

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A.MIRA-BEJAIA



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Faculté : Technologie
Département Génie Electrique

Mémoire

Présenté par

Mekkaoui Okba Islam
Nabet Ahmed

Pour l'obtention du diplôme de MASTER 2

Filière : TELECOMMUNICATION

Option : RESEAUX ET TELECOMMUNICATION

Thème

Mécanisme de gestion de handover dans les réseaux basés femtocell

Soutenu le :30/06/2018

Devant le Jury composé de

:

Mr KHIREDDINE	PROFESSEUR	Univ. De BEJAIA	Président
Mme HAMZAOUI	MCB	Univ. De BEJAIA	Examineur
Mme MEZHOUD	MAA	Univ. De BEJAIA	Encadreur
Mme ACHOUR	MAA	Univ. De BEJAIA	co-encadreur

Année Universitaire:2017/2018

Introduction générale

Chapitre 1 généralité sur les réseaux 3G et la technologie femtocell

Chapitre 2 Mécanismes de la gestion du Handover

Chapitre 3 partie simulation

CONCLUSION GENERALE

Remerciements

Nos vifs remerciements vont d'emblée à Dieu tout puissant qui nous a doté d'une grande volonté et d'un savoir adéquat pour mener à bien ce modeste travail.

Nos remerciements sont adressés également à nos chers parents pour tous les sacrifices consentis à notre égard et à leur énorme soutien.

A tous nos proches.

A notre encadreur, MADAME MEZHOUD Naima qui nous a accordé une grande confiance et nous a orienté dans le bon sens quant à l'élaboration de ce projet.

Nous remercions Mademoiselle ACHOUR d'avoir accepté d'être avec nous le jour de la soutenance.

Aux membres de la commission pour avoir accepté de juger notre modeste travail.

Et enfin on se remercie nous-mêmes d'avoir fait ce modeste travail. Et tous nos ami(e)s pour leur soutien et leur présence à nos côtés.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à MA TRÈS CHÈRE MÈRE et à la mémoire de mon PÈRE qui a été toujours dans mon esprit et dans mon cœur. Que Dieu, le miséricordieux, t'accueille dans son éternel paradis.

À mes chères sœurs Nacera, Samira et Siham ainsi que leurs maris, et particulièrement à mon petit neveu Idris.

À toutes la famille NABET et KETRANE.

Et à mon binôme Mekkaoui okba islam qui a passé des nuits blanches à travaillé. À sa famille.

à tous mes amis, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à MA TRÈS CHÈRE MÈRE et à MON
Chère PÈRE pour leur sacrifice, sans votre soutien on ne serait rien devenu.*

*À mes chères sœurs, et à leur enfants (Alae, Amina, La Petite Maria et le
Nouveau Abdmalek)*

À ma chère grande mère .

Et à mon binôme dit « khali ahmed ». À sa famille.

*à tous mes amis, et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la
réalisation de ce travail*

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES

TABLE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

Introduction Générale.....	1
Chapitre1.....	2
1. Introduction	2
2. Troisième génération 3G.....	2
2.1 Caractéristiques du réseau 3G	2
2.2Architecture de réseau 3G	3
2.2.1 Le réseau d'accès radio UTRAN	3
2.2.2 Le réseau cœur	4
2.3 Bande de fréquence	4
2.4 Technique d'accès.....	5
2.5 Le débit binaire.....	5
2.6 L'évolution de la 3G	5
2.6.1 HSPA (High Speed Packet Access)	6
2.6.2 Le HSPA+ (High Speed Packet Access).....	6
2.7 Milieu de couverture réseau.....	7
2.7.1 La couverture réseau en milieu outdoor.....	7
2.7.2 La couverture réseau en milieu indoor.....	7
2.8 Types de cellules dans le réseau 3G	8
2.8.1 Macro cellule	8
2.8.2 Pico cellule	9
2.8.3 Femto cellule.....	9
3. Femtocell	9
3.1 Intérêt et objectif	9
3.2 Architecture du Femtocell.....	10
3.3 Avantage de la Femtocell	10
3.4 Inconvénients de la femtocell	11
3.5 Les différents modes d'accès :.....	11
3.5.1 Open Access Mode : (accès ouvert).....	11
3.5.2Closed Access Mode : (accès fermé)	12
3.5.3 Hybrid Access Mode : (accès hybride)	12
3.6 Caractéristiques techniques	12
4. conclusion	13
Chapitre 2.....	14

TABLE DES MATIERES

1. Introduction	14
2. Mécanismes de la gestion de la mobilité	14
2.1 La reselection	14
2.2 La redirection	14
2.3 Le handover	14
3. Handover	15
3.1 Types de Handover.....	15
3.1.1 Hard Handover	15
3.1.2 Soft Handover.....	16
3.2 Femtocell Handover	16
3.3 Les Phase Du Handover	17
3.3.1 Phase Mesure.....	18
3.3.2 Phase préparation	18
3.3.2 Phase D'exécution	18
3.4 Ping-Pong Handover	18
4. Scenario De Transfert	18
4.1 Procédure De Transfert macro-femto	18
4.2 Procédure De Transfert femto-macro	19
4.3 Procédure De Transfert femto-femto	19
5. Model de propagation des ondes	19
5.1 Mécanismes de propagation.....	19
5.1.1 Les Trajets multiples.....	19
5.1.2 Les évanouissements.....	20
5.1.3 La réflexion.....	20
5.1.4 La diffraction.....	21
5.1.5 Diffusion	21
5.2 Les Variations Du Canal De Propagation	21
5.2.1 Grand Echelle.....	21
5.2.2 Moyen Echelle	21
5.2.3 Petite Echelle	22
5.3 Model de propagation indoor.....	22
5.3.1 L'affaiblissement du parcours	22
5.3.2 Model log distance.....	23
5.3.3 Model de facteur d'atténuation	24
6. conclusion	24
Chapitre 3.....	25
1. Introduction	25

TABLE DES MATIERES

2. Problématique et Solution	25
2.1 La Problématique	25
2.2 Solution	25
2.3 Explication du l'organigramme	27
3. simulation	27
3.1 Description de la zone.....	27
3.2 Les position du mobile.....	29
3.3 Les positions des obstacles.....	30
4 Discussion des résultats	30
4.1 Handover macro-macro	30
4.2 Handover macro-femto	33
4.3 Handover femto-femto	33
CONCLUSION GENERALE.....	36
BIBLIOGRAPHIE	

TABLE DES FIGURES

TABLE DES FIGURES

Figure 1.1 Architecture de réseau UMTS.....	3
Figure 1.2 Plan de fréquence de la 3G.....	4
Figure 1.3 Schéma sur l'évolution de la 3G.....	6
Figure 1.4 Hiérarchique des cellules 3G.....	8
Figure 1.5 Architecture d'un réseau femtocell.....	10
Figure 1.6 Différents mode d'accès.....	12
Figure 2.4 La réflexion.....	20
Figure 2.5 La Diffraction.....	21
Figure 3.1 Organigramme de détection de handover.....	26
Figure 3.2 Position des mBS	28
Figure 3.3 Position des fBS.....	28
Figure 3.4 Déplacement du mobile dans la zone de couverture.....	29
Figure 3.5 Position des obstacles.....	30
Figure 3.6 (a) Position de détection (b) Puissance reçue.....	31
Figure 3.7 (a) Nouvelle position (b) Nouvelle puissance.....	31
Figure 3.8 Nouvelle position du mobile	32
Figure 3.9 Nombre de handover	32
Figure 3.10 Nouveau nombre de handover	32
Figure 3.11 Le déplacement du mobile dans la zone couverte par les fBS.....	33

TABLE DES FIGURES

Figure 3.12 Handover entre fBS et mBS.....	33
Figure 3.13 (a) La zone couverte par les fBS (b) Puissance reçue.....	34
Figure 3.14 Nouvelle trajectoire du mobile.....	34
Figure 3.15 Nombre de handover	35
Figure 3.16 Nombre de handover éliminé.....	35

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 Valeur d'atténuation	7
Tableau 2.1 Paramètres n pour différents environnements.....	23
Tableau 2.2 Les valeurs du coefficient de propagation.....	24
Tableau 3.1 Les paramètres de la simulation.....	27

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES ABREVIATIONS

1G 1st Génération

2G 2nd Génération

3G 3rd Génération

BS Base Station

BTS Base Transceiver Station

CDMA Code Division Multiple Acces

CS Circuit Switched

DC-HSPA Dual-Cell High Speed Packet Access

EDGE Enhanced Data Gates for GSM Evolution

fBS femto Base Station

FDD Frequency Division Duplex.

