4-1-3) Node B21

I-4-1-4) Le sous-système réseau (UMTS Core Network)21

Conclusion21

Table des matières

II-Mécanisme de gestion de la mobilité

Introduction.....	22
II-1)Gestion de la mobilité dans les réseaux cellulaires.....	22
II-1-1)Mise à jour de la localisation (Location Update)	23
II-1-2) Découverte de la localisation (Location Discovery ou Paging).....	23
II-2)LeHandover	24
II-2-1)Présentation.....	25
II-2-2)Utilité du Handover	26
II-2-3)Types de handover	27
II-2-4)Mécanismes du Handover	28
II-2-5)Lehandover dans l'UMTS.....	30
Conclusion	31

III-Classification et prédiction et réservation de ressources

Introduction.....	32
III-1)La réservation :	
III-1-1) quelques techniques de réservation	33
III-1-1-1) Réservation dans les cellules adjacentes	34
III-1-1-2) Réservation avec l'ombre de cluster.....	35
III-1-1-3) La réservation dynamique avec prédiction	36
III-2) Classification et prédiction	37

Table des matières

III-2-1) Quelque algorithme de prédiction	38
III-3) La classification.....	39
III-3-1) Quelque algorithme de classification	39
III-3) Présentation de notre solution	40
III-3-1) Classification des utilisateurs suivant leur consommation.....	40
III-3-2) Réservation dans les cellules adjacentes basées sur la Classification..	41
III-3-3) réservation basé sur l'algorithme de prédiction	41
III-3-3-1) Profile utilisateur	41
III-3-3-2) Historique de mouvement	42
III-3-3-3) Principe de prédiction	43
III-3-3-4) Fonctionnement de l'algorithme de prédiction	43
III-4) les procédures	44
Conclusion.....	44

V-Simulation

Introduction.....	45
V-1) Les modèles de mobilité.....	46
V-1-1)Modèle markovien	47
V-1-2)Modèle aléatoire	48
V-1-3)Modèles collectifs.....	48
V-1-4) Modèles individuels.....	49
V-1-5)Modèle d'activité.....	49
V-2) Le simulateur de mouvement.....	50
V-3) Implémentation de notre solution	51

Table des matières

V-3-1)Evaluation de l'algorithme de prédiction	52
V-3-1) Evaluation de la probabilité de blocage des Handoffs	53
V-3-1-1) Effet du nombre d'utilisateurs privilégiés dans le réseaux	54

Conclusion

Bibliographie

Introduction générale :

Les progrès et les avancées technologiques faites ces dernières années dans le domaine de la Télécommunication mobile est une réalité qui n'est plus à démontrer. Le succès accompli par les réseaux filaires d'un côté 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 au réseau 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.

Avec l'amélioration constante des performances des technologies sans fil et l'expansion des ventes d'appareils mobiles, de nouvelles demandes en applications multimédia mobiles sont apparues. Ces demandes ont induit d'énormes opportunités mais aussi des défis à relever. Parmi ces défis, la garantie de la qualité de service QoS et la gestion de la mobilité. La garantie de la qualité de service dans un réseau mobile a pour but de satisfaire les demandes en ressources de communication des utilisateurs tout en maintenant un niveau d'utilisation optimal de ces ressources

La gestion de la mobilité a pour but de permettre à l'utilisateur de se déplacer librement sur l'étendu du réseau tout en restant connecté. Une coupure de communication durant une session de travail dégrade considérablement la qualité de service du réseau pour remédier à cela des mécanismes et des protocoles sont nécessaires afin d'éviter la dégradation de la qualité de service qui est la contrainte principale dans un réseaux mobiles

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

Introduction :

Depuis bien longtemps, les réseaux de communications sont utilisés pour la transmission des données entre plusieurs entités. Ces réseaux sont en continuel développement en raison de leurs importances dans tous les domaines. Le domaine des télécommunications et les réseaux de téléphonies mobiles n'ont pas échappé au développement. En effet, une panoplie de réseaux ont vu le jour et ont eu beaucoup de succès. Bluetooth, wifi, hyperlan, ...etc. sont autant d'exemples amplifiant le domaine du mobile.

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. Le facteur déterminant fut sans doute la cristallisation des réseaux de la téléphonie mobile autour de la norme GSM.

Actuellement, nous sommes dans l'air des troisième et quatrième générations avec leurs applications multimédias et temps réel. L'un des défis principaux des réseaux mobiles est sans doute la possibilité de permettre à l'utilisateur de rester connecté au réseau tout en se déplaçant et en exécutant les différentes applications multimédias et temps réel. C'est ce qu'on entend par la mobilité des utilisateurs.

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-1 Concept cellulaire :

les premières expériences réalisées dans le domaine de la transmission sans fil consistaient à définir une zone de couverture relativement grande puis à y installer une antenne relais .laquelle servait de point d'accès aux utilisateurs qui évoluaient dans cette zone cette technique nécessitait une puissance d'émission importante ,capable d'atteindre la périphérie de la couverture la forte atténuation du signal au niveau de cette périphérie permettait de réutiliser les fréquences de l'interlocuteur s'éloigne d'une station émettrice ,en voiture par exemple cela explique également le brouillage perçu lorsque le véhicule traverse la frontière qui sépare deux stations relais .

.la radio FM procède de cette technique cela explique que la qualité de la réception s'amenuise lorsque le véhicule traverse la frontière qui sépare deux stations

La propriété d'atténuation caractéristique de l'interface radio permis de développer me concept cellulaire dans ce modèle la zone de couverture est divisée en cellule chaque cellule étant affectée à une bande de fréquence , du fait de la rareté du spectre hertzien cette bande de fréquences est étroite , d'où la faible capacité de l'ensemble du system.

Pour faire face à l'augmentation ininterrompue du nombre d'utilisateurs des réseaux cellulaire , il a fallu à la fois accroître la capacité du système diminuer la dimension des cellules et installer un nombre plus important de relais , par contrecoup les antennes relais son devenues plus petites , de façon à desservir des microcellules et à circonscrire les limitations de puissance d'émission du système de petites antennes et une moindre puissance de fait moins nuisible , conviennent au demeurant parfaitement à un environnement urbain

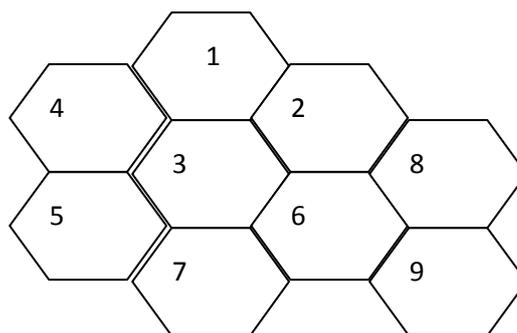


Figure I-1

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-2)communication dans les réseaux cellulaire :

I-2-1) Gestion de la mobilité :

Dans un réseau de mobiles, un abonné peut se déplacer à différents endroits .il demeure le plus souvent dans son domaine d'abonnement , mais il peut lui arriver d'en sortir, c'est ce que l'on appelle le Roaming ou itinérance.

La gestion de la mobilité consiste à reconnaître la localisation de l'utilisateur, au moyen des deux fonctions essentielles d'enregistrement et de paging

La figure I.2 illustre une architecture cellulaire avec les deux bases de données,HLR (home location register) et VLR (vistor location register). Lapremière, centrale et unique, enregistre le profil de l'utilisateur ainsi que les services auxquels il a souscrit, chaque domaine d'abonnement possède son propre HLR

Chaque HLR possède un certain nombre de VLR. Ce second type de base de données se charge de suivre la mobilité de l'utilisateur dans sa zone de localisation.

à son arriver dans un nouveau VLR , un utilisateur doit procéder à son enregistrement. le VLR en informe son HLR . Ce dernier annule l'attachement de l'utilisateur au précédent VLR et met à jour sa nouvelle localisation dans le cas ou le mobile est situé à l'extérieur de son réseau d'abonnement, le HLR qui reçoit l'enregistrement doit avertir son homologue détenant le compte de l'utilisateur .une fois l'enregistrement doit avertir son homologue détenant le compte de l'utilisateur. Une fois l'enregistrement effectué, le mobile n'est localisé qu'au niveau du VLR. Pour l'atteindre , il faut encor procéder au paging

[7]

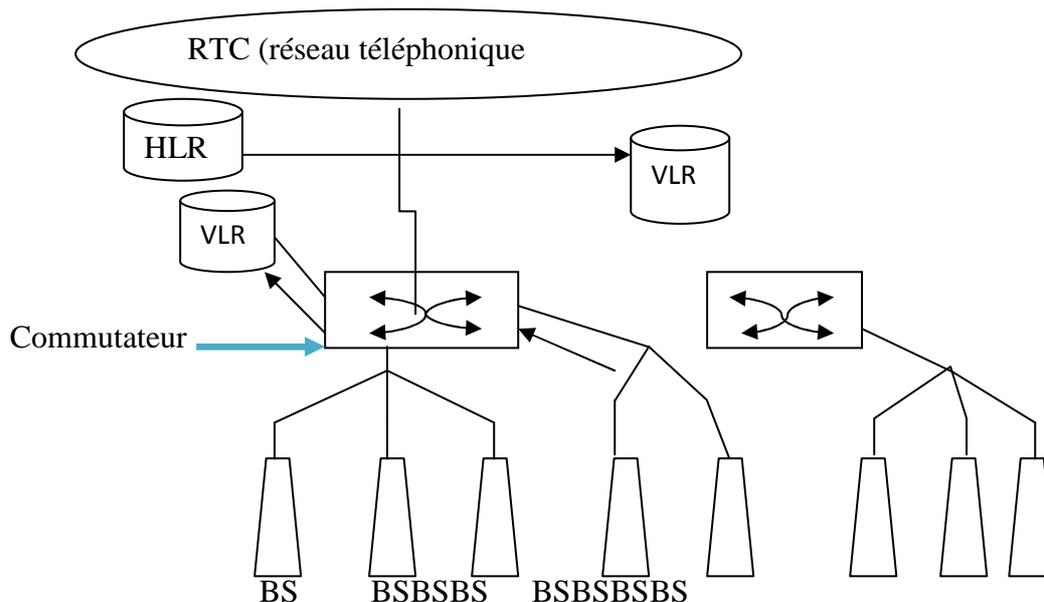


Figure I-2

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-2-2) le 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.

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. A la réception d'un message, le mobile doit mettre à jour sa localisation.

Le paging prend en considération un paramètre important. Il s'agit du temps nécessaire pour effectuer cette opération, 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 [14]

I-2-3) gestion des appels :

la gestion des appels, ou MC (call Management) consiste à établir et stopper une connexion et se complète d'autres services offerts aux utilisateurs. plusieurs procédures sont nécessaires pour cela.

souvent, le réseau cellulaire doit véhiculer l'information en se combinant avec différents réseaux publics. pour pouvoir établir un appel, en effet, il faut un protocole de signalisation dans le cas des réseaux de deuxième génération, ou 2G, le protocole utilisé est le SS7 (signalling system number 7)

I-2-4) gestion des ressources radio :

la gestion des ressources radio a pour objet d'assurer un lien radio entre le terminal et sa station de base. deux mécanismes précédemment évoqués sont nécessaires à cette opération. Il faut tout d'abord choisir la fréquence porteuse la plus forte puis établir un contrôle de puissance destiné à diminuer les interférences avec les autres utilisateurs tout en réduisant l'énergie consommée [2]

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-3)méthodes d'accès multiple dans les réseaux cellulaire radio :

- FDMA :

Fréquence Division Multiple Access ou FDMA est une méthode d'accès au canal utilisé dans les protocoles d'accès multiple comme un protocole de multiplexage. FDMA permet aux utilisateurs une allocation individuelle d'une ou plusieurs bandes de fréquences ou canaux. Il est particulièrement courante dans la communication par satellite. FDMA, comme d'autres systèmes d'accès multiple, coordonne l'accès entre plusieurs utilisateurs. Les alternatives comprennent TDMA, CDMA, ou SDMA. Ces protocoles sont utilisés différemment, à différents niveaux du modèle OSI théorique.

Inconvénient: la diaphonie peut provoquer des interférences entre les fréquences et de perturber la transmission.

- En FDMA tous les utilisateurs partagent le transpondeur de satellite ou d'un canal de fréquence simultanément, mais chaque utilisateur transmet à fréquence unique.
- FDMA peut être utilisé à la fois avec les signaux analogique et numérique.
- FDMA nécessite filtres performants dans le matériel de la radio, à la différence de TDMA et CDMA.
- FDMA n'est pas vulnérable aux problèmes de synchronisation qu'il ya dans TDMA. Depuis une bande de fréquence prédéterminée est disponible pendant toute la durée de communication, les données de flux (un flux continu de données qui ne peuvent être mises en paquets) peut facilement être utilisé avec FDMA.

En raison du filtrage en fréquence, FDMA n'est pas sensible au problème proche-lointain qui est marquée pour CDMA.