FDMA Frequency Division Multiple Acces

GPRS General Packet Radio Service

GSM Global System Mobile communication

GGSN Gateway GPRS Support Node

HeNB Home eNodeB

HSPA High Speed Packet Access

HSPDA High Speed Packet Downlink Access

HSPUA High Speed Packet Uplink Access

LISTE DES ABBREVIATIONS

mBS macro **B**ase **S**tation

MSC Mobile Switching Center

PS Packet Switched

QoS Quality of Service System

RSSI Received Signal Strength Indication

SIM Subscriber Identity Module

SGSN Serving GPRS Support Node

TDD Time Division Duplex

TDMA Time Division Multiple Acces

UE User Equipement

UMTS Universal Mobile Télécommunications

VLR Visitor Local Reseau

W-CDMA Widebande Code Division Multiple Acces

Wi-Fi Wireless Fidelity

Introduction Générale

Les applications récentes de la technologie mobile augmentant l'utilisation des services données, ce qui a créé un problème de connexion au réseau (plusieurs utilisateurs sont connectés à la même station de base BS). Le principal défi pour les opérateurs consiste à améliorer la couverture, à augmenter la capacité et à fournir aux utilisateurs les services mobiles avec des débits élevés de manière rentable. Ceci a poussé les chercheurs et les opérateurs à trouver une solution alternative pour répondre aux exigences des utilisateurs des réseaux de téléphonie mobile.

La technologie Femtocellule est apparue comme l'une des principales stratégies conçues efficacement à ce problème en particulier dans des zones intérieures «indoor». Les avantages des réseaux à base des Femtocellules sont plus élevée que celle des Macrocellules. Malgré l'étendue de la zone couverte par les Macrocellules plus grande, mais la puissance du signal diminue fortement en environnement indoor à cause des obstacles. Pour cela, il est préférable d'utiliser des fBS (femtocell Base Station) dans ces zones pour améliorer la qualité du signal.

Cependant, un mobile en déplacement entraîne des transferts intercellulaires qui vont provoquer des Handover inutiles. Pour réduire le nombre de Handover inutiles nous avons proposé une procédure dans laquelle les puissances de signal sont collectées par la station mobile (MS). Ensuite, en connaissant les prochains emplacements du MS, les futures puissances reçues sont prédites en utilisant le modèle de propagation « log distance normal ». L'algorithme décidera par la suite si le MS changera de BS ou bien il restera connecté à la même BS.

Le but de ce projet de fin d'étude est de réduire le nombre de Handover inutile. Pour cela nous avons réalisé ce mémoire qui s'articule sur trois chapitres. Le premier chapitre présente des généralités sur la 3G et la technologie Femtocellule. Le deuxième chapitre décrit le mécanisme de gestion de mobilité et les modèles de propagation indoor. Le troisième chapitre est consacré à la simulation de la procédure proposée et ses résultats. Enfin, nous terminons par une conclusion.

Chapitre 1

1. Introduction

Ces dernières années, l'industrie radio-mobile a connu une très grande évolution, et plusieurs générations ont vu le jour (1G, 2G, 3G, 4G). Ce rapide développement technologique sans fil a considérablement contribué à cette énorme demande due au nombre d'utilisateur qui ne cesse d'accroître.

De nos jours, la QoS est un élément décisif, et pour y répondre les opérateurs mobiles déploient de très grands efforts pour fournir une couverture réseau optimale. Malgré tout cela, la couverture pose toujours problèmes dans la zone indoor à forte densité d'utilisateurs.

2. Réseau de troisième génération 3G

Le réseau 3G est un réseau mobile qui permet l'utilisation simultanée de millions de terminaux sans fil connectés à internet, immobiles ou en mouvement, y compris lors de déplacements à grande vitesse et sur une grande distance.

Le réseau 3G repose sur la norme UMTS (Universal mobile télécommunication system). Cette technologie de transmission a succédé la 2G tel que la GSM, GPRS et EDGE. Il est en charge de la commutation et de routage des communications (voix et données) vers d'autres réseaux extérieurs et capables d'offrir des services multimédias à l'utilisateur en termes de capacité, de qualité de service, et de services à valeur ajoutée.

L'évolution de la 3G se déploie étape par étape en respectant la coexistence de la 2G et la 3G dans le réseau.

2.1 Caractéristiques du réseau 3G

Plusieurs critères définissent la 3G. Ils ont été répertoriés par l'Union Internationale des Communications (UIT) au sein des normes IMT-2000. En voici les principaux :

- Amélioration multimédia (voix, données, vidéo ...).
- Un haut débit de transmission [1]:
 - 144 Kbps avec une couverture totale pour une utilisation mobile.
 - 384 Kbps avec une couverture moyenne pour une utilisation piétonne.
 - 2Mbps avec une zone de couverture réduite pour une utilisation fixe.

- Compatibilité mondiale.
- Flexibilité de routage (répéteur, satellite, réseau local).
- Compatibilité des services mobiles de 3ème génération avec les réseaux de la seconde génération.

2.2 Architecture de réseau 3G

Le réseau UMTS se divise en deux domaines [2]:

- Le domaine utilisateur UE (User Equipment)
- Le domaine d'infrastructure : comporte deux parties le réseau d'accès radio UTRAN et le réseau cœur (CN : Core Network).

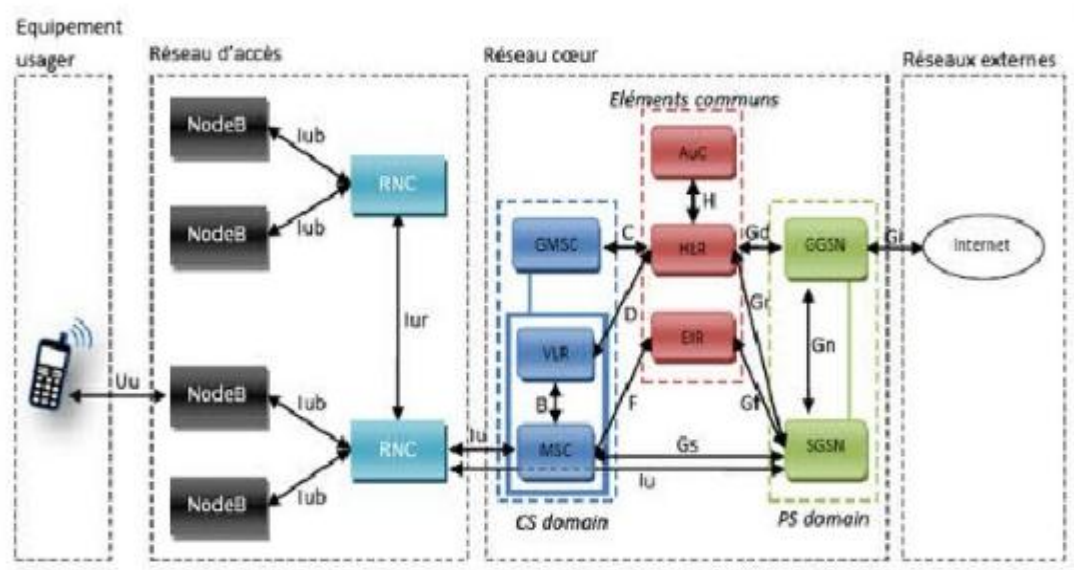


Figure 1.1 Architecture de réseau UMTS [2]

2.2.1 Le réseau d'accès radio UTRAN

Sa fonction principale est le transfert des données de l'utilisateur. Il est chargé d'autres fonctions (sécurité, mobilité, gestion des ressources et synchronisation).

2.2.2 Le réseau cœur

Il est composé de trois parties dont deux domaines :

- Domaine CS (circuit switched) composé de :
 MSC (chargé d'établir la commutation).
 GMSC (passerelle entre le réseau UMTS et le réseau téléphonique à commuter).
 VLR (une base de données).
- Domaine PS (packets switched) composé de :
 SGSN (est chargé d'enregistrer les usagers sur la zone de couverture).
 GGSN (passerelle vers les réseaux à commutation de paquets extérieurs tels que l'internet).

2.3 Bande de fréquences

La norme UMTS exploite de nouvelles zones du spectre notamment les bandes 1920-1980 MHz et 2110-2170 MHz [3]. Le schéma de la figure 1.2 présente le plan de fréquences de la téléphonie de 3ème génération en Europe, Japon et Etats-Unis. En Afrique, on utilise les mêmes bandes de fréquences que l'Europe.

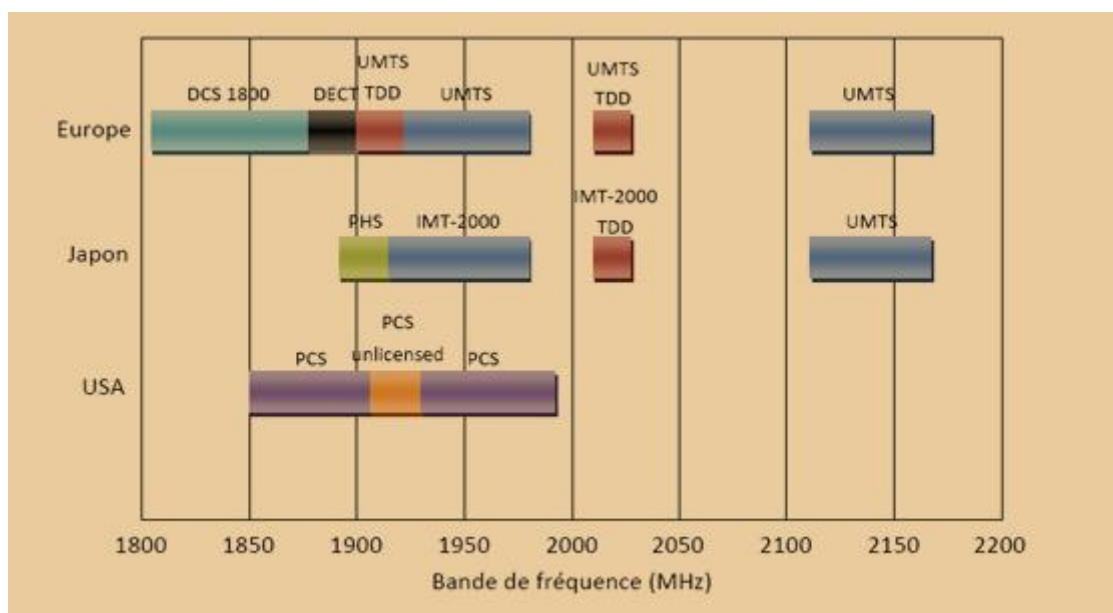


Figure 1.2 Plan de fréquence de la 3G

2.4 Technique d'accès

Contrairement aux générations précédentes utilisant les techniques d'accès FDMA et TDMA, l'UMTS utilise la technique WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*) basée sur une technique plus ancienne CDMA (*code division Multiple Access*) [4].

- **CDMA** (*Code Division Multiple Access*)

Elle permet d'avoir plusieurs types d'utilisateurs sur une même onde porteuse. Les transmissions sont numérisées.

La W-CDMA propose deux types de multiplexage FDD (*Frequency Division Duplex*) et TDD (*Time Division Duplex*)

- FDD utilise deux bandes de fréquences de 5 MHz pour les débits montants et les débits descendants.
- TDD utilise une bande de fréquences de 5 MHz divisée en laps de temps (time slot) [5].

2.5 Le débit binaire

Le débit est différent suivant le lieu d'utilisation :

- ✓ En zone rurale : 144Kbits jusqu'à 560km/h
- ✓ En zone urbaine : 384kbit/s jusqu'à 120km/h
- ✓ Dans un bâtiment (indoor) : 2000kbit/s à partir d'un point fixe.

2.6 L'évolution de la 3G

Des extensions ont été mises au point afin d'améliorer les débits proposés. La figure 1.3 nous présente ces extensions.

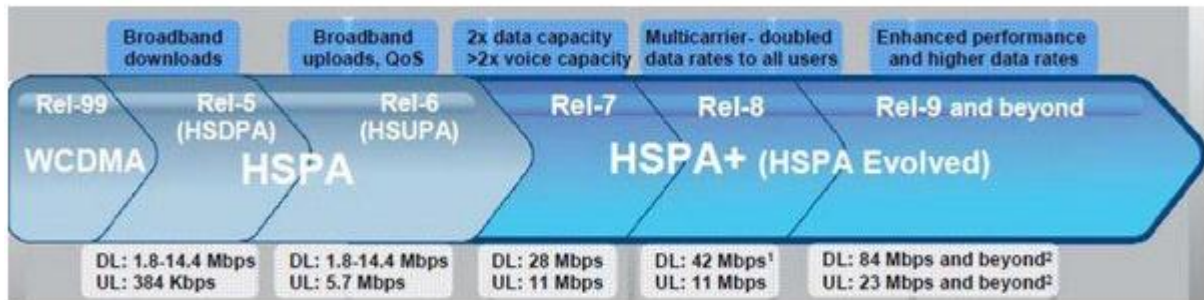


Figure 1.3 Schéma sur l'évolution de la 3G

Les extensions sont développées comme suit :

2.6.1 HSPA (*High Speed Packet Access*)

C'est l'évolution de l'UMTS qui a pour objectif d'augmenter le débit de données, et de diminuer la latence en réorganisant la manière d'effectuer les transferts dans des canaux spécialisés. Cette évolution a comporté 2 étapes :

- **HSPA release 5 (HSDPA)**

Est une technologie développée pour la téléphonie mobile. Elle se caractérise par des avantages dix fois plus que la 3G standard. Elle offre une possibilité d'atteindre un débit de téléchargement de 14.4Mbit/s.

- **HSPA release 6 (HSUPA)**

La deuxième étape de l'extension dont l'intérêt est d'offrir la possibilité d'émettre des contenus volumineux (photos, vidéos...).

2.6.2 Le HSPA+ (*High Speed Packet Access*)

La norme HSPA + est une évolution de la norme HSPA. Elle permet d'atteindre des débits théoriques jusqu'à 84.4Mbit/s en descendant et 23Mbit/s en montant avec des terminaux compatibles.

Des nouveaux moyens ont été introduits pour l'amélioration des réseaux HSPA en termes d'efficacité du spectre et du taux de débit, et parmi eux :

- **64-QAM**

La modulation d'amplitude en quadrature (*Quadrature Amplitude Modulation*) est conservée, mais celle de 64-QAM est utilisée au lieu de 16-QAM pour la norme HSDPA afin d'augmenter le nombre de bits par symbole c.à.d. transporter 6 bits par symbole avec 64QAM au lieu de 4 bits par symbole avec 16-QAM, et par conséquent augmenter le taux de transmission qui peut atteindre 21Mbps.

- **DC-HSPA+ (Dual Cell-HSPA+)**

L'utilisation de deux cellules radio consiste à utiliser deux bandes de fréquences UMTS de 5Mhz pour une seule communication. Cette technique permet de doubler le débit atteint par une cellule 64-QAM à plus que 43Mbps [5].

2.7 Milieux de couverture réseau

Il existe deux milieux de couverture réseau à savoir la couverture *indoor* et la couverture *outdoor* :

2.7.1 La couverture réseau en milieu *outdoor*

Le service *Outdoor* indique les conditions nécessaires pour le bon déroulement d'une communication en extérieur. Ainsi, la couverture *outdoor* est assurée principalement par les stations de base BTS. Elles gèrent les problèmes liés à la transmission radio (modulation, démodulation, égalisation, codage correcteur d'erreur...). Elle réalise aussi des mesures radio pour vérifier qu'une communication en cours se déroule correctement. Le signal des sites *outdoor* peut se propager à l'intérieur des bâtiments à travers les murs et les fenêtres, ce qui va générer des problèmes d'interférence entre le signal *outdoor/indoor*.

2.7.2 La couverture réseau en milieu *indoor*

La couverture *indoor* présente quelques contraintes. En effet, il existe une grande difficulté de transmission résultant des interactions des ondes, entre elles et avec l'environnement intérieur. Vu la grande diversité des matériaux de construction (béton, marbre, vitre renforcé...) ce qui engendre une faible propagation des signaux, donc des problèmes de couverture . Une valeur d'atténuation (en fonction de la matière) est ajoutée à la perte de trajet

à chaque fois que le rayon traverse ces obstacles. Les valeurs typiques de ces paramètres sont représentées dans le tableau suivant [6] :

Matériels	Atténuation (dB)
Mur principal (béton)	15
Mur intérieur (plâtre)	5
fenêtre (verre)	1.5
Porte (bois)	0.5

Tableau 1.1 Valeur d'atténuation.

2.8 Types de cellules dans le réseau 3G

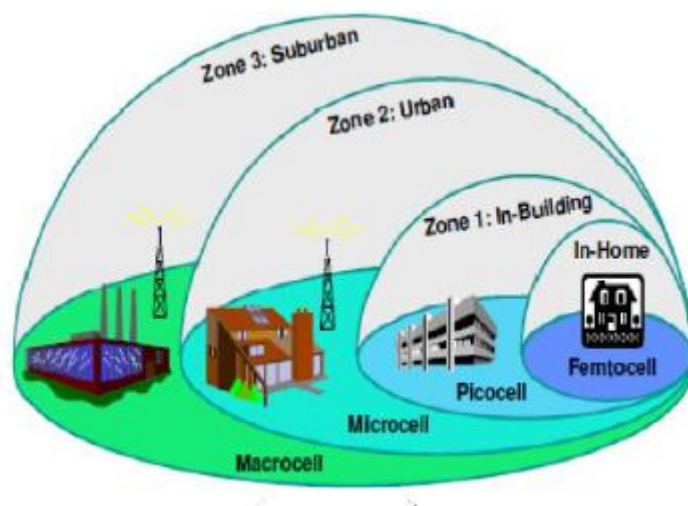


Figure 1.4 Hiérarchique des cellules 3G.