Chaque utilisateur transmet et reçoit à des fréquences différentes que chaque utilisateur obtient des créneaux de fréquences uniques.

FDMA est distincte de la fréquence duplexage par répartition (FDD). Alors que FDMA permet à plusieurs utilisateurs d'accéder simultanément à un système de transmission,

- FDD :se réfère à la façon dont le canal radio est partagée entre la liaison montante et descendante (par exemple, le trafic des allers-retours entre un téléphone mobile et une station de base de téléphone mobile). Multiplexage fréquentiel (FDM) est également distincte de FDMA. FDM est une technique de couche physique qui combine et transmet les canaux à faible bande passante à travers un canal à bande passante élevée. FDMA, d'autre part, est une méthode d'accès à la couche liaison de données.[8]

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

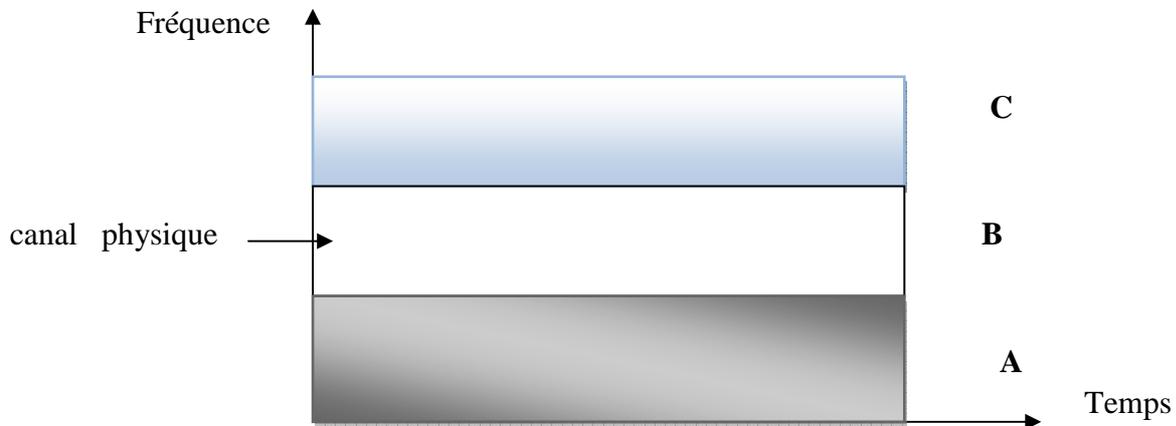


Figure I-3

A ,B,C porteuses

-  Occupé par l'utilisateur 1
-  Occupé par l'utilisateur 2
-  Non occupé

- TDMA :

Le Time division multiple access (TDMA) ou Accès multiple à répartition dans le temps en français, est un mode de multiplexage permettant de transmettre plusieurs signaux sur un seul canal. Il s'agit de multiplexage temporel, dont le principe est de découper le temps disponible entre les différentes connexions (utilisateurs). Par ce moyen, une fréquence (porteuse) peut être utilisée par plusieurs abonnés simultanément.

Cette technologie est par exemple utilisée dans la norme GSM, où chaque porteuse (*canal physique*) supporte huit intervalles de temps (*time slot*) attribués à huit communications simultanées.

Dans le domaine militaire, la Liaison 16 est le principal moyen de communication utilisant cette technologie pour l'échange sécurisé de données.

TDMA désigne également une norme de téléphonie mobile basée sur cette technologie, également appelée IS-136 ou D-AMPS. Cette norme était utilisée par AT&T aux États-Unis.

Un inconvénient de cette technique est qu'il faut transmettre une synchronisation (horloge) qui soit la meilleure possible pour que chaque utilisateur puisse récupérer ses données.[7]

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

Le TDMA s'applique principalement à la transmission de signaux numériques, contrairement au FDMA, conçu pour une transmission analogique. toutefois la combinaison des deux techniques est envisageable. La figure I-4 illustre une bande de fréquences déjà divisée par le FDMA en sous bandes centrées autour de différentes porteuses. Chaque sous-bande est ensuite partagée en slots, suivant la méthode TDMA, ce qui permet d'augmenter considérablement le nombre d'utilisateur dans le réseaux [7]

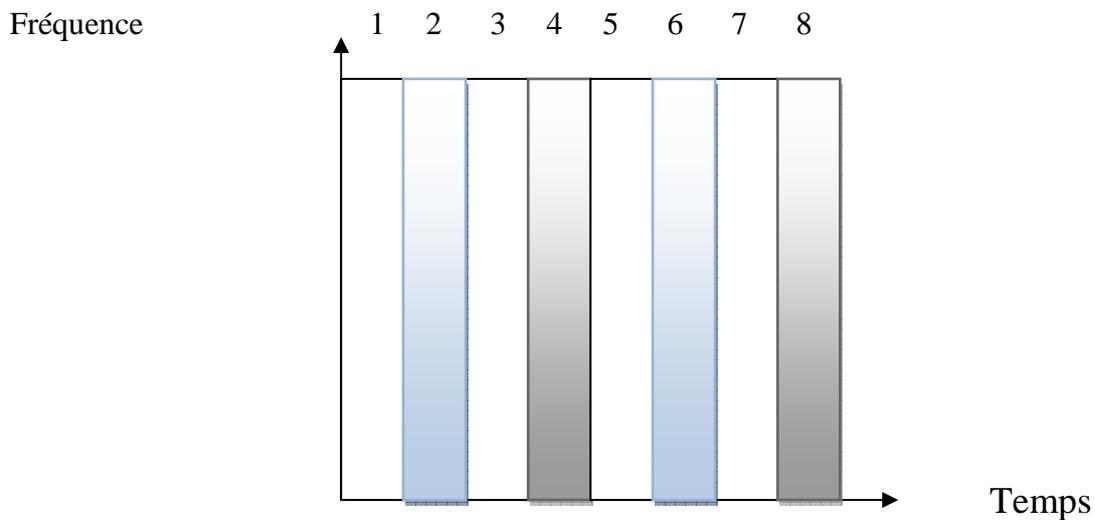


Figure I-4

-  Occupé par l'utilisateur 1
-  Occupé par l'utilisateur 2
-  Non occupé

1, 2, 3, 4 slots

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

- CDMA :

Le CDMA (Code Division Multiple Access) est basé sur la répartition par codes. En effet, chaque utilisateur est différencié du reste des utilisateurs par un code N qui lui a été alloué au début de sa communication et qui est orthogonal au reste de codes liés à d'autres utilisateurs. Dans ce cas, pour écouter l'utilisateur, le récepteur n'a qu'à multiplier le signal reçu par le code N associé à cet utilisateur [7]

I-3) les différentes générations de réseaux cellulaires :

I-3-1) première génération (1G) :

La première génération de systèmes cellulaires (1G) reposait sur un système de communications mobiles analogiques. Cette génération a bénéficié de deux inventions techniques majeures des années 1970 : le microprocesseur et le transport numérique des données entre les téléphones mobiles et la station de base. Les appareils utilisés étaient particulièrement volumineux.

La première génération de systèmes cellulaires (1G) utilisait essentiellement les standards suivants :

- AMPS (*Advanced Mobile Phone System*), lancé aux Etats-Unis, est un réseau analogique reposant sur la technologie FDMA (Fréquence Division Multiple Access).
- NMT (*Nordic Mobile Téléphone*) a été essentiellement conçu dans les pays nordiques et utilisés dans d'autres parties de la planète.
- TACS (*Total Access Communications System*), qui repose sur la technologie AMPS, a été fortement utilisé en Grande Bretagne.

Cette première génération de réseaux cellulaires utilisant une technologie analogique a été remplacée dès l'apparition de la technologie numérique [13]

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-3-2) Deuxième génération (2G) :

L'objectif de la deuxième génération ou autrement dit le GSM était de fournir des services de téléphonie classique c'est-à-dire les appels téléphoniques l'envoi de messages courts (short messages Send) et de services de données bas débit en mode circuits

La norme a par la suite évolué en intégrant des services de données offrant des débits plus élevés, à la fois en mode circuit (HSCSD : high speed circuit switched data) et en mode paquet GPRS (general packet radio service). ces nouvelles techniques introduites dans la norme GSM permettent théoriquement à un utilisateur donné de bénéficier de débits allant jusqu'à 120 kbit/s

La dernière évolution en date du GSM (la modulation EDGE : Enhanced data rate for GSM évolution) devait même offrir des débits allant jusqu'à un maximum théorique de 345.6 Kbits/s

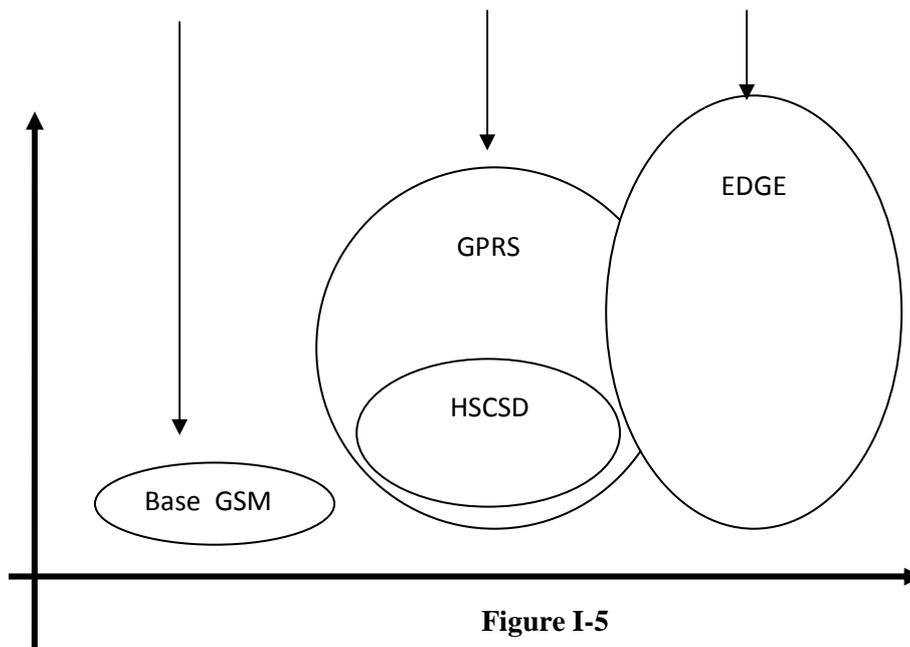


Figure I-5

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-3-2-1) Architecture du GSM :

L'architecture d'un réseau GSM peut être divisée en **trois** sous-systèmes:

1. Le sous-système radio contenant la station mobile, la station de base et son contrôleur.
2. Le sous-système réseau ou d'acheminement.
3. Le sous-système opérationnel ou d'exploitation et de maintenance.

Les éléments de l'architecture d'un réseau GSM sont repris sur le schéma de la Figure I-6 [1]

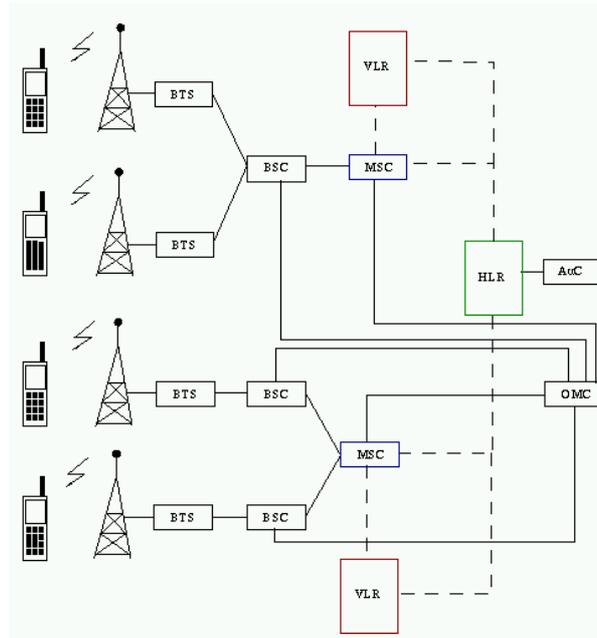


Figure I-6

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-3-2-2) HSCSD

Le HSCSD est une amélioration des services en mode circuit de la norme GSM phase 2 , destinées à proposer des débits plus élevés que les services de base à 9.6kbits/s

En GSM ,chaque porteuse est divisée en huit intervalles de temps (ou time slots) , représentation de ressources élémentaires ,chacune des ces ressources élémentaires peut offrir un débit usager maximum de 14.4kbits/s grâce à l'utilisation d'un codage canal particulier

Chaque terminale utilise traditionnellement une seule de ces ressources élémentaires dans le cas d'une communication téléphonique classique ou d'une communication de données bas débit

Le HSCSD permet d'agréger pour une communication donnée jusqu'à huit de ces ressources élémentaires ce qui permet d'obtenir un débit théorique de 8×14.4 kbit/s soit 115.2 kbit/s

Il est par ailleurs possible de faire varier le nombre de ressources élémentaires utilisé au cours de la communication dans le cas de services de données en mode non transparente ce point capital en particulier lors d'un changement de cellule au cours duquel il est parfois difficile de garantir que la nouvelle cellule aura la possibilité d'offrir le même nombre de ressources élémentaire .