2.8.1 Micro cellule

Une station de base cellulaire conçue pour desservir une zone relativement petite tel qu'un bâtiment unique ou un groupe de maison. Les micro cellules sont généralement utilisées pour améliorer la couverture dans une petite zone mais importante où l'utilisation du téléphone est très dense. Une macro cellule permet des débits de l'ordre de 384 Kbits/s lors d'un déplacement à une vitesse de 120 km/h (véhicule, transports en commun, etc.) [7][8].

2.8.2 Pico cellule

Une petite station de base mobile qui améliore la couverture cellulaire à l'intérieur des bâtiments. Les Pico cellules ont une portée de moins de 100 m et peuvent prendre en charge jusqu'à 100 utilisateurs. Elles sont généralement utilisées pour étendre la couverture à des zones où les signaux sont faibles, ou pour augmenter la capacité du réseau dans des zones où l'utilisation du téléphone est très dense. Une pico cellule permet des débits de l'ordre de 2 Mbits/s lors d'un déplacement à une vitesse de 10 km/h (marche à pied, déplacement en intérieur, etc...) [7][9].

2.8.3 Femto cellule

Femtocell ou Femtocellule, « Femto » pour petite et « cell » pour cellule, ce sont de minuscules systèmes radio 3G à faible consommation et faible puissance qui peut atteindre une distance de 10 à 100 mètres autour du transmetteur, prévu pour des environnements fermés (*indoor*). Pour pouvoir bénéficier d'une couverture réseaux optimal dans toute les pièces de la maison et ainsi réduire la charge sur les BTS, elle se connecte au réseau de l'opérateur téléphonie mobile via une connexion internet à haut débit (par un routeur, câble, xDSL ou fibre optique, etc...) [10].

Les petites cellules ont évolué principalement en raison des besoins associés à la base d'abonnés en croissance constante des applications gourmandes en bande passante. Les stations de base à petites cellules sont des dispositifs de faible puissance, facilement déployables et économiques. Elles sont déployées pour desservir un nombre limité d'utilisateurs dans une zone spécifiée et généralement classées comme femtocellules, picocellules ou microcellules, en fonction de la zone de couverture [11].

Dans notre cas, nous nous sommes intéressés à la *Femtocell*.

3. Femtocellule

3.1 Intérêt et objectif

Les femtocellules permettent aux téléphones mobiles et autres appareils similaires de se connecter localement en GSM, CDMA, or UMTS via une liaison internet haut débit. Elles sont utilisées pour améliorer la couverture des réseaux mobiles dans les zones à usage privé et caractérisées par une forte densité d'utilisateurs.

3.2 Architecture du Femtocell

La Femtocell ne nécessite ni programmation ni connaissance technique particulière, comme elle arrive chez le consommateur pré installée (la technologie plug and Play), la seule chose qui reste à faire est de la brancher à une source internet. Ce qui la rend à la portée de tout le monde. En reliant le boîtier Femtocell à un réseau internet, un réseau personnel sera créé et de ce fait sera relayé au réseau de l'opérateur. Toute la communication, (voix ou données) est acheminée par voie IP (par le réseau Internet) [12] [13].

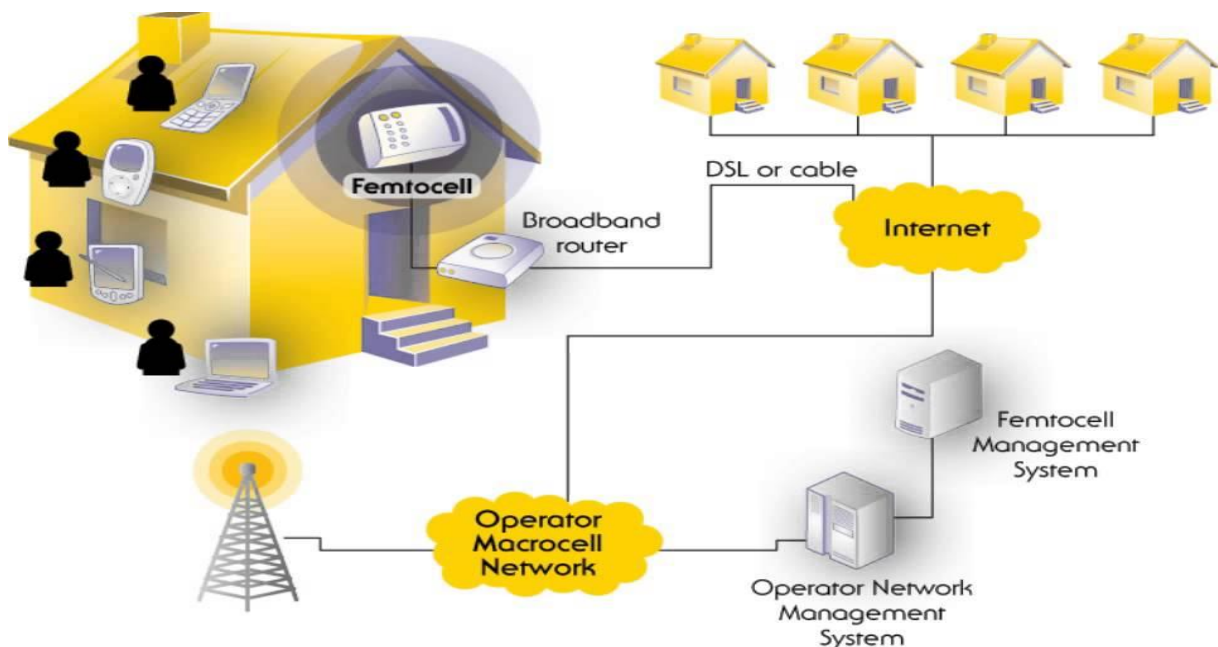


Figure 1.5 Architecture d'un réseau femtocell

3.3 Avantage de la Femtocell

Les principaux bénéfices pour l'utilisateur sont les suivants :

- Une couverture plus performante dans les zones où le signal de l'antenne-relai est faible ou inexistant.
- Une plus grande capacité des abonnés mobiles, utile pour les usagers de téléphone ou smartphone.
- Une augmentation de l'autonomie de la batterie du terminal (téléphone) grâce au plus faible niveau d'émission du téléphone mobile.
- Une diminution du rayonnement électromagnétique du téléphone (en émission), car il est beaucoup plus proche de l'antenne de la *femtocell* que de celles des antennes-relais classiques, il peut ainsi émettre avec une puissance beaucoup plus faible.

- Comparé au point d'accès Wi-Fi, la *femtocell* a l'avantage de permettre la réception des appels téléphoniques et des SMS/MMS destinés au numéro de mobile de l'abonné, l'appel entrant se déroule comme s'il venait du réseau mobile principal.
- Les femtocellules ont la capacité de limiter le nombre de personnes autorisées à se connecter.
- Fonctionne avec n'importe quel téléphone mobile.
- La bande de fréquences utilisée génère beaucoup moins d'interférences que le Wi-Fi.

3.4 Inconvénients de la femtocell

Les principaux inconvénients pour un usager sont les suivants :

- Un rayonnement électromagnétique (émetteur) supplémentaire.
- De plus grands risques concernant la confidentialité des communications privées, mais toutefois plus faibles qu'en Wi-Fi grâce à l'authentification permise par la carte SIM.
- L'absence de contrôle du dispositif (pas d'interface web).
- Risques d'interférences électromagnétiques avec les dispositifs de communication numérique déjà existants dans les mêmes gammes d'hyperfréquences telles que le streaming vidéo.
- Localisation géographique (géolocalisation).
- La consommation électrique est à la charge du foyer ou de la société.

3.5 Les différents modes d'accès :

Trois modes d'accès différents peuvent être utilisés :

3.5.1 Open Access Mode : (accès ouvert)

Avec ce mode tous les utilisateurs qui se trouvent dans la zone de couverture peuvent se connecter au service *femtocell* sans aucune sélection ou favoritisme. Ce mode est généralement utilisé par les fournisseurs de services pour améliorer leur zone de couverture et leur capacité.

3.5.2 Closed Access Mode : (accès fermé)

Dans ce cas, on définit un groupe d'utilisateurs qui ont la permission d'accéder à ce réseau. Ils sont également appelé groupe fermé d'abonnés.

3.5.3 Hybrid Access Mode : (accès hybride)

Ce mode est une combinaison des deux méthodes d'accès fermé et ouvert. Un mécanisme devrait être mis en place sur la femtocell afin de hiérarchiser les utilisateurs abonnés par rapport aux utilisateurs invités non abonnés. En plus selon les ressources utilisées, la liste du groupe fermé est prioritaire au droit de se connecter [14].

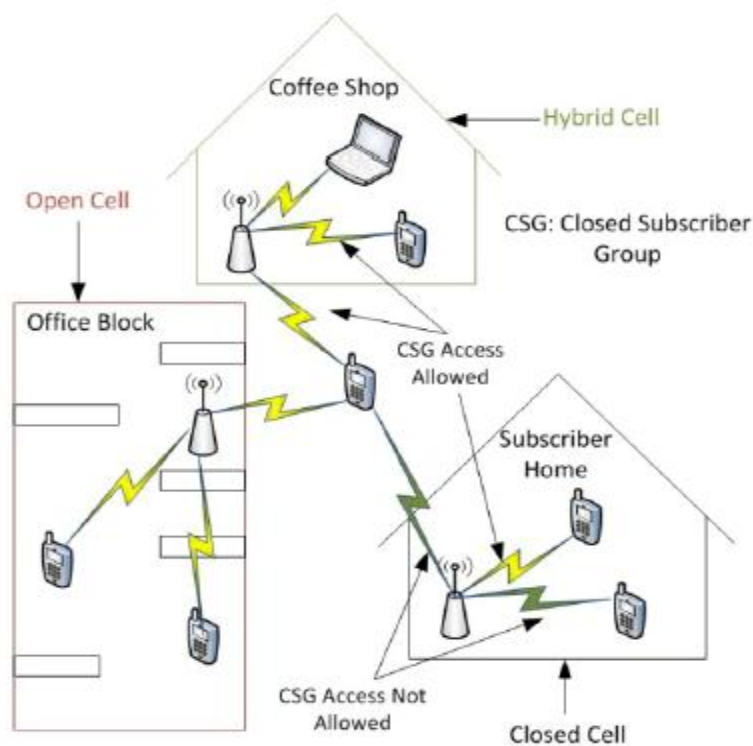


Figure 1.6 Différents mode d'accès

3.6 Caractéristiques techniques

La *Femtocell* est construite autour des technologies 3G ou 3G+, elle offre les caractéristiques suivantes : un débit qui atteint les 3,6 Mbit/s, une bande passante de 7,2 Mbit/s, une puissance d'émission maximale de 100 mW (-10 dBm), utilise une fréquence de 2100 MHz et peut, selon les modèles, supporter 2 à 8 communications simultanées (Voix ou données) [15].

4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons évoqué la technologie UMTS, en citant les étapes de son évolution. Ensuite, nous avons présenté la technologie *Femtocell* en indiquant leur rapport à l'UMTS et en mettant l'accent sur un certain nombre d'amélioration.

Le chapitre suivant sera consacré à la présentation de la gestion de mobilité.

Chapitre 2

1. Introduction

Le principal défi des réseaux mobiles est d'assurer la continuité du service et la qualité exigée par l'utilisateur qui est en déplacement. Le concept de mobilité offre plusieurs avantages aux utilisateurs. Ils peuvent rester connectés à proximité des cellules tout en se déplaçant dans le réseau et en conservant leur service. Ceci passe nécessairement par une gestion efficace des opérations et des fonctions de base telle que le *Handover*. Dans ce chapitre on présente l'élément essentiel de mobilité en mode connecté qui est le *Handover*.

2. Mécanismes de la gestion de la mobilité

On peut distinguer trois mécanismes pour la mobilité en mode connecté :

2.1 La resélection

Le mobile (UE) envoie ou reçoit peu de données (faible activité) et les périodes d'inactivité lui permettent alors de réaliser des mesures sur des cellules voisines. Lors d'une resélection, le réseau n'effectue aucune préparation sur la cellule cible.

2.2 La redirection

Consiste à envoyer l'UE vers une cellule cible, sans dialogue préalable entre la station de base d'origine et celle de destination. Cette cellule cible peut se trouver sur une autre fréquence ou appartenir à un autre système. Aucune ressource radio, logique ou de transmission n'est réservée sur la cellule ou sur le système cible. Cela réduit donc la probabilité de succès de l'opération. Par ailleurs, la procédure de basculement peut être longue et conduire à des pertes de données, donc à une dégradation de la qualité de service perçue par l'utilisateur. En revanche, elle est simple pour le réseau et n'entraîne pas de charge de signalisation entre les nœuds source et cible.

2.3 Le *Handover*

Se distingue de la redirection par une phase de préparation de la station de base de destination et par une bascule du flux de données plus rapide et souvent plus fiable (car plus proche de l'interface radio) : il suit le principe désigné en anglais « make-before-break », c'est-à-dire de préparer l'environnement radio cible avant de relâcher l'existant [16].

3. Handover

Ou bien le transfert intercellulaire (appelé *Hand-off* aux états unis) est l'un des aspects les plus complexes des systèmes de téléphonie mobiles. Le *Handover* est le processus par lequel un téléphone mobile bascule entre différentes cellules au cours d'un appel téléphonique en continuant avec transparence dans les deux directions. Les utilisateurs des *femtocell* ont besoin de cette capacité pour entrer et sortir de chez eux [17].

3.1 Types de Handover

3.1.1 Hard Handover

On distingue deux types de *Hard Handover* :

- *Hard Handover* inter-fréquences : permet à un mobile de passer d'une fréquence a une autre.

- *Hard Handover* inter-systèmes : ce type de Handover utilisée dans les réseaux GSM, permet de libérer le mobile de l'ancienne connexion vers une nouvelle connexion radio entre le mobile et le réseau.

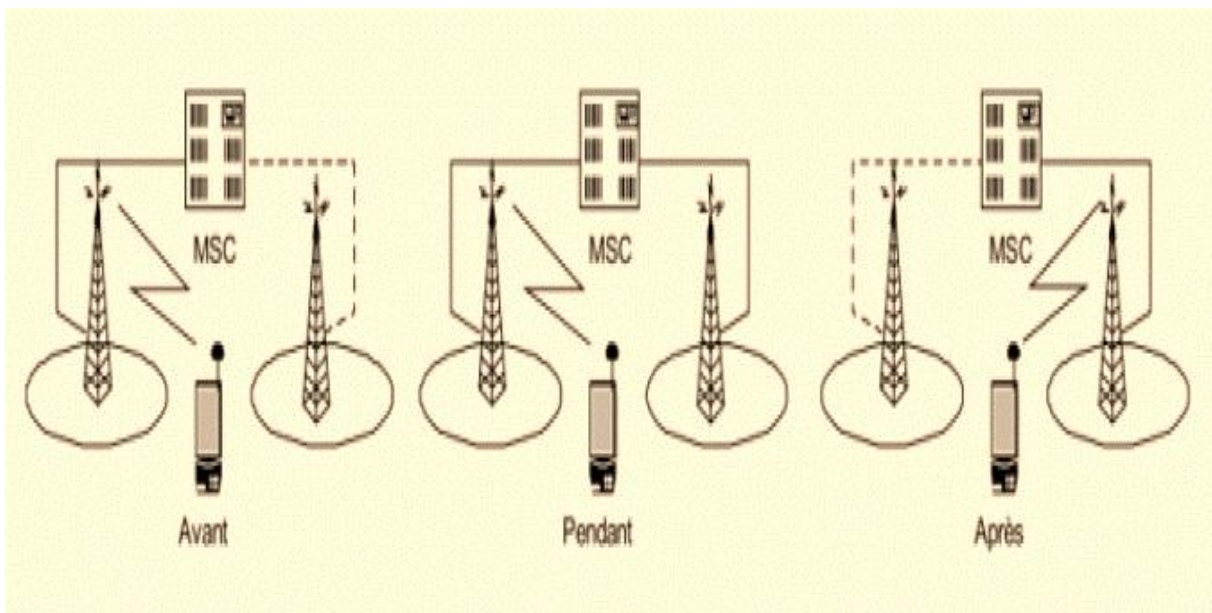


Figure 2.1 *Hard Handover.*

3.1.2 Soft Handover

Lorsqu'un appareil mobile se trouve dans une zone de couverture commune à deux stations de base, les communications du mobile empruntent simultanément deux canaux différents pour atteindre les deux stations de base [18].