I-3-2-3) GPRS (général packet radio system) :

Le General Packet Radio Service ou GPRS est une norme pour la téléphonie mobile dérivée du GSM et complémentaire de celui-ci, permettant un débit de données plus élevé. On le qualifie souvent de 2,5G. Le G est l'abréviation de *génération* et le 2,5 indique que c'est une technologie à mi-chemin entre le GSM (2^e génération) et l'UMTS (3^e génération).

Le GPRS est une extension du protocole GSM : il ajoute par rapport à ce dernier la transmission par paquets. Cette méthode est plus adaptée à la transmission des données. En effet, les ressources ne sont allouées que lorsque des données sont échangées, contrairement au mode « circuit » en GSM où un circuit est établi – et les ressources associées – pour toute la durée de la communication. Le GPRS a ensuite évolué au début des années 2000 vers la norme Edge également optimisée pour transférer des données et qui utilise les mêmes antennes et les mêmes fréquences radio.[16]

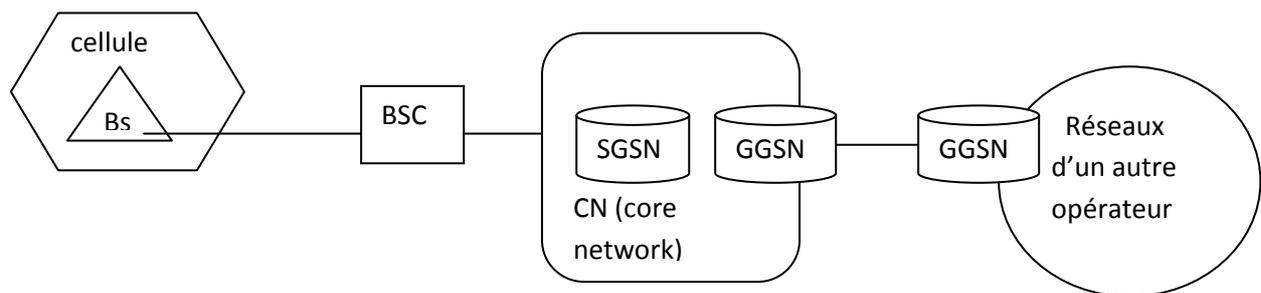
Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-2-3-1) architecture du GPRS :

le réseaux GPRS et le réseau GSM fonctionne en parallèle ,le premier est utilisé pour le transport de données , et le second pour les services classiques de voix .tous deux utilisent les memes équipement BSS , c'est-à-dire les stations de base BTS et leurs controleurs BSC c'est dans la partie réseaux cœur CN (core network) qu'il se destinguent

le CN du GPRS est un réseau paquet interconnecté , pouvant etre relié à divers types de réseaux de données fixes IP (internet protocole) , CLNP (connectionless network protocole) , X.25 ou CONP(connection oriented Network protocole) ou d'autres réseaux GPRS exploités par d'autres opérateurs , de son coté , le réseau cœur du GSM est relié au RTC , nationale ou international ou à un autre réseau GSM , exploité par un autre opérateur

de nouveaux éléments de réseau doivent donc etre ajouté au gsm pour offrir le GPRS .ces éléments sont le SGSN (serving GPRS support node) et le GGSN (gateway GPRS support NODE) , des routeurs paquet dotés de fonctionnalités dédiées à la gestion d'un réseau mobile comme illustré dans la **figure I-4. [16]**



SGSN ,GGSN

figure I-7

I-2-2)EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution, 2,75G) :

EDGE est un standard de mobiles de 2ème génération. EDGE est une évolution des normes de téléphonie mobile GPRS pour GSM qui permet à un accès à l'Internet à partir d'un téléphone mobile ou d'un microordinateur. EDGE permet des transferts de données avec un débit maximal de 384 kbit/s.

I-3) Troisièmes générations (3G):

La troisième génération a vu le jour vers les années 90 avec le besoin d'intégrer le Multimédia dans les applications mobiles. Le Japon a joué un grand rôle dans le développement de cette génération, vu son retard dans les générations précédentes. Le standard japonais WCDMA et l'UMTS européen constituent les exemples les plus connus. Ces deux normes ont été ensuite fusionnées en une dite WCDMA-UMTS. Les différents organismes acteurs dans le développement des réseaux de 3G se sont regroupés en partenariat en vue d'établir des standards interopérables. Actuellement il

existe deux projets de partenariat entre ces organismes ; 3GPP (3rd Génération Partner ship Project)¹ et 3GPP2². L'évolution de la 3G tend vers une intégration de toutes ces technologies pour permettre leur interopérabilité de façon qu'un utilisateur puisse passer d'une façon transparente d'un type de réseau vers un autre. Ces technologies, dites "après troisième" ou de quatrième génération, tendent à incorporer progressivement des systèmes d'accès sans multiples (cellulaire, WLAN, satellite...etc.). Ces systèmes, qui devraient être améliorés, vont reposer sur une ossature de réseau filaire de type IP qui constitue le cœur du réseau (Core Network). Les terminaux seront équipés d'interfaces multiples et seront capables d'opérer des Handovers verticaux (Handover entre des points d'accès de technologies) [17]

I-3-1) Définition de la 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 (comme le GSM ou l'IS-95) orientée particulièrement vers la qualité de la parole. L'ITU (International Télécommunication Union), organisme international spécialisé dans les technologies des télécommunications a défini un ensemble d'exigences qu'un réseau 3G doit satisfaire. Ces exigences sont :

- La compatibilité ascendante avec les générations précédentes
- Le support des applications multimédia
- Meilleur service de transmission de la parole que la 2G et la 2.5G

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

- Service de transmission de donnée minimal de 144Kbps en environnement extérieur
- mobile et de 2Mbps en environnement intérieur sans fil.

Cet organisme a retenu cinq standards satisfaisant ces exigences. Ils sont désignés sous le nom commun IMT-2000 (International Mobile Télécommunications) Ces standards sont :

- IMT-2000 CDMA direct spread : Standard connu aussi sous le nom WCDMA au Japon et UMTS en Europe
- IMT-2000 CDMA Multi Carrier : Connu aussi sous le nom de CDMA-2000 utilisé aux Etats Unis
- IMT-2000 CDMA TDD utilisé en Chine
- IMT-2000 Single Carrier utilisé aux Etats Unis
- IMT-2000 FDMA/TDMA utilisé en Europe [15]

I-3-2) Services offerts par la 3G :

Les réseaux de troisième génération offrent une grande variété de services. Ils peuvent être classés en quatre grandes classes en fonction de la qualité de la communication nécessaire à ces services [13]

I-3-2-1) La classe de services conversationnels en temps réel :

Cette classe de services assure un trafic bidirectionnel plus ou moins symétrique entre la source et la destination. La transmission de la voix, la visiophonie et les jeux interactifs constituent les exemples d'applications de ce type de services.

Les services de cette classe sont caractérisés par l'utilisation abondante de bande passante pour la transmission de grands volumes d'information et la non tolérance aux pertes de données et aux délais. En pratique, quand l'information transmise est de type audio ou vidéo, il est possible d'accepter un niveau d'erreurs de transmission bas. L'être humain ne sentira pas les perturbations minimales sur le signal audio ou vidéo. Par contre, un retard dans l'arrivée de la voix ou de la vidéo durant une discussion en ligne perturbe énormément le service.

I-3-2-2) La classe de services interactifs :

La classe de services interactifs regroupe les services dans lesquels l'utilisateur mobile demande des informations d'un serveur distant. La navigation Web, le E-Commerce et l'accès aux bases de données constituent des exemples d'applications de cette classe.

La différence entre la classe de services conversationnels et la classe de services interactifs est que dans la classe de services conversationnels, la communication est en générale symétrique et nécessite la même bande passante sur les deux liens d'émission et de réception. La classe de

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

services interactifs nécessite des liens asymétriques car les données viennent souvent d'un seul sens. L'autre sens concerne seulement les informations de contrôle permettant la demande d'information. Ces informations de contrôle ne Nécessitent pas une grande bande passante.

En plus, les contraintes temporelles ne sont pas aussi strictes dans la classe de services conversationnels que dans la classe de services interactifs. La classe de services interactifs permet des délais de quelques millisecondes alors que la classe de services conversationnels peut aller à quelques secondes. Un délai maximal de 4 secondes est considéré comme raisonnable pour toutes les applications de cette classe. Toutefois, cette classe a une tolérance aux erreurs équivalente à la classe de services conversationnels.

I-3-2-3) La classe de services "Lecture en continu" (ou Streaming) :

Cette classe de services inclut les applications de lecture d'information audio et vidéo. Ce qui fait que cette classe est différente des autres et que les informations vont totalement dans un seul sens et sont très asymétriques. Les seules informations qui vont dans le sens opposé sont quelques signaux de contrôle comme le lancement de la lecture ou l'arrêt de la lecture. Dans cette classe, le récepteur n'est pas obligé d'attendre la réception de tout le fichier avant de le présenter à l'utilisateur. Cette classe a des exigences plus faibles en termes de délai de transmission. Le délai maximal étant proche de 10 secondes. Ce qui n'est pas toléré dans cette classe de services, c'est les variations des délais qui produisent des coupures dans la lecture du fichier. Toutefois, l'utilisation des buffers qui enregistrent une partie du fichier avant sa lecture permet de réduire la nuisance de ces variations. Cette classe de services est très attractive pour les réseaux de 3G car il est facile de la fournir avec les réseaux à commutation de paquets. Les petits délais de transmission des paquets, incohérents à ce type de réseaux, peuvent être compensés par l'utilisation de buffers de transmission. Plusieurs applications de la 3G telles que la vidéo à la demande et l'Audio à la demande sont des applications de service streaming.

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-3-2-4) La classe D - service en arrière plans (background)

Cette classe offre des services de même caractéristiques que ceux proposés par la classe de services interactifs. Cependant, ils ont des priorités inférieurs, à titre d'exemple : le transfert de fax, la notification de messagerie électronique et la messagerie de type sms. Cette classe de services n'est pas sensible aux contraintes temps réel (délais de transfert), mais elle est exigeante sur la fidélité de transmission, les données doivent arrivées sans erreur

I-4) le réseau UMTS :

L'UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) désigne une technologie retenue dans la famille dite IMT 2000 (International Mobile Telecommunications) comme norme pour les systèmes de télécommunications mobile dits de troisième génération (3G), qui succéderont progressivement au standard actuel : le GSM.

L'UMTS permet des améliorations substantielles par rapport au GSM, notamment :

- Elle rend possible un accès plus rapide à Internet depuis les téléphones portables, par un accroissement significatif des débits des réseaux de téléphonie mobile.
- Elle améliore la qualité des communications en tendant vers une qualité d'audition proche de celle de la téléphonie fixe.
- Elle permet de concevoir une norme compatible à l'échelle mondiale, contrairement aux technologies actuelles (les normes utilisées aux Etats-Unis et au Japon ne sont pas toutes compatibles avec le GSM).
- Elle répond au problème croissant de saturation des réseaux GSM, notamment en grandes ville [16]

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-4-1)architecture de l'UMTS :

L'architecture UMTS est constituée d'une partie radio appelée RNS (Radio Network Subsystem) et d'une partie réseau de base appelée CN (Core Network). Les trois releases de l'architecture UMTS (R3, R4, R5) considèrent une même partie radio (RNS). Par contre, la partie réseau de base (CN) est différente d'une release à l'autre.

La Release 3 (Aussi appelée Release 99) des spécifications de l'UMTS élaborée dans le cadre du projet de partenariat de 3ème génération (3GPP, 3rd GenerationPartnership Project) a défini deux domaines pour la partie CN :

- Le domaine de commutation de circuits (CS, Circuit Switched),
- Le domaine de commutation de paquets (PS, PacketSwitched).

L'architecture de référence du réseau de base UMTS (UMTS Core Network) est divisée en trois groupes. Le premier est celui du domaine CS comprenant les entités MSC, GMSC, et VLR. Le second est celui du domaine PS regroupant les entités SGSN et GGSN. Le dernier comprend les entités du réseau communes aux domaines PS et CS, à savoir, HLR, et AuC.