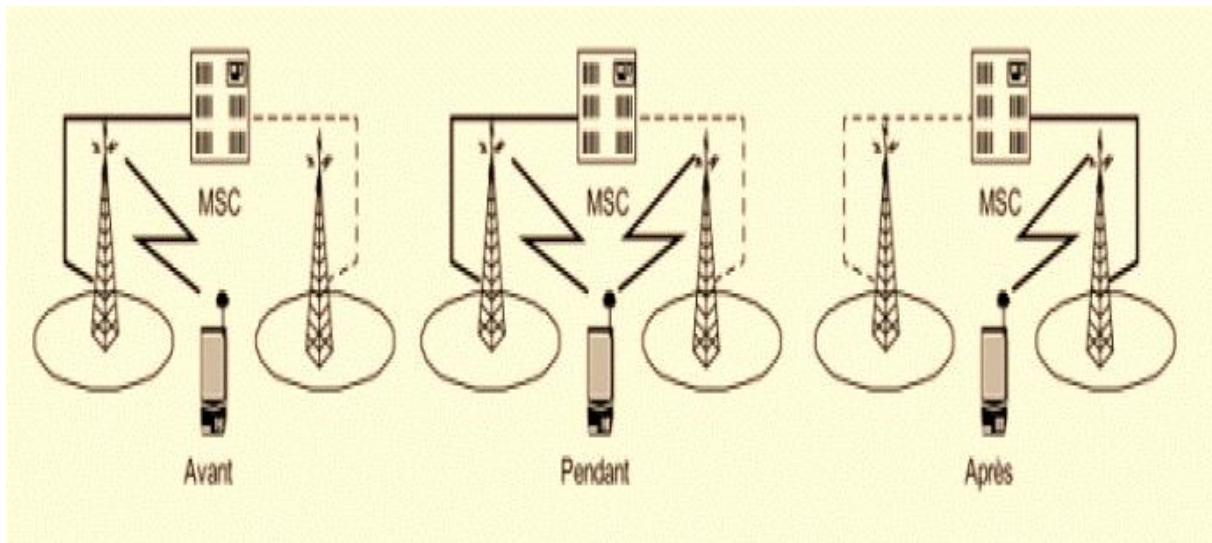


Figure 2.2 *Soft Handover.*

Lorsque le mobile se déplace en cours d'appel, il mesure continuellement le niveau et la qualité du signal provenant des cellules environnantes. Ces rapports de mesures sont transmis à la station de base active actuelle, qui détermine quand et où initier une séquence de transfert. Dans le cas où la connexion au site de cellules actives actuelles est abandonnée, le système est assez intelligent pour permettre au téléphone mobile de demander une nouvelle connexion sur un site de cellules différents et de reconnecter l'appel. Cela provoque généralement une courte pause de quelques secondes dans la conversation. Les systèmes 3G sont légèrement plus complexes car il est possible qu'un mobile soit connecté à plus d'un réseau ce qui permet au même signal transmis par un téléphone mobile d'être capté par plusieurs stations de base, et la meilleure qualité de réception sera sélectionnée.

3.2 Femtocell Handover

Les *Femtocell* n'implémentant pas de transfert progressif quelle que soit la technologie radio utilisée. Au lieu de cela, tous les appels commutent instantanément vers ou depuis la Femtocellule et le réseau cellulaire extérieur, ceci est connu sous le nom de « HARD HANDOVER » et ne serait généralement pas audible ou perceptible pour l'appelant [17].

3.3 Les Phases du Handover

On distingue trois phases dans la réalisation d'un *Handover* :

- La phase de mesure sur la cellule serveuse et sur les cellules voisines ;
- La phase de préparation de la cellule cible, qui met en jeu des échanges entre les contrôleurs de stations de base source et destination, ainsi qu'entre ces contrôleurs et le réseau cœur ;
- La phase d'exécution, c'est-à-dire le basculement de l'UE et des flux de données, puis le relâchement des ressources dans la cellule d'origine [15].

Le schéma de la figure 2.3 montre le séquençage de ces phases, les nœuds impliqués et les principales actions réalisées.

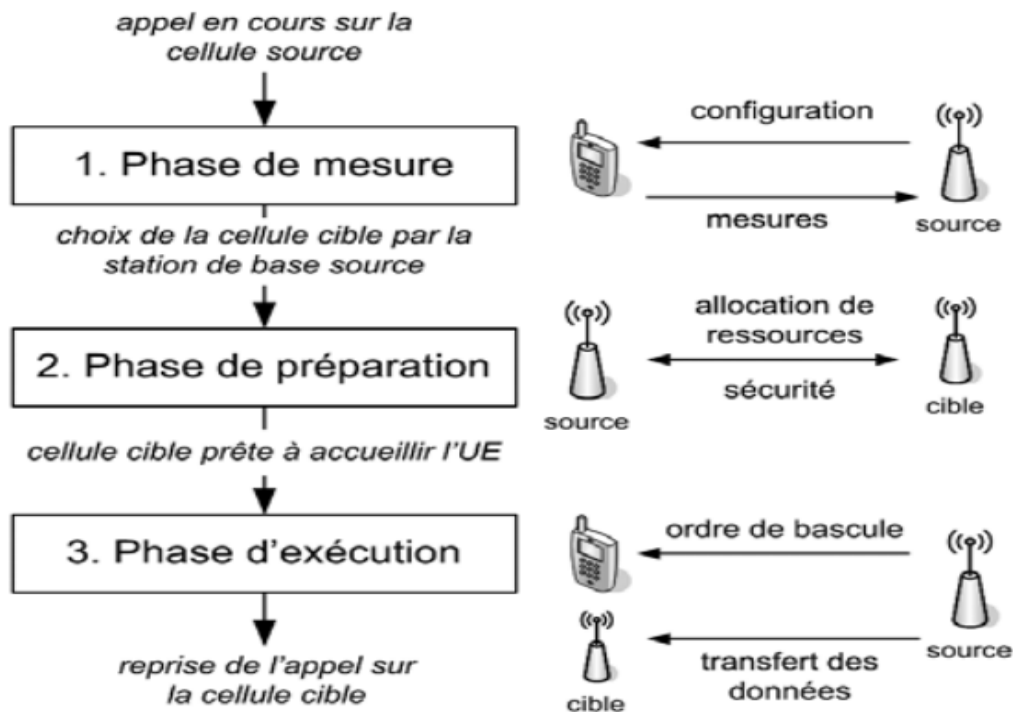


Figure 2.3 Phases du *Handover*

3.3.1 Phase de mesure

Le *Handover* doit commencer quand le terminal mobile a besoin de quitter sa zone de couverture pour aller se connecter sur une autre zone où la qualité de signal sera meilleure. Le mobile scanne d'une façon continue les réseaux dans son entourage en collectant les informations.

3.3.2 Phase de préparation

Dans cette phase, le mobile pourra prendre une décision et choisir une nouvelle cellule parmi les plusieurs cellules reçues. Le choix de la nouvelle cellule est laissé libre pour le mobile.

3.3.2 Phase d'exécution

Dans cette phase le mobile exécute la coupure des liens avec l'ancien réseau et il se connecte avec le nouveau réseau choisi dans la phase précédente.

3.4 Ping-Pong Handover

Les transferts *ping-pong* se produisent lorsque la MS est transmise d'une cellule à une autre mais est rapidement restituée à la cellule d'origine. Cela provoque une signalisation inutile, et peut donner une indication de réglages incorrects des paramètres de *Handover* ou d'un problème de dominance dans la zone.

4. Scenario De Transfert

La procédure de transfert permet la communication pendant le mouvement de l'utilisateur dans le réseau, il est essentiel de soutenir la mobilité de l'utilisateur dans tous les systèmes mobiles actuels, y compris le réseau femtocellulaire. Dans les réseaux femtocellulaires, elle contient trois scénarios [19] :

4.1 Procédure de transfert *Hand-in* (macro-femto)

Ce scénario est une procédure difficile et assez exigeante puisqu'il y a des centaines de cibles *femtocell* possibles. L'UE doit sélectionner la meilleure *femtocell* cible alors que la politique de décision de transfert intercellulaire optimale est si critique et difficile, donc la *femtocell* cible est sélectionnée selon des règles prédéfinies.

4.2 Procédure de transfert *Hand-off* (femto-macro)

Le *Hand-off* n'est pas si compliqué que le *Hand-in* parce que il n'y a qu'un seul candidat et le mobile n'est pas obligé de sélectionner la cellule cible optimale. C'est-à-dire que le mécanisme complexe de sélection de cellule cible est inutile. Lorsque l'intensité du signal provenant de la macrocellule est supérieure à celle la *femtocell* en service, l'UE se connecte à la macrocellule sans tenir compte de nombreux éléments comme ceux de la phase.

4.3 Procédure de transfert *inter-femto* (femto-femto)

Représente l'interaction entre deux *femtocells* appartenant au même réseau *Macrocell*. Le handover inter-femto est similaire à la procédure de *Hand-in* car dans ce scénario, il y a encore des centaines de *femtocells* cibles lorsqu'un mobile se déplace en dehors de la couverture de sa femtocellule de desserte. Donc, dans ce scénario, le mécanisme de sélection de la *femtocell* appropriée est nécessaire [20].

5. Modele de propagation des ondes

Les modèles de propagation des ondes sont des modèles mathématiques qui permettent de prédire l'impact d'un émetteur sur une certaine zone de réception. Ces modèles sont utilisés pour planifier la couverture d'un réseau mobile, radio (GSM, UMTS, ...), broadcast (radio, TV).

Et comme il est rare que l'émetteur et le récepteur soient toujours en visibilité directe, ce qui est causé par différents obstacles qui obstruent le trajet (ex. bâtiments, montagnes, forêts, ...). Ce qui fait que le récepteur ne reçoit très souvent que des ondes réfléchies de différents trajets qui sont extrêmement aléatoires et, de ce fait, difficiles à analyser. Contrairement à un canal de communications filaire considéré stationnaire. En particulier, la vitesse de déplacement du récepteur qui affecte la vitesse de variation de l'évanouissement du signal à la réception [21].