I-4-1-1) Station Mobile (UE, User Equipment) :

L'utilisateur UMTS est équipé d'un UE (User Equipment) qui se compose du Mobile Equipment (ME) correspondant au combiné téléphonique (terminal mobile) et la carte USIM (UMTS SubscriberIdentity Module). Le rôle de l'USIM est semblable à celui de la carte SIM en GSM. Elle enregistre les identités de l'abonné telles que IMSI, TMSI, P-TMSI, les données de souscription, la clé de sécurité (Ki) et les algorithmes d'authentification et de génération de clé de chiffrement. L'UE peut se rattacher simultanément aux domaines circuit (MSC) et paquet (SGSN) et peut alors disposer simultanément d'un service GPRS et d'une communication téléphonique, comme un terminal GPRS Classe A.[16]

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-4-1-2 Le sous-système radio (RNS, Radio Network Subsystem) :

Le sous-système radio se compose de deux éléments distincts, à savoir le noeud B (node B) et le contrôleur de réseau radio (RNC, Radio Network Controller) .[16]

Figure I-7 : Architecture de référence UMTS

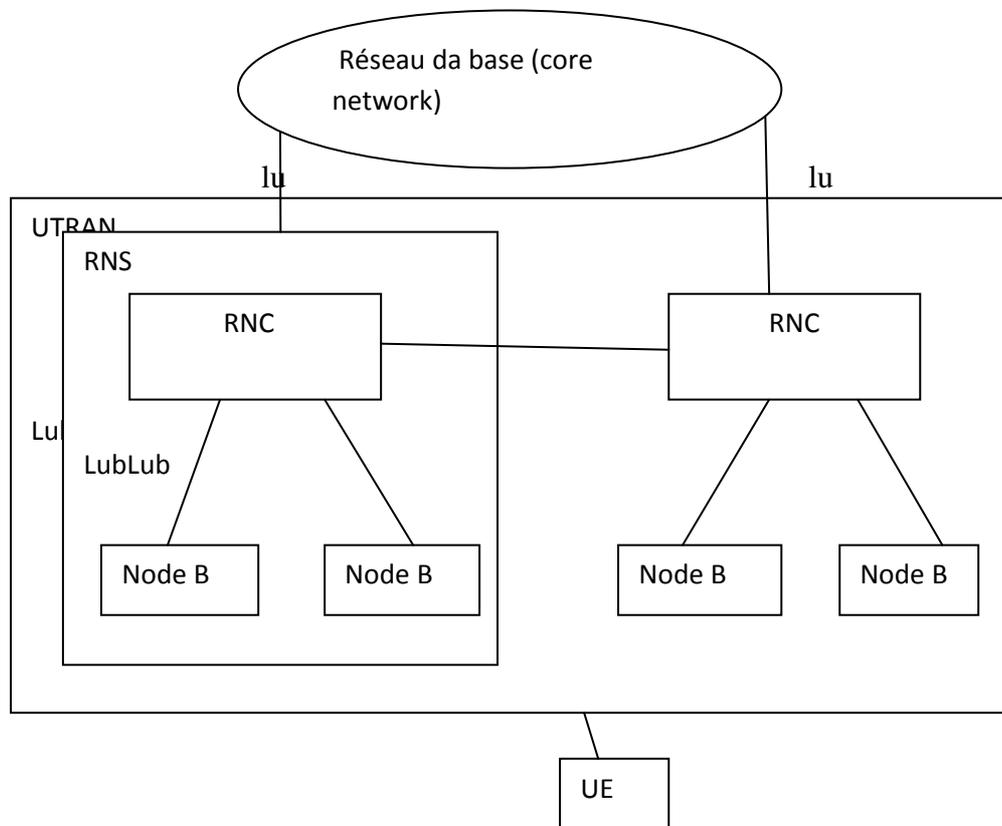


Figure I-7

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

I-4-1-3)Node B :

Le Node B est équivalent à la BTS du réseau GSM. Il peut gérer une ou plusieurs cellules. Il inclut un récepteur CDMA qui convertit les signaux de l'interface Uu (Interface Air) en flux de données acheminés au RNC sur l'interface Iub. Dans l'autre sens, le transmetteur CDMA convertit les flux de données reçus du RNC pour leur transmission sur l'interface Air. Il existe trois types de Node B correspondant aux deux modes UTRA : Node B UTRA-FDD, Node B UTRA-TDD et Node B mode dual, ce dernier pouvant utiliser les deux modes simultanément

I-4-1-4)Le sous-système réseau (UMTS Core Network) :

Les opérateurs de réseau qui disposent d'un réseau GSM/GPRS et ayant obtenu une licence UMTS ont deux approches possibles afin d'aborder le déploiement de leur réseau UMTS : approche intégrée ou approche overlay (recouvrement).

Avec l'approche intégrée, leur réseau de base GSM/GPRS est actualisé et réutilisé avec les mêmes entités de commutation (MSC) et routage (GSN) pour les deux interfaces radio GSM et UMTS.

La nouvelle interface radio UTRAN est reliée par l'interface IuCs au MSC (actualisé avec une nouvelle interface ATM et les nouveaux protocoles de signalisation ; il est appelé 3G MSC) et rattachée par l'interface IuPS au SGSN (actualisé avec une nouvelle interface ATM et les nouveaux protocoles de signalisation ; il est appelé 3G SGSN). Cette approche permet la réutilisation des systèmes de gestion existants et des sites de commutation, mais le rattachement d'une nouvelle technologie radio non encore complètement maîtrisée à un réseau existant peut poser des problèmes de capacité, de performances et de stabilité.

Avec l'approche recouvrement (overlay), l'opérateur utilise un autre réseau de base constitué de 3G MSCs et 3G SGSNs pour supporter l'interface UTRAN. Cette solution permet un développement parallèle du réseau UMTS sans impact sur le réseau GSM/GPRS courant.

Chapitre I : Les réseaux Cellulaires

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.

Le chapitre suivant portera sur les mécanismes de gestion de mobilité, nous présentant le handover et ces différents types

Ce premier chapitre intitulé « Etudes sur les réseaux mobiles » est consacré à la présentation des réseaux mobiles avec leurs différentes générations. Nous nous attardons sur les réseaux mobiles de troisième génération.

Chapitre II Les inter transferts dans les réseaux cellulaires

Introduction :

L'un des défis des réseaux actuels et futurs est de permettre à l'utilisateur de se déplacer tout en restant connecté à son réseau. De plus en plus d'applications exploitent cette possibilité de mobilité pour assurer de nouveaux services aux utilisateurs. Les réseaux cellulaires sont les réseaux dont l'évolution a probablement été la plus spectaculaire.

II-1) Gestion de la mobilité dans les réseaux cellulaires :

La gestion de la mobilité est une fonction essentielle des réseaux de communications cellulaires, contrairement aux réseaux fixes traditionnels, la position géographique du terminal de l'abonné varie au cours du temps, il est donc nécessaire d'intégrer au réseau de communication cellulaires des fonction de gestion de la mobilité permettant de joindre l'abonné quelle que soit sa position dans le réseau ou plus généralement assurer une continuité de service fourni à l'abonné indépendamment de sa localisation dans la zone de service de l'opérateur. Dans un environnement cellulaire, les dimensions des cellules de réseau et les vitesses de déplacement des usagers peuvent être très variés.[3][5]

Il est donc important de gérer la mobilité des usagers d'une manière efficace, tant du point de vue de l'utilisateur (les perturbations induites sur le service fourni à l'utilisateur doivent être aussi faible que possible) que du point de vue du réseau (le surcroît de charge induit par les fonctions de mobilité ne doit pas perturber le fonctionnement du réseau).

D'une manière simplifiée, la gestion de la mobilité est séparée en deux parties distinctes suivant les modes de fonctionnement possibles d'un mobile sous tension : le mode veille et le mode connecté.

Dans ces deux modes de fonctionnement ; la mobilité fait intervenir trois mécanismes de base : la localisation, le handover et l'acheminement de l'information.

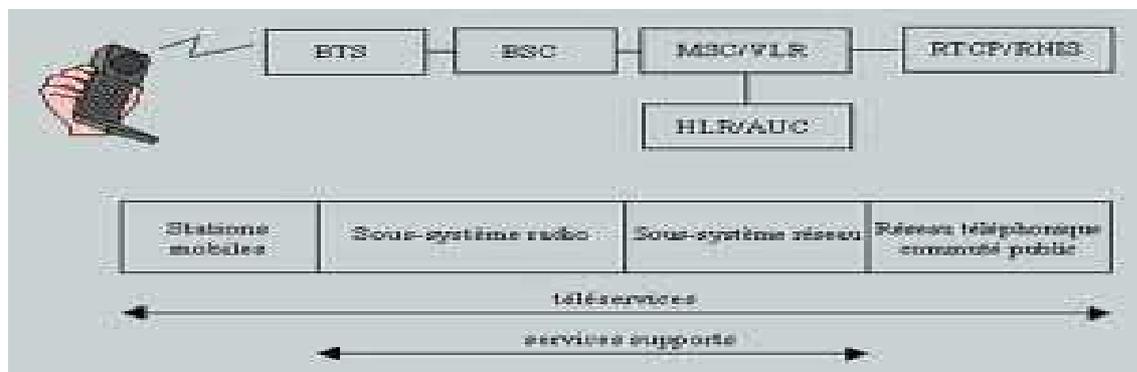
La localisation permet de déterminer la position d'un terminal mobile dans le réseau en vue de le joindre ou de reprendre à sa demande éventuelle de communication La première localisation appelée procédure d'attache IMSI, a lieu lorsqu'un terminal mobile est ouvert.

Par la suite, lorsque la station mobile change de LA ou de PLMN, il initie une mise à jour en envoyant un message au nouveau MSC/VLR. Ce dernier envoie un message au HLR de l'abonné pour que le registre de la position courante soit ajusté.

Il est à noter qu'une mise à jour de la localisation est effectuée périodiquement. Si après un certain délai la station mobile ne s'est pas manifestée, elle est alors dés enregistree. À la fermeture d'une station mobile, une procédure de détachement IMSI est réalisée. Le sous-système réseau, appelé Network Switching Center (NSS), joue un rôle essentiel dans un réseau mobile. Alors que le sous-système réseau gère l'accès radio, les éléments du NSS prennent en charge toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues

Chapitre II Les inter transferts dans les réseaux cellulaires

dans des bases de données nécessaires à l'établissement de connexions utilisant une ou plusieurs des fonctions suivantes: chiffrement, authentification ou roaming.



FigureII-1 :Terminal entrain d'établir une connexion avec le réseau

Le Handover permet la continuité durant le changement du point d'attache du mobile au réseau ;en effet le handover permet à un terminal mobile de maintenir la communication en cours, lors d'un déplacement qui amène le mobile à changer de cellule .Lorsque le signal de transmission entre un téléphone et une station de base (BTS) s'affaiblit, le logiciel du téléphone mobile cherche une autre station de base disponible dans une autre cellule, qui soit capable d'assurer à nouveau la communication dans les meilleures conditions. L'acheminement d'information permet aux correspondants du mobile de connaître son adresse (ou une autre adresse bien définie) pour lui envoyer des informations même si le mobile change de point d'attachement (et donc d'adresse). [8]

La mobilité en mode veille

En mode veille, le mobile est sous tension, mais aucune connexion n'est établie entre le mobile et le réseau. Ce mode de fonctionnement est nouveau par rapport a la téléphonie filaire traditionnelle. En téléphonie cellulaire, même lorsque le mobile n'est pas engagé dans une communication il est nécessaire de maintenir un certain niveau d'activité, conséquence du déplacement de l'utilisateur dans la couverture radio.

Les sections suivantes décrivent les principales fonctions mises en œuvre dans le cadre de la mobilité en mode veille :

- La localisation géographique des usagers en mode veille grâce aux zones de localisation.
- Les mécanismes de sélection et de réélection de cellule utilisés par le mobile en mode veille
- La diffusion d'information système dans les différentes cellules du réseau d'accès .[3]

II-1 La localisation :

Le terme localisation dans le contexte de la gestion de la mobilité se rapporte a l'endroit ou se trouve le mobile (ou a l'endroit ou il pourra se trouver a un moment donne).

Cela ne signifie pas forcément sa position géographique mais plutôt son point d'attache le plus proche.

Chapitre II Les inter transferts dans les réseaux cellulaires

La gestion de la localisation est le processus qui permet au réseau d'avoir des informations à jour au sujet de la position (logique) du mobile qu'il soit en communication ou au repos.

Ces informations permettront de le joindre en cas d'appel. La localisation est assurée conjointement par le terminal mobile et son réseau en faisant intervenir deux procédures essentielles :

- La mise à jour de la localisation (Location Update) qui est le processus avec lequel le mobile informe le réseau de sa position courante.
- La découverte de la localisation (Location Discovery ou bien Paging) qui est le processus avec lequel le réseau détermine la localisation courante du mobile.[4]

II-1-1 Mise à jour de la localisation (Location Update) :

La mise à jour de la localisation est une procédure effectuée par le mobile. La façon la plus simple pour ce dernier est de transmettre sa nouvelle position chaque fois qu'il détecte un changement du signal balise transmis par le point d'accès. Cela permet au réseau de connaître sa localisation précise. Toutefois quand les mobiles changent fréquemment de cellules, la procédure de mise à jour de la localisation risque d'engendrer un grand trafic supplémentaire qui gaspille la bande passante et l'énergie des mobiles.

Pour économiser ces ressources, les stratégies de gestion de la localisation permettent de grouper plusieurs cellules dans une même zone de localisation. Le mobile n'effectue la mise à jour de la localisation que quand il change de zone de localisation. Quand le mobile est au repos (pas de communication), il n'est pas nécessaire de connaître sa localisation.

Le réseau se contente de garder trace de la zone de localisation dans laquelle le mobile se trouve. Quand le réseau doit rétablir une communication avec le mobile, il doit connaître sa position précise. Il lance alors la procédure de Paging pour rechercher le mobile dans les cellules formant la zone de localisation de ce dernier.

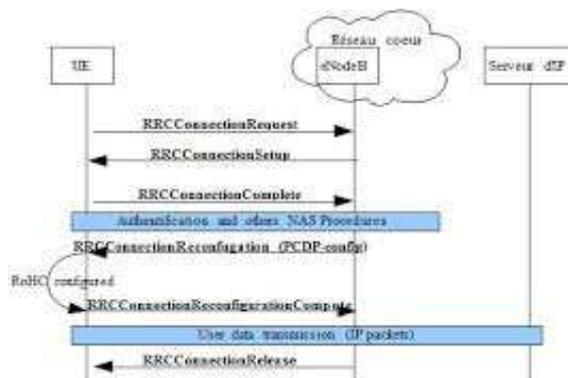
Plusieurs stratégies de mise à jour de localisation existent. Elles déterminent quand la procédure est lancée. Ces stratégies peuvent être résumées dans les catégories suivantes :

- Mise à jour basée sur le temps (Time Based Update): Le mobile effectue les mises à jour de localisation périodiquement à intervalles constants.
- Mise à jour basée sur les mouvements (Movement-based Update) : Le mobile effectue la mise à jour quand il traverse un nombre déterminé de zones de localisations (ce nombre est dit seuil de mouvement). C'est la stratégie préconisée par les réseaux 3G avec un seuil de mouvement égal à 1.
- Mise à jour basée sur la distance (Distance-based Update): Le mobile effectue une mise à jour à chaque fois qu'il se déplace d'une distance prédéfinie. La distance peut être mesurée physiquement ou en terme de cellules ou de zones de localisation traversée. Cette stratégie est utilisée en option en 3GPP2.
- Mise à jour basée sur les paramètres (Parameters-based Update) : Le mobile effectue une mise à jour quand un paramètre présélectionné change. Cette stratégie est parfois appelée stratégie basée sur le profil. Elle est utilisée en option dans la norme 3GPP2.
- Mise à jour implicite (Implicit Update) : Le mobile n'effectue pas de mise à jour avec des messages explicites mais le réseau utilise d'autres informations en provenance du mobile pour dériver sa position
- Mise à jour basée sur la probabilité (Probabilistic Update) : Le mobile effectue une mise à jour de sa localisation conformément à une fonction de distribution de probabilité. Cette stratégie est une version probabiliste de la stratégie basée sur le mouvement, le temps ou la distance. Si on prend par exemple la stratégie basée sur le temps, la nouvelle période de la

Chapitre II Les inter transferts dans les réseaux cellulaires

mise à jour de la localisation est ajustée dynamiquement en fonction de la probabilité d'arrivée d'un appel.

Chacune de ces stratégies a ses propres avantages et inconvénients. Toutefois, les stratégies basées sur le mouvement et les stratégies basées sur le temps sont les plus utilisées dans les réseaux de 3G (3GPP et 3GPP2).[4][5]



FigureII-2 :exemple de mise à jour de location

II-1-2 Découverte de la localisation (Location Discovery ou Paging) :

La découverte de la localisation ou Paging est effectuée par le réseau. Cette procédure est nécessaire quand le réseau ne maintient pas à jour la localisation précise du mobile.

Le Paging permet à la fois de retrouver la position exacte du mobile et l'informer d'un appel entrant.

Typiquement, le Paging est effectuée en diffusant un ou plusieurs messages Page à un ensemble de surfaces de Paging (Paging areas) où le mobile est supposé s'y retrouver. Une surface de Paging est un ensemble de points d'attache (ou de cellules) qui n'est pas forcément identique à la surface de localisation.

À la réception d'un message Page, le mobile doit mettre à jour sa localisation et effectuer les tâches nécessaires à établir une communication avec le réseau.

Le paramètre principal à prendre en compte dans le Paging est le temps nécessaire à cette opération. Si cette procédure prend trop de temps, la latence d'initialisation d'appels risque d'être intolérable aux utilisateurs et les tentatives d'appel seront fréquemment annulées. Pour cela, toute stratégie de Paging doit choisir soigneusement comment construire les surfaces de Paging et comment chercher un mobile dans une surface de Paging.

La construction de la surface de Paging peut se faire de façon statique ou dynamique.

Une surface de Paging statique est construite manuellement par l'opérateur réseau ou le système de gestion réseau. Elle ne change pas avant la prochaine reconfiguration du réseau.

Les réseaux de 2G et de 3G, notamment les normes 3GPP et 3GPP2 utilisent des surfaces de Paging statiques.

La construction dynamique de surface de Paging a été proposée dans la littérature pour réduire à la fois la latence et la charge de communication nécessaire. L'idée est de pouvoir ajuster les surfaces de Paging en fonction des changements dynamiques de la topologie du réseau (distribution actuelle des utilisateurs dans le réseau, profils de mobilité des utilisateurs,...etc) de façon que les messages de Paging et de mise à jour soient réduits.

Une fois la surface de Paging déterminée, le réseau diffuse le message de Paging dans la surface dans laquelle se trouve le mobile. Il existe aussi dans ce cadre plusieurs stratégies qu'on peut regrouper dans les catégories suivantes :

- Paging de couverture (Blanket Paging) : Le message de Paging est diffusé à toutes

Chapitre II Les inter transferts dans les réseaux cellulaires

les cellules de la surface de Paging considérée. Cette stratégie est utilisée dans la plupart des réseaux actuels car elle a l'avantage de sa simplicité et de sa latence faible. L'inconvénient est que la diffusion du message de Paging consomme beaucoup de ressources radio.

➤ Paging séquentiel : Dans cette stratégie, la surface de Paging est décomposée en un ensemble de sous-surfaces. Les messages de Paging sont diffusés d'abord dans la sous-surface dans laquelle le mobile se trouve probablement. Si le mobile ne se trouve pas dans cette sous-surface, les messages de Paging sont envoyés dans une autre sous-surface jusqu'à ce que le mobile soit localisé.

➤ Paging géographique : Le réseau utilise la position géographique du mobile, (récupérée par une technologie de géo-localisation tel que le GPS) pour déterminer la surface où le message de Paging devrait être envoyé

➤ Paging groupe : pour réduire le nombre de messages de Paging, le réseau inclut plusieurs mobiles dans un même message de Paging .

➤ Paging individualisé : Le réseau maintient une liste de surfaces de Paging individualisées en fonction des profils de mobilité des utilisateurs .[10]

II-1-3 Performance de la localisation :

La stratégie de mise à jour, la construction des zones de localisation, de Paging, et la stratégie de Paging doivent être conçues avec soins pour assurer des performances optimales. Elles sont fortement liées entre elles. Par exemple, si le mobile met à jour sa localisation à chaque déplacement, il n'est pas nécessaire d'effectuer un Paging pour le retrouver. Si le Paging séquentiel est utilisé, le réseau peut élargir la surface de recherche graduellement jusqu'à ce qu'il localise le mobile. Ce dernier n'est donc pas obligé de mettre à jour sa localisation à chaque déplacement.

Le critère essentiel à prendre en compte dans la conception d'une stratégie de localisation est comment assurer un équilibre entre les paramètres suivants :

- Réduire la consommation de ressources.
- Assurer de bonnes performances en réduisant la latence.
- Réduire la complexité de réalisation du protocole ou des dispositifs matériels nécessaires.

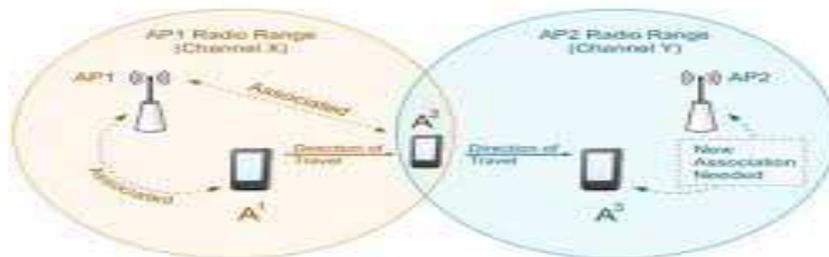
II-2)Le Handover :[4]

II-2-1)Présentation :

Le Handover (ou Handoff) est le changement du canal radio utilisé par un équipement mobile pour communiquer avec une station de base d'une cellule. Le nouveau canal à utiliser peut appartenir à la même cellule (Intra-Cell Handover) ou à une nouvelle cellule quand le mobile se déplace vers cette dernière (Inter-Cell Handover).

Dans le cas d'un Inter-Cell Handover, le processus du Handover est lancé par le mobile quand la puissance du signal balise, reçu d'une station de base voisine, excède la puissance de sa station d'attache actuelle d'une certaine valeur. Cette valeur est dite seuil de Handover (Handover threshold). Le canal doit être alloué au mobile avant que la puissance du signal de la station actuelle ne soit inférieure à une certaine valeur dite seuil du récepteur (Receiverthreshold). Seuil pour lequel le mobile ne pourra plus établir de communication avec sa.

Chapitre II Les inter transferts dans les réseaux cellulaires



FigureII-3 :Exemple d'un terminal dans un réseau cellulaire (transfert cellulaire)

:

II-2-2)Utilité du Handover :

Il existe trois cas où un handover est nécessaire pour assurer la continuité d'un appel téléphonique :

-Rescue Handover : la station mobile quitte la zone couverte par une cellule pour une autre. C'est la qualité de transmission qui détermine la nécessité du handover, qualité mesurée par le taux d'erreur, l'intensité du signal reçu, le niveau d'interférences et le délai de propagation.

-Confinement handover : la station mobile subirait moins d'interférences si elle changeait de cellule (les interférences sont dues en partie aux autres stations mobiles actives dans la cellule). La station mobile écoute en permanence d'autres antennes pour mesurer la qualité d'une connexion à ces dernières. De plus, chaque station mobile est synchronisée avec plusieurs BTS pour être prête en cas de handover.

-Traffic Handover : le nombre de stations mobiles est trop important pour la cellule, et des cellules voisines peuvent accueillir de nouvelles stations mobiles. Cette décision nécessite de connaître la charge des autres BTS.

Le handover tient compte de la direction du mouvement.

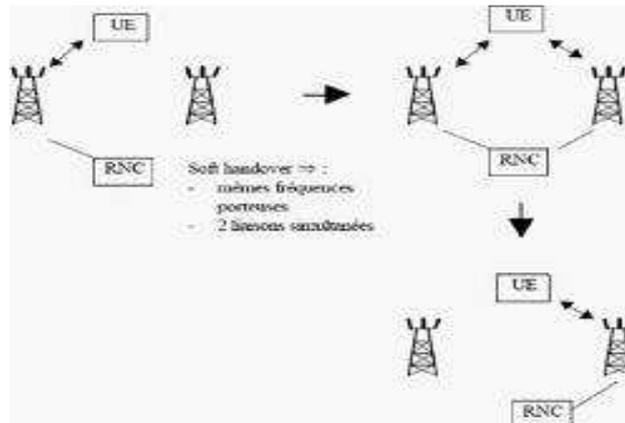
En GSM, dans tous les cas, le handover est du ressort du MSC (*Mobile services Switching Center* ou *Mobile Switching Center*). En UMTS (3G), il est décidé par le RNC.

II-2-3)Types de handover :

- Soft handover : Le soft handover a lieu lorsque le canal de la cellule source est maintenu pendant un certain laps de temps pendant que la liaison avec la cellule cible est engagée. Dans ce cas, la connexion avec la cellule cible est établie avant la rupture

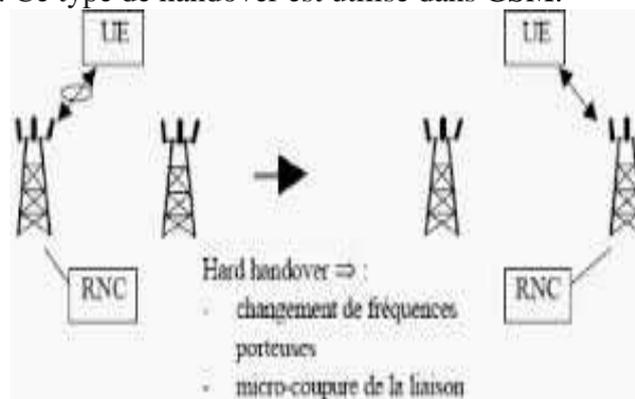
Chapitre II Les inter transferts dans les réseaux cellulaires

du lien avec la cellule source. Cette méthode est appelée *make-before-break* (qui signifie « faire avant de rompre »). Ce type de handover est généralement utilisé dans les réseaux 3G UMTS et dans les générations suivantes de réseau mobile.