5.1 Mécanismes de propagation

5.1.1 Les Trajets multiples

La propagation par trajets multiples est un phénomène qui se produit lorsqu'un signal radio se propage par plusieurs chemins et est reçu sur une antenne et ceci cause l'atténuation et la dégradation du signal reçu.

En zone urbaine, les trajets multiples seront automatiquement plus important qu'on zone rurale.

5.1.2 Les évanouissements

L'évanouissement est causé par la réception simultanée des signaux d'amplitude et de phase aléatoires correspondant aux différents trajets d'un même signal. Si la largeur de bande du canal utile est inférieure à la bande de cohérence du canal de propagation alors l'évanouissement est plat, sinon il est sélectif.

5.1.3 La réflexion

Ce phénomène se produit régulièrement dans l'environnement particulièrement en milieu urbain. Et même dans des zones sans obstacles (en visibilité directe) le sol et les couches atmosphériques aussi sont considèrent comme une surface réfléchissante pour les ondes électromagnétiques.

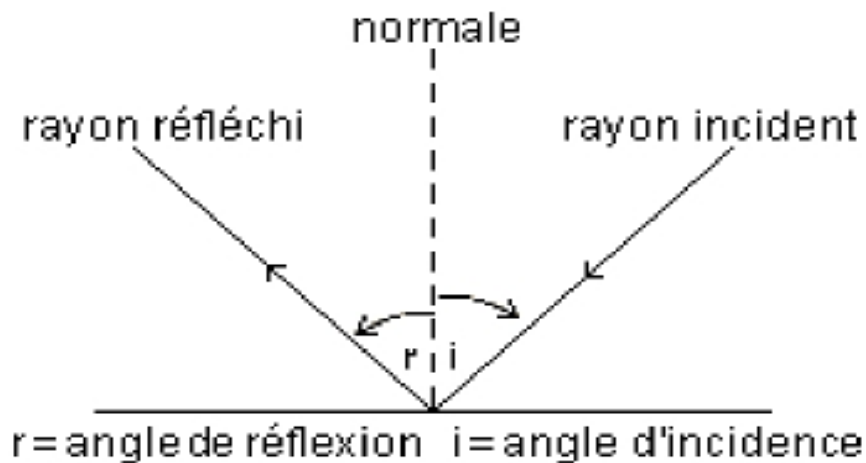


Figure 2.4 Réflexion

5.1.4 La diffraction

Le phénomène de diffraction apparaît lorsque l'onde rencontre l'arête d'un obstacle dont les dimensions sont de l'ordre de la longueur d'onde. C'est un des facteurs les plus importants de la propagation des ondes radioélectriques.

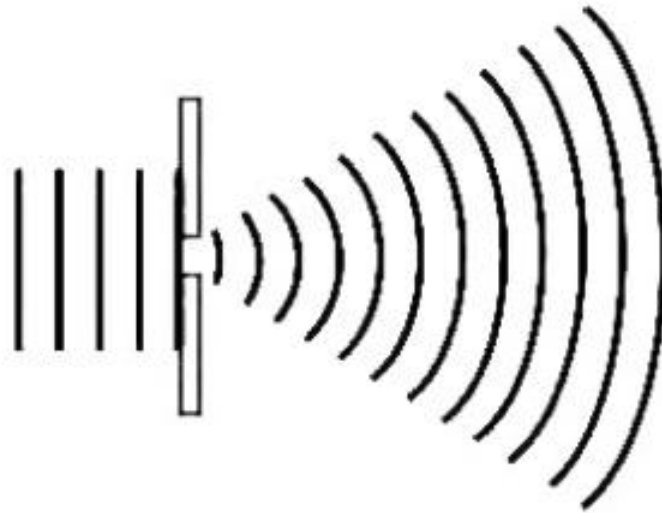


Figure 2.5 La Diffraction

5.1.5 Diffusion

Les irrégularités du terrain font qu'au lieu que l'onde soit réfléchi elle se diffuse dans toute les directions.

5.2 Les variations du canal de propagation

5.2.1 Grande échelle : « Path Loss »

Quand le lien de transmission entre un émetteur et un récepteur est dégagé dans un espace libre, la densité de puissance qui atteint le récepteur dépend de la distance qui sépare les deux. Plus la distance est grande, plus la puissance reçue est faible.

5.2.2 Moyenne échelle : « Shadowing »

Le lien se fait entre un MS et une BTS à des distances raisonnables. Les obstacles (Arbres, murs, bâtiments...), en réfléchissant les ondes radio, affectent la puissance du signal

initial. Plus le trajet entre l'émetteur et le récepteur contient des obstacles plus la puissance reçue sera faible

5.2.3 Petite échelle : « Fading »

L'évanouissement décrit la fluctuation rapide de l'amplitude d'un signal radio sur une courte période ou sur une courte distance ; de telle sorte que les effets à grande échelle de l'affaiblissement de trajet soient négligés. L'évanouissement est provoqué par l'interférence entre deux copies ou plus des ondes transmises qui arrivent au récepteur à des temps légèrement différents.

5.3 Modèles de propagation indoor

Les principaux modèles utilisés actuellement dans les outils d'ingénierie sont :

5.3.1 L'affaiblissement du parcours

Il est exprimé sous la formule (2.1) [22] :

$$PL(d, f)[dB] = PL_0[dB] + 10N_d \log(d) + 10N_f \log(f) + X_\sigma \quad (2.1)$$

Avec :

PL_0 : Atténuation à une distance de 1 m ;

X_σ : Variable aléatoire gaussienne centrée d'écart-type σ représentant la variation moyenne de la puissance reçue ;

N_d : Constante dont la valeur dépend de l'environnement ;

N_f : Constante dont la valeur dépend de la fréquence.

Environnement	Fréquence (MHz)	N_d	σ (dB)
Espace libre		2	
Bureau			
Cloison épaisse	1500	3.0	7
Cloison fine	900	2.4	9.6
Cloison fine	1900	2.6	14.1
Usine : visibilité			
Textile	1300	2	3
Textile	4000	2.1	1
Céréale	1300	1.8	6
Métallurgie	1300	1.6	5.8
Usine : non visibilité			
Textile	4000	2.1	9.7
Métallurgie	1300	3.3	6.8

Tableau 2.1 Paramètres n pour différents environnements

5.3.2 Modèle log distance [21]

Modèle log distance est le premier qui a été proposé par plusieurs chercheurs pour la perte de trajet dans un milieu de propagation indoor. Il se calcule par la formule (2.2).

$$PL(dB) = PL(d_0) + 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right) \quad (2.2)$$

Avec :

n : est le coefficient de propagation ;

d_0 : est la distance de référence des mesures ;

d : est la distance entre l'émetteur et le récepteur ;

Les valeurs de n dépendent des conditions de propagation de l'environnement. Dans l'espace libre $n=2$ et pour les environnements plus encombrés, n devient plus grand.

Environnement	Coefficient de propagation
Espace libre	2
Zone rurale	2,2 à 3.5
Zone urbaine	2.7 à 5
Obstruction dans les constructions	3.5 à 6

Tableau 2.2 Les valeurs du coefficient de propagation

5.3.3 Modèle de facteur d'atténuation

Ce modèle est caractérisé par une flexibilité, utilisé dans des environnements de type bureaux. Les résultats seront meilleurs que ceux données par le modèle log distance.

Ce modèle est exprimé dans la formule (2.3) [23].

$$PL(d)[dB] = PL(d_0)[dB] + 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + FAF[dB] + \sum PAF [dB] \quad (2.3)$$

d : Distance qui sépare l'émetteur du récepteur ;

d_0 : Distance de référence ;

$PL(d_0)$: L'atténuation de parcours pour la distance de référence ;

n : Représente l'indice de propagation pour le même étage ;

FAF : Facteur d'atténuation d'un étage pour un nombre précis d'étages ;

PAF : Facteur d'atténuation de partition pour un obstacle spécifique entouré par une ligne dessinée entre l'émetteur et le récepteur en 3D.

6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la gestion de la mobilité et ses spécificités tout en explicitant toutes ses phases. Les modèles de propagation indoor et ses mécanismes de propagation ont été également décrits.

Le chapitre suivant sera consacré à la simulation de l'approche proposée pour gérer le *Handover* pour un réseau exploitant les *femtocells*.

Chapitre 3

1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons présenter notre simulation sous le Logiciel Matlab d'un réseau cellulaire. Cette simulation va nous permettre de mettre en œuvre une approche proposée pour diminuer les *Handovers* inutiles :

2. Problématique et solution

2.1 La Problématique

Le *handover* classique se fait en mesurant la puissance reçue par le mobile et de se connecter toujours à la source qui lui fournit une puissance la plus élevée. Ce qui nous a fait remarquer que le *handover* se fait même si le mobile ne reçoit cette puissance que pour une courte période et de ce fait augmente le nombre de *handover* même ceux qui sont inutile.