FigureII-4 :Interaction du soft Handover dans un réseau cellulaire

- **Hard handover** : Le hard handover se produit lorsque le canal radio de la cellule source est libéré et le canal dans la cellule cible est engagé. Ainsi, la connexion à la cellule source est rompue avant (ou au même moment) l'établissement de la liaison avec la cellule cible. Cette méthode est appelée *break-before-make* (qui signifie « rompre avant de faire »). Dans ce cas, il est important de minimiser la durée d'interruption de la communication. Ce type de handover est utilisé dans GSM.



FigureII-5 :Interaction du Hard handover dans un réseau cellulaire

II-2-4) Mécanismes du Handover : [4]

Le processus Hand over s'effectue en trois phases :

- **Décision du Hand over** :

Chapitre II Les inter transferts dans les réseaux cellulaires

Dans cette phase, la décision d'effectuer un Handover est prise par le mobile ou par le réseau. Cette décision est basée sur la mesure de la qualité des liens de communication

entre le mobile et les stations de base voisines. Quatre stratégies ont été proposées dans la littérature, classées en fonction de l'initiateur du Handover. Ces stratégies sont :

- Handover à l'initiation du réseau (Network Controlled HandOver ou NCHO) : Le réseau mesure périodiquement la puissance du signal reçu du mobile (Uplink). Quand le signal descend au-dessous du seuil du Handover, le réseau lance le processus du Handover. Cette stratégie offre l'avantage principal de ne pas nécessiter des messages additifs de signalisation. Elle ne nécessite pas également l'intervention du mobile réduisant ainsi sa complexité et permettant l'économie de son énergie. L'inconvénient est la fiabilité de la décision du Handover qui ne tient pas compte de la capacité du mobile à recevoir le signal d'une station de base.

- Handover à l'initiation du mobile (Mobile Controlled HandOver ou MCHO) : Le mobile mesure la puissance du signal reçu de sa station de base actuelle (Downlink) et des stations adjacentes. En fonction de cela, il décide d'effectuer un Handover à la meilleure station candidate. Cette stratégie permet d'effectuer des Handovers rapides mais reste peu fiable du fait que seule la puissance du signal reçu de la station de base est considérée (Downlink) et que la puissance du signal reçu par la station de base (Uplink) n'est pas prise en compte.

- Handover assisté par le mobile (Mobile Assisted HandOver ou MAHO) : Dans cette stratégie, le réseau et le mobile effectuent périodiquement des mesures du signal reçu (Uplink et Downlink). Le résultat de la mesure effectuée par le mobile est transmis au réseau qui effectue la décision du Handover. La fréquence de la mesure du signal est

un paramètre important. Elle doit être assez petite pour ne pas surcharger le réseau par la transmission fréquentes de ces mesures mais suffisamment grande pour lancer rapidement la procédure du Handover si nécessaire.

- Handover Assisté par le Réseau (Network Assisted HandOver NAHO) : La décision d'effectuer un Handover est prise par le mobile à base de la puissance des signaux Uplink et Downlink. Le réseau informe le mobile de la mesure effectuée du signal Uplink qui assiste donc le mobile dans la prise de décision d'effectuer le Handover. Cette stratégie améliore la fiabilité du Handover au coût de terminaux mobiles plus complexes.

➤ Allocation de ressources :

Quand la station de base cible est choisie, le système vérifie si cette station dispose de suffisamment de ressources radio pour satisfaire la demande du mobile. Si les ressources sont disponibles, le système lui alloue ces ressources.

➤ Exécution du Handover

Dans cette dernière phase, la station de base est sélectionnée et les ressources sont

Chapitre II Les inter transferts dans les réseaux cellulaires

réservées. Le système informe la station de base et le mobile de la nouvelle configuration.

Un mécanisme de signalisation est nécessaire dans cette phase. Ce mécanisme doit être

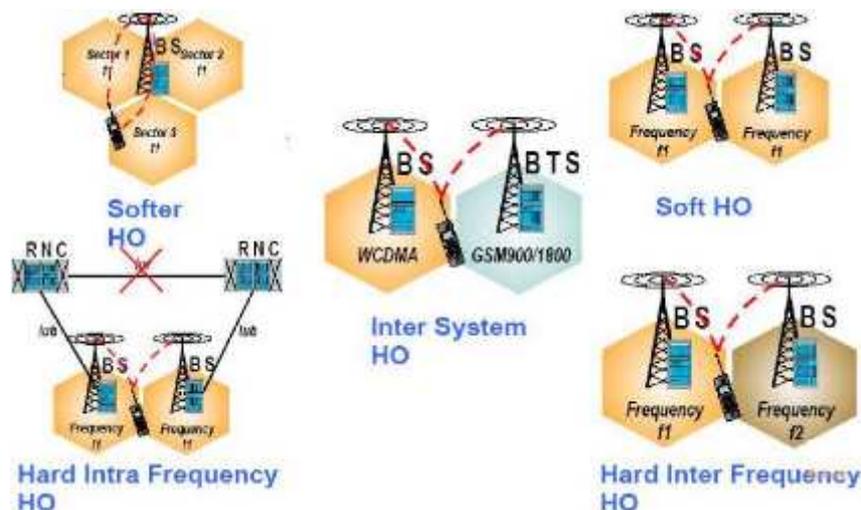
suffisamment fiable et rapide pour ne pas perdre les données utiles lors de l'exécution du handover.[4]

II-2-5)Le handover dans l'UMTS :[14]

Une station Mobile MS a déjà un canal dans une cellule donnée (gérée par un Node B et un RNC donnés) ; lorsque le signal reçu s'affaiblit, elle migre vers un nouveau canal. Il existe alors six types de handover :

- Handover Intra-RNC (Radio Network Controller) : le nouveau canal "voix" est attribué à la MS dans la même cellule ou une autre cellule gérée par le même RNC.
- Handover Intra-MSC/VLR : le nouveau canal est attribué à la MS mais dans une cellule gérée par un autre RNC, lui-même étant géré par le même MSC/VLR.
- Handover Intra-SGSN : en mode paquet (transfert de données), le nouveau canal est attribué à la MS mais dans une cellule gérée par un autre RNC, lui-même étant géré par le même SGSN.
- Handover Inter-MSC/VLR : le nouveau canal est attribué dans une cellule qui est gérée par un autre MSC/VLR.
- Handover Inter-SGSN : en mode paquet, le nouveau canal est attribué dans une cellule qui est gérée par un autre SGSN.
- Handover Inter-System : un nouveau canal est attribué dans un autre réseau mobile que celui qui est chargé de la MS (exemple entre un réseau GSM et un réseau UMTS).

Quand le handover a lieu entre le réseau de l'opérateur d'origine et celui d'un autre opérateur, on parle alors d'itinérance.



Chapitre II Les inter transferts dans les réseaux cellulaires

-**FigureII-6** : Mécanisme du Handover du GSM vers UMTS

Conclusion :

Nous avons traité dans ce chapitre les différents mécanismes de transfert inter cellulaires et les fonctionnalités nécessaires au déroulement du différents type de Handover que nous avons vu durant ce chapitre

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

Introduction

Connaitre la future cellule que traversera un mobile au cours de son déplacement est une garantie de la continuité de la communication particulièrement dans le cas de la mobilité quand un utilisateur effectue un Handoffs vers une autre cellule le réseau doit offrir les ressources nécessaires pour éviter les désagréments causé par l'absence de ces derniers

Les algorithmes de prédictions et de réservations permettent d'anticiper la future cellule que le mobile va traverser et ainsi lui réserver les ressources dans la cellule prédite malgré la grande variété de solutions préposées la prédiction reste restreinte du faite de la complexité du problème cette grande variété de solution nous donne un aperçu de l'importance du problème

Nous présentons dans ce chapitre la solution pour la réservation de ressources en utilisant deux stratégies de réservation dynamique une est basé sur la classification et la prédiction des utilisateurs suivant leur profil en utilisant un historique de déplacement et une réservation dans toutes les cellules voisines

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

III-1) La réservation :

C'est la stratégie la plus simple et la plus utilisée. Des canaux spécifiques sont réservés spécialement pour les Handoffs. Nous pouvons les classer en deux grandes classes. La réservation statique, et la réservation dynamique. Dans la réservation statique, un nombre fixe de canaux est réservés pour les Handoffs dans toutes les cellules. Dans la réservation dynamique, la réservation est effectuée seulement dans les cellules opportunes. La réservation réduit considérablement le nombre de blocages des Handoffs au détriment d'une légère augmentation des blocages de nouveaux appels.

III-1-1) quelques techniques de réservation :

III-1-1-1) Réservation dans les cellules adjacentes :

C'est une solution simple elle consiste à réserver uniquement dans les cellules adjacentes quand le mobile effectue un appel au lieu de lui réserver dans toutes les cellules. De cette façon, le mobile est assuré de continuer sa communication dans la prochaine cellule. La réservation est, ensuite, effectuée dans les prochaines cellules et ainsi de suite jusqu'à la fin de la communication.[21]

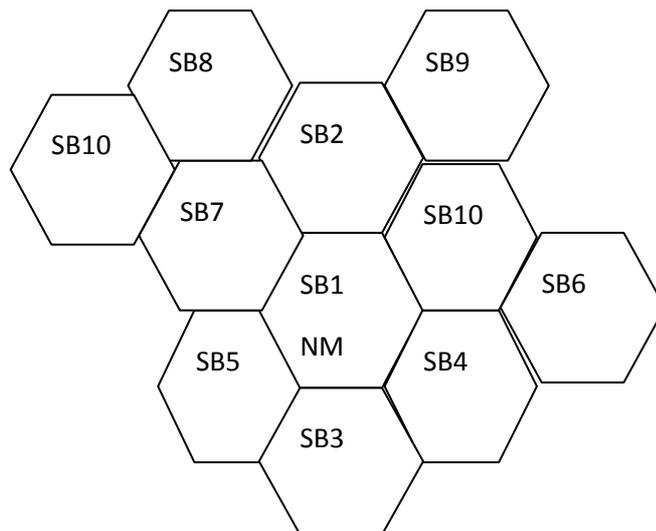


Figure III-1 : réservation dans toutes les cellules adjacentes

Dans la figure III-1 le nœud mobile connecté à la station de base 1 le système lui réservera dans toutes les stations bases adjacentes c à d SB7,SB2 ,SB5,SB3,SB4,SB10

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

III-1-1-2) Réservation avec l'ombre de cluster:

L'idée est qu'un mobile connecté dans une cellule exerce une influence sur les cellules avoisinantes. Quand un mobile passe dans une nouvelle cellule, cette influence se déplace vers les nouvelles cellules voisines produisant un effet semblable à une ombre qui se déplace avec les objets en mouvement. L'ombre ou l'effet exercé est fort au niveau des cellules adjacentes et faible au niveau des cellules éloignées. Ce concept se traduit par une stratégie de réservation dynamique permettant d'ajuster la quantité de ressources à réserver en fonction du temps d'arrivée, de la charge des cellules et de la priorité de l'appel. Quand le mobile exerce une ombre forte dans une cellule, la réservation doit s'effectuer en priorité. quand l'ombre est faible la réservation peut se mettre en attente de disponibilité des ressources.[15]

III-1-1-2) La réservation dynamique avec prédiction :

Pour une consommation minimale de la bande passante, la réservation doit se faire idéalement dans les cellules que le mobile traversera dans le futur. Les méthodes de prédiction permettent de prédire les prochaines cellules que le mobile va traverser et réserver ainsi dans ces cellules.

III-2) Classification et prédiction :

La classification et prédiction sont deux formes de l'analyse des données qui sont utilisées pour extraire des modèles décrivant les données ou permettant de prédire des futurs états ou mouvements de ces données.

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

III-2-1) Quelque algorithme de prédiction :

L'une des techniques les plus utilisées est l'utilisation du GPS [17]. Cette technique est utilisée pour connaître la position exacte (cellule) du mobile dans le réseau. Son principe de fonctionnement, est que le mobile envoie la position obtenue par GPS à sa BS. Cette dernière détermine si le mobile est au bord de la cellule. A chaque réception de la position du mobile, le système calcule la distance le séparant des cellules voisines, la plus courte (proche) distance est sélectionnée et la cellule correspondante est déterminée comme étant la cellule future prédite.

L'idée est de comparer le signal reçu par le mobile provenant des cellules voisines. Si ce signal est inférieur au seuil, on déduit que le mobile se dirige vers cette cellule. Dans , une carte de puissance du signal est maintenue par le système. Elle représente les différents signaux enregistrés dans différents points de la cellule. On fait appel à cette carte pour savoir la position du mobile, et en extrapoler la position future. Ceci étant, le mobile peut recevoir un signal de forte puissance d'une cellule sans se diriger vers elle.

Dans l'auteur présente une toute nouvelle technique où la prédiction est assurée en mobilisant les déplacements d'un mobile par un système fournis. Ce modèle permet la prédiction en se basant sur les anciens déplacements et ceux des autres utilisateurs qui vont dans le même sens que lui.

Dans , un algorithme de clustering est développé. Dans un premier temps, l'historique des mouvements du mobile est élaboré. Ensuite ces données sont traitées par l'algorithme de clustering pour découvrir les régularités des mouvements du mobile.

Dans , est décrit un nouvel algorithme de prédiction de mobilité. Dans ce travail, le Comportement mobile des utilisateurs est représenté comme la répétition de quelques modèles de mouvements élémentaires. Pour estimer la future position d'un mobile, les auteurs Proposent une gestion de mobilité dite prédictive PMM (Prédictive Mobilité Management). Un ensemble d'algorithmes de prévisions de mobilité MMP (Mobile Motion Prédiction) est Utilisé pour prédire la prochaine position des mobiles et ce en se basant sur leurs historiques [17]

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

De mouvements. Il est à noter que cette méthode est sensible aux mouvements aléatoires des usagers. En effet, tant les mouvements d'un mobile sont aléatoires, tant l'efficacité de la méthode décroît.

III-3) La 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 [

III-3-1) Quelques algorithmes de classification :

Les réseaux neuronaux :

C'est une technique de classification automatisée. De même que pour les arbres de décision, le principe consiste à apprendre à correctement classer des données à partir d'un jeu d'exemples déjà classifiés. Le réseau reçoit des informations sur une couche réceptrice de neurones, les traite avec ou sans l'aide de plusieurs couches cachées de neurones et produit un signal en sorti

voici l'algorithme général :

- 1- Initialiser les poids du perceptron à des valeurs quelconques
- 2- A chaque fois que l'on présente un nouvel exemple, on ajuste les poids selon que le Perceptron a correctement classé ou non
- 3- L'algorithme s'arrête lorsque :
 - Tous les exemples ont été présentés
 - Aucune modification des poids
 - Lorsqu'un seuil jugé acceptable ait été atteint.

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

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.

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.

L'algorithme K-mean :

Est une méthode de partitionnement. Encore appelée méthode des centres mobiles. On a N objets à partitionner en K clusters. Cette méthode construit les K clusters et les corrige jusqu'à obtenir une similarité satisfaisante, ou qu'il n'y ait plus de changement [9]

Algorithme

Entrée : Une collection A d'objets, un entier K

1. Choisir K objets au hasard parmi les objets de la collection à segmenter. Soient (G_1, \dots, G_K) les objets ainsi obtenus. (G_1, \dots, G_K) sont les représentants de K clusters (C_1, \dots, C_K) qui sont au départ vides.

2. (Ré) Affecter chaque objet O_i de la collection à l'un des clusters en fonction du représentant le plus proche :

$\text{Argmin}_k \sum_{i=1}^n d(O_i, G_k)$

Où d est une distance entre objets.

3. Si aucun objet ne change de cluster alors arrêt et sortir avec les clusters ainsi obtenus ;

4. Calculer de nouveaux représentants pour les clusters. Ces représentants correspondent à la moyenne des objets du cluster, c.-à-d. les centres de gravité G_1, G_2, \dots, G_K des K clusters obtenus:

Quelque soit $i; 1 \leq i \leq K;$

5. Retourner en 2.

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

L'Algorithme K-NN (Nearest Neighbor) :

L'algorithme des k-voisins les plus proches («*k-nearest Neighbors*» ou KNN) est une méthode d'apprentissage à base d'instances. Il ne comporte pas de phase d'entraînement en tant que telle.

La méthode du KNN diffère des traditionnelles méthodes d'apprentissage, car aucun modèle n'est induit à partir des exemples. Les données restent telles quelles, elles sont simplement stockées en mémoire.

Pour prédire la classe d'un nouvel élément (nouveau cas), l'algorithme recherche les K

plus proches voisins de celui-ci. L'algorithme utilise donc deux paramètres : le nombre K et le nombre L [9]

III-3) Présentation de notre solution :

Notre algorithme qui permet à une cellule par le biais de sa station de base d'effectuer des réservations dans d'autres stations de bases pour ses utilisateurs en communication.

Notre solution pour la réservation implémente deux techniques différentes pour la réservation

Une réservation basée sur la prédiction suivant un historique de déplacement et une réservation dans toutes les cellules adjacentes

Le choix de la technique de réservation est défini par une classification suivant la consommation de l'abonné en effet un utilisateur qui utilise beaucoup le réseau ou communique beaucoup fait de lui un utilisateur privilégié il est prioritaire par rapport à un utilisateur moyen

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

III-3-1) Classification des utilisateurs suivant leur consommation :

Dans la téléphonie mobile on distingue deux grandes classes d'utilisateur une classe grand consommateur et une classe moyen consommateur c'est deux classe sont définie par la facture mensuelle d'un utilisateur en effet un utilisateur qui utilise beaucoup sa station mobile est considéré comme un client grand consommateur et sera classé comme utilisateur privilégié et un utilisateur qui utiliser moins sa station Mobile sera classé comme utilisateur moins privilégié

Algorithme classification utilisateur :

debut

1-appel (Id mobile)

2-f=facture(id mobile)

3-si $f > x$ (x est une donnée qui peut être différentes suivant l'opérateur)

Alors x est privilégié

Réserver dans toutes les cellule adjacentes

Sinon x est moins privilégié

Réserver avec prédiction

Fin

La figure III-2explique le déroulement de notre solution :

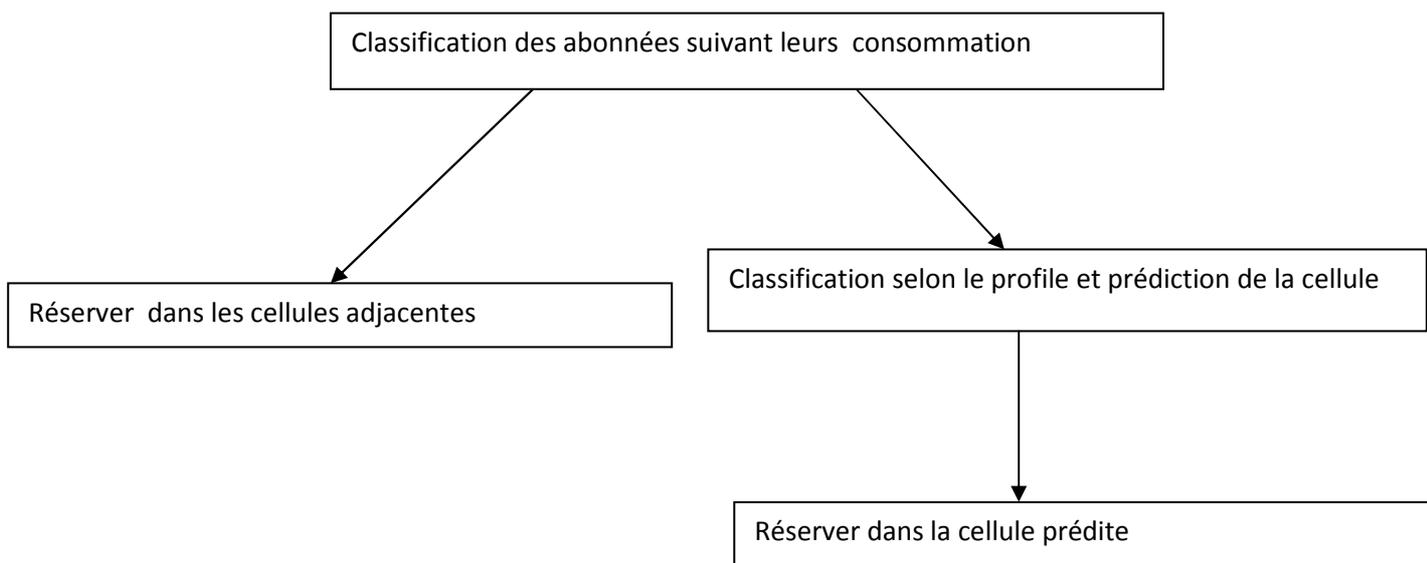


Figure III-2

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

III-3-2) Réservation dans les cellules adjacentes basées sur la Classification:

Cette technique de réservation une solution simple elle consiste à réserver uniquement dans les cellules adjacentes. De cette façon, si le mobile est un utilisateur privilégié sa communication dans la prochaine cellule sera assurée, La réservation est ensuite, effectuée dans les prochaines cellules et ainsi de suite jusqu'à la fin de la communication.

III-3-3) réservation basé sur l'algorithme de prédiction :

Notre choix s'est axé sur la solution de prédiction basé sur le profil pour sa simplicité d'une part et sa précision dans la prédiction qui peut atteindre un taux de prédiction de 60%

Cet algorithme se déroule en deux étapes la première étape consiste à classer un individu selon son profil et la deuxième étape consiste à déterminer sa future cellule en exploitant un historique de déplacement.

III-3-3-1) Profil utilisateur :

On entend par profil d'un utilisateur, toutes les informations utiles le caractérisant et permettant au système de comprendre son comportement tel que : son âge, son sexe, son Métier, son lieu de travail, son lieu de résidence, ses revenus,...etc. Ces informations peuvent être récupérées lors de la procédure d'abonnement et enregistrées dans une base de données associée au mobile. L'historique des déplacements des utilisateurs est un facteur tout aussi important à tenir en compte.

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

III-3-3-2) Historique de mouvement :

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. 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

Pour garder cette trace, nous nous inspirons de la structure proposée dans [70] :

Id mobile	Date	Cell Source	Cell dest
------------------	-------------	--------------------	------------------

Figure 4.1 : Structure d'une ligne d'historique

- Id mobile c'est l'identifiant du mobile (unique pour chaque mobile)
- Cell source : indique la cellule d'où vient le mobile
- Cell dest : indique la cellule où le mobile est allé
- date: la date du déplacement

III-3-3-3) Principe de prédiction :

Pour mieux illustrer l'importance du profil des utilisateurs et l'historique des mouvements dans le processus de prédiction, prenons, à titre d'exemple, la configuration suivante :

Soit un ensemble de cellules couvrant chacune différentes infrastructures : usine, quartier résidentiel, supermarché, entreprise, boutiques de luxe et une cité.

Les utilisateurs en interaction avec ces lieux sont des cadres supérieurs, des employés (simples salarier), leurs familles respectives. Les cadres sont des personnes au profil assez avantageux. En effet, ce sont des personnes habitant dans des quartiers résidentiels, travaillant ou gérant des entreprises, possédant des véhicules et ont des revenus assez importants.

Une telle personne préférera sûrement se rendre dans des boutiques de luxes pour faire ses achats. Et pour se reposer le weekend, il va se rendre dans un club de détente par exemple.

On constate bien, d'après cet exemple, qu'en se basant sur le profil des utilisateurs on peut en extrapoler leurs habitudes et ainsi leurs déplacements.

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

Maintenant, si un nouvel utilisateur entre dans le réseau et que nous ne disposons pas de son historique de mouvement (nous ne connaissons pas ses habitudes de déplacements), nous pouvons toujours utiliser l'historique des autres utilisateurs déjà présents dans le réseau, à condition qu'ils aient le même profil que lui

III-3-3-4) Fonctionnement de l'algorithme de prédiction :

Soit l'ensemble $I = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$ les N individus se trouvant dans la cellule C

Entrée : X un nouvel individu pour lequel on veut prédire la cellule future

Paramètre k qui correspond au nombre de voisin les plus proche à prendre en compte

Paramètre L qui correspond a **Sortie :** la cellule future à prédire nombre de ligne d'historique à prendre par voisin proche

Algorithme :

Pour ($j = 1$ à N) **Faire**

1. Calculer la distance entre Y_j et X de la cellule C $d_j(X, Y_j)$
2. Enregistrer cette distance

Fin faire

3. Trier les N distances calculées
4. Sélectionner les k plus petites distances,
5. Sélectionner
6. A partir de cet historique, déterminer la cellule de destination la plus fréquente et la retourner comme la future cellule à prédire L lignes de l'historique des k individus les plus proches de X

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

III-4) les procédures :

Notre algorithme qui permet à une cellule par le biais de sa station de base d'effectuer des réservations dans d'autres stations de bases pour ses utilisateurs en communication.