2.2 Solution

Pour éviter les *handover* inutiles (*ping-pong*) nous avons proposé dans ce projet de fin d'étude une méthode pour les minimiser en connaissant l'emplacement futur du mobile.

La figure 3.1 nous montre l'organigramme de la démarche suivi afin d'éviter les *ping-pongs handover*.

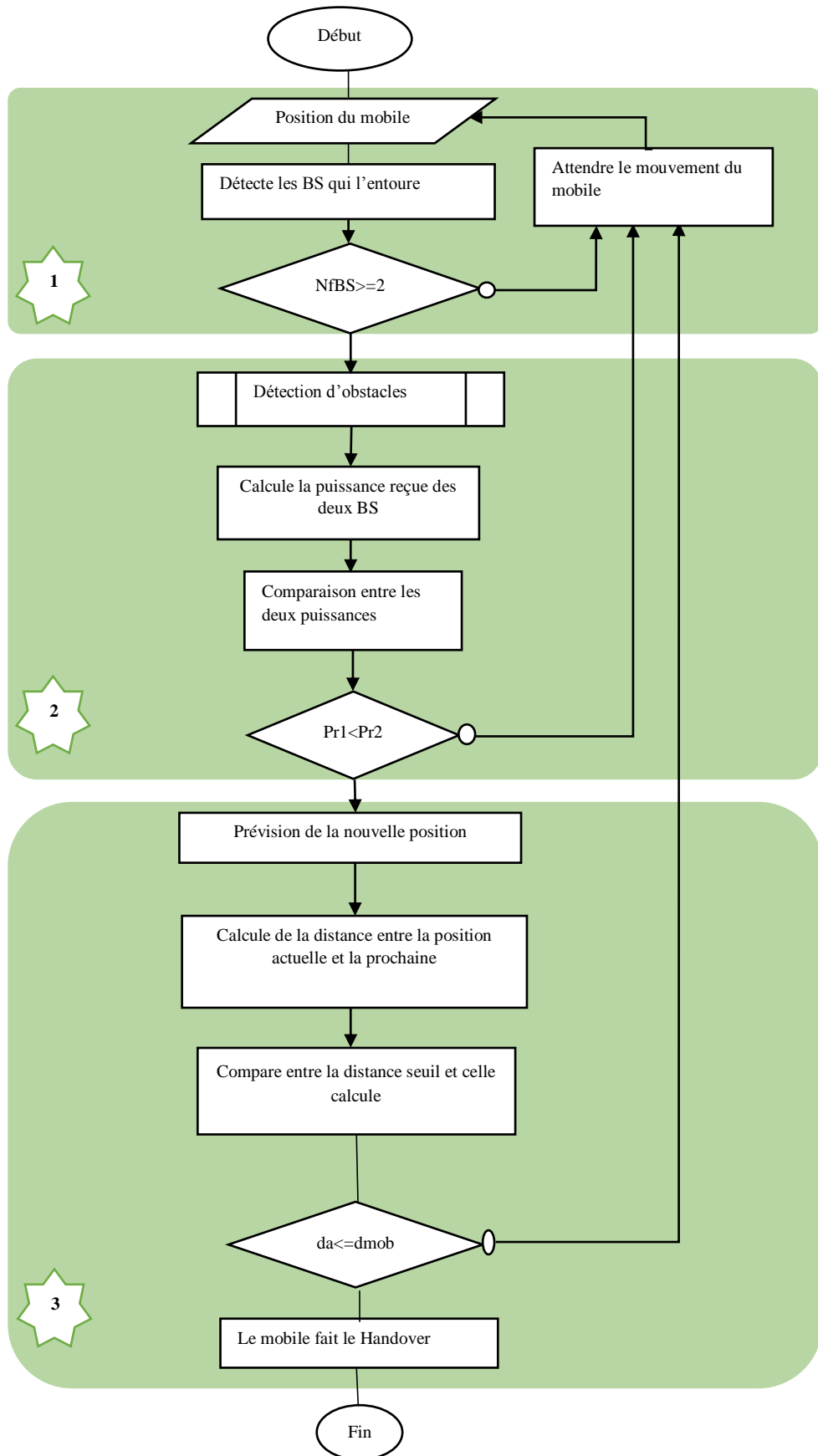


Figure 3.1 Organigramme du mécanisme du *handover* proposé

2.3 Explication du l'organigramme

Etape 1

A une position donnée (x_0, y_0) les puissances reçues des fBS sont récoltées. À cette position le mobile est connecté à la cellule en service. Dans la simulation, les puissances reçues sont calculées en utilisant le modèle de propagation log-distance de la formule (2.2). Le mobile se déplace, s'il détecte au moins une cellule voisine il va passer à la prochaine étape sinon il va attendre la nouvelle position.

Etape 2

Le mobile détecte les obstacles fixes qui l'entoure, ces obstacles vont lui permettre de choisir la valeur de l'affaiblissement approprié, puis il calcule la nouvelle puissance reçue et il la compare avec la puissance reçue de la cellule en service. Si la nouvelle puissance est supérieure il passe à l'étape 3 sinon il va attendre la nouvelle position.

Etape 3

Cette étape a été proposée pour nous permettre d'éviter *les handovers* inutiles. L'idée est de prédire la prochaine position avant de décider d'effectuer le *handover*. La prochaine position est prédite soit en utilisant un modèle de prédiction de mobilité, ou comme dans notre cas par la connaissance a priori de la trajectoire du mobile, c-à-dire comme le chemin que va emprunter le mobile est prédéfinie donc on peut prévoir la nouvelle position du mobile. Puis on calcule la distance entre la position actuelle (x_i, y_i) et la position prédite (x_p, y_p) avec la formule (3.1).

$$D_{ip} = \sqrt{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} \quad (3.1)$$

Si la distance calculée est supérieure à la distance seuil fixée selon le scenario, le mobile va faire le *handover* sinon il va attendre la nouvelle position.

3. Simulation

3.1 Description de la zone

La simulation est faite sur une zone qui est composée de stations de base macro (Figure 3.2) qui représente un environnement outdoor et des Femtocells (Figure 3.3) qui représente un

environnement indoor positionnées dans les zones aveugles entourées d'obstacles, comme le montre le tableau 3.1.

	mBS	fBS
Le nombre	9	10
Distance qui sépare les deux	50 km	0.3 km
Zone de couverture	35 km	0.02 km
Puissance signal émis	43 dBm	-10 dBm

Tableau 3.1 Les paramètres de la simulation

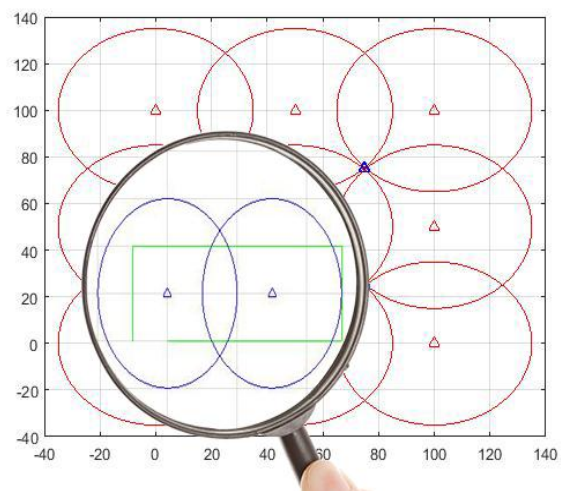
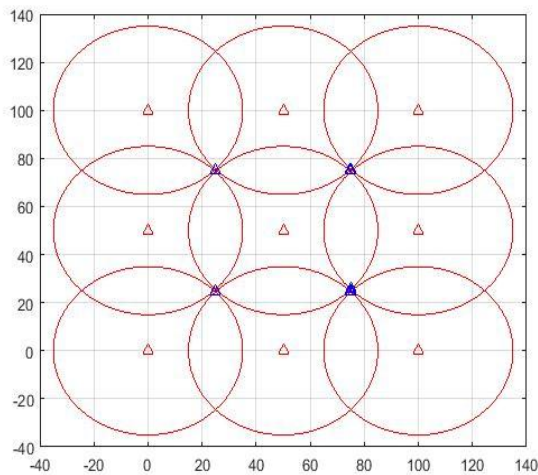


Figure 3.2 : Positions des mBS

Figure 3.3 : Positions des fBS

Pour pouvoir bien étudier l'impact des femtocells nous avons délibérément placé les mBS de façon à avoir des zones aveugles, ce qui fait que le travail des femtocells est de couvrir les zones non couvertes.

3.2 Les positions du mobile

Avant de simuler le handover, nous avons simulé une trajectoire prédéfinie que le mobile