On suppose que les stations de bases peuvent communiquer avec les autres stations voisines par des messages envoyés grâce à un réseau filaire haut débit

Le protocole utilise deux procédures à implémenter au niveau de chaque station de base. Ces procédures sont

1. **ReserverCelluleAdjacentes(id mobiles ,CelluleAdjacente ,classeutilisateur)**
2. **Réserver (Id Mobile, BandePassante)**
3. **AnnulerReservation(BP) ;**

la procédure **ReserverCelluleAdjacentes(id mobiles ,CelluleAdjacente)** elle permet de réserver une bande passante pour un mobile ,cette procédure déclencher juste après que la classification d'un utilisateur

le pseudo code permet de décrire cette procédure :

```
procedure réserver(id-mobile ,celluleAdjacente,BPR){  
    BP=BP+BPR  
}
```

La procédure **Réserver (Id Mobile, id cellule)** permet de réserver une bande passante un mobile ,cette procédure , déclenché par un signal venant d'une autre station de base elle est décrite par le pseudo code suivant

```
Procedure réserver(id_mobile,BandePassante){  
    BandePassanteReservation =BandePassanteReservation+BandePassante  
}
```

Chapitre III: Classification et prédiction et réservation de ressources

La procédure Libérer RSV(BP) permet de libérer une bande passante réservée. Elle est exécutée a chaque fois qu'une réservation est annulée ou qu'un mobile en communication est entrée dans la cellule. Cette procédure AnnulerReservation (BP)ressources réservées. Son pseudo-code est le suivant :

```
procédure annulerReservation(BP)
{
  BPReservé = BPReservé - BP
}
```

Conclusion :

dans ce chapitre nous avons présenté notre solution pour la réservation de ressources basé sur la classification et la prédiction

la réservation repose la réservation dynamique utilisant deux technique la réservation basé sur la classification et une basé sur la prédiction en utilisant un algorithme de prédiction basé sur le profil d'un utilisateur

cette solution devra d'une part améliorer la qualité de service en permettant aux appels Handoff d'aboutir grâce a la réservation

dans la chapitre suivant nous allons présenter notre implémentation de la solution

Chapitre V : Implémentation Simulation :

Introduction :

Pour implémenter notre solution nous avons utilisé deux simulateur .le premier est un simulateur de mouvement qui génère une trace de déplacements des utilisateur en se basant sur des études statistique mené pendant une période de cinq ans

Il est notamment basé sur un modèle de mobilité réaliste dit modèle d'activité

Le deuxième est un simulateur que nous avons implémenté modélisant un réseau cellulaire Dans ce chapitre nous allons montrer l'architecture de notre simulateur et le modèle de mobilité utilisé

V-1) Les modèles de mobilité :

Un modèle de mobilité est par définition un modèle qui décrit l'activité journalière 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

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 présenté dont voici les plus utilisés

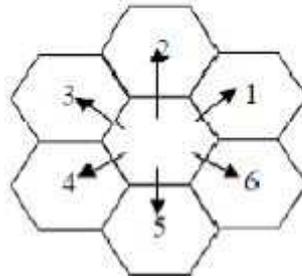
V-1-1)Modèle markovien :

Ce modèle définit des probabilités différentes des mouvements des utilisateurs d'une cellule à une autre . 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.

Chapitre V : Implémentation Simulation :

V-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 [19]



V-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

V-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

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.

V-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.

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.

Chapitre V : Implémentation Simulation :

V-2) Le simulateur de mouvement

Pour l'évaluation de notre solution, nous avons utilisé le simulateur de mouvement présenté dans . 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. Etudiants
3. 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. Le jour est décomposé en 12 périodes. Les données récoltées sont regroupées dans une table dite matrice de transitions d'activités . 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 (tabV.1) en fonction de la catégorie des utilisateurs et de l'horaire

Chapitre V : Implémentation Simulation :

catégorie utilisateur	Horaire	Activités Précédentes	Activité suivantes	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

Tableau V.1 : Matrice de transition d'activité

Les statistiques conduites dans la région de Waterloo ont permis de diviser le territoire en 45 cellules. Les informations topographiques telles que les routes reliant ces cellules ont été enregistrées dans un fichier nommé adjacence. La figure V.2 donne la décomposition de la zone en cellules et les chemins les reliant

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

Tableau V.2 : Matrice des durées

Chapitre V : Implémentation Simulation :

Le fonctionnement du simulateur est décrit dans la figure V.1. 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.

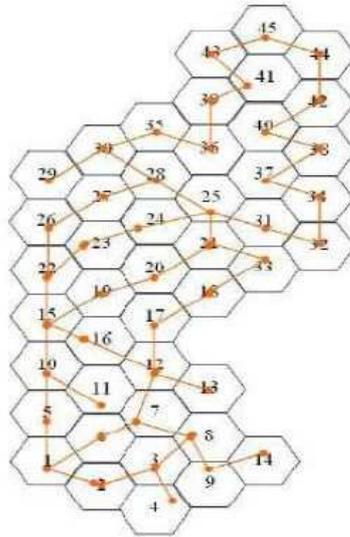


Figure V.2 : Répartition en cellules et leurs chemins

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.

Chapitre V : Implémentation Simulation :

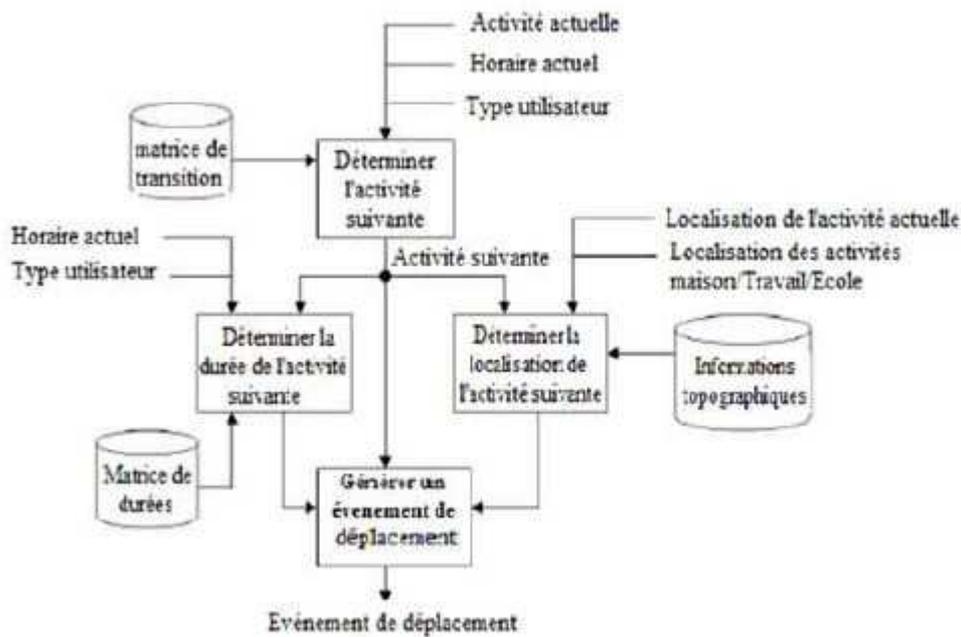


Figure V.3 : Fonctionnement du simulateur de mouvements

Le simulateur crée enfin un fichier trace contenant tous les déplacements (tableau 4.3).

Une ligne du fichier trace contient les éléments suivants :

- Id mobile : identifiant du mobile
- Type : la catégorie (classe) du mobile
- Moment : moment du déplacement (en minutes)
- Cellule Actuelle
- Cellule Future : identifiant de la cellule destinataire

V-3) Implémentation de notre solution :

A fin d'implémenter notre solution nous avons réalisé notre simulateur basé sur l'historique de déplacement donner par le modèle d'activité

notre simulateur est implémenté en java il est composé de cinq classe

Chapitre V : Implémentation Simulation :

➤ **Classe cellule :**

Cette classe modélise une cellule au lancement du programme elle crée toutes les tables d'historique est elle est distribuées sur l'ensemble des cellules

Id mobile	profile	Moment	Id Cell
35	1	370	29
36	1	385	29
21	1	385	16
10	1	402	15

Tableau V-1

➤ **Classe Classification :**

Cette classe contient les méthodes nécessaires pour classifier un utilisateur elle nous retourne son type de profile et sa catégorie

Elle contient trois méthodes essentielles :

1. FactureAbonnées() :cette classe permet de récupérer la dernière facture mensuelle de l'utilisateur et de le classer dans une des deux catégories
2. TrouverProfile () : cette classe contient les méthodes nécessaires au calcul de la distance et la

➤ **Classe prédiction :**

Cette classe contient les méthodes nécessaire pour la prédiction de la cellule future elle contient notamment la méthode

Prédire ()

Chapitre V : Implémentation Simulation :

➤ **Classe réservation :**

Elle contient trois méthodes nécessaire pour la réservation et l'annulation de la réservation

1. **ReservationPrediction()** : cette méthode permet de réserver dans la cellule prédite
2. **AnnulerReservation()** : cette méthode permet d'annuler la réservation dans la cellule
3. **ReservationCelluleAdjacentes()** :
Cette méthode permet de réserver dans toutes les cellules adjacentes

V-3-1) Evaluation de l'algorithme de prédiction :

Pour évaluer l'algorithme, un ensemble de simulations a été effectué. Son efficacité est évaluée sur la base du taux de prédiction qui est le rapport entre le nombre de prédictions correctes sur le nombre total de prédictions. Le choix d'une structure hexagonale pour représenter une cellule permet d'avoir une probabilité de référence de $1/6$ et ainsi un taux de prédiction de 16 % dans le cas d'une prédiction aléatoire

Les paramètres qui influent directement sur le choix de la cellule future par la classification sont :

- Le paramètre K qui représente le nombre d'individus à prendre dans la classification
- Le paramètre L qui est le nombre de lignes d'historique à prendre pour chaque individu similaire

L'utilisation de cette technique de prédiction a permis de prédire correctement 60% des déplacements des mobiles. Ce taux est largement supérieur à la probabilité de sélectionner une cellule de façon aléatoire qui est de $1/6 = 16\%$.

Le simulateur de mouvement que nous avons utilisé ne permet de prendre en compte que

Chapitre V : Implémentation Simulation :

d'un seul paramètre lors de la classification des mobiles. C'est le paramètre appelé type utilisateur et qui indique la catégorie de l'individu (travailleur, travailleur à mis temps, étudiant, non employé).

V-3-2) Evaluation de l'algorithme de réservation :

L'évaluation de notre solution de réservation peut être effectuée à base des deux paramètres PCB et PHB. Ces deux paramètres sont calculés pour chaque solution en faisant varier la charge du réseau (en termes de nombre d'utilisateurs allant de 100 à 1000). Chaque connexion pouvant demander une communication les paramètres à prendre en considération sont :

- nbC : Le nombre total d'appels de tous les mobiles dans toutes les cellules
- nbCB : Le nombre d'appels bloqués par manque de ressources dans toutes les cellules et pour tous les mobiles
- nbH : Le nombre total de Handoffs de tous les mobiles dans toutes les cellules
- nbHB : Le nombre total de Handoffs bloqués, par manque de ressources de tous les mobiles dans toutes les cellules

Les paramètres PCB et PHB sont calculés de la manière suivante :

$$PCB = nbCB/nbC$$

$$PHB = nbHB/nbH$$

Chapitre V : Implémentation Simulation :

Conclusion :

L'ajout d'un algorithme de prédiction a un algorithme de réservation permet de mieux gérer les ressources radio en les réservant la ou c'est nécessaire. Les estimations que nous avons faites sur notre solution nous laisse a prévoir qu'il est possible de diminuer considérablement la probabilité de blocage de Handoffs sans toute fois augmenter la probabilité de blocage des nouveau appels.

Conclusion générale :

Dans ce mémoire nous avons traité le problème de la réservation de ressources de communication dans les réseaux mobiles de troisième génération. Ce problème est très important dans la gestion des ressources radio vu que les applications de la 3G nécessitent une bande passante conséquente. Ce besoin est confronté à des problèmes propres aux caractéristiques physiques des ondes radio (en terme d'atténuation du signal, d'interférences, ...etc) qui font que le médium de communication radio présente des capacités limitées en bande passante. La mobilité des utilisateurs amplifie le problème de la gestion de ressources car elle induit une augmentation des demandes aux niveaux des cellules traversées, induisant par conséquent des déconnexions fréquentes par manque de ressources. Par ailleurs Les utilisateurs des réseaux mobiles sont de plus en plus exigeants en terme de la qualité des services proposés. Assurer un service continu sans interruption est actuellement l'une des exigences les plus importantes des clients de la 3G. L'interruption du service avant sa terminaison peut causer une perte de temps et d'argent. Il est donc essentiel de garantir que le mobile puisse maintenir sa connexion au réseau jusqu'à ce qu'il décide de sa terminaison. Notre approche au problème consiste à assurer aux mobiles, un service continu sans déconnexion en leur réservant des ressources à l'avance dans les cellules qu'ils vont traverser. Pour déterminer les futures cellules qu'un mobile va traverser, nous avons une approche de la prédiction des déplacements reposant sur le profil des individus. Cette approche en la combinant à un protocole de réservation, elle permet de réduire considérablement la probabilité de blocage de Handoffs et assurer ainsi une meilleure continuité de service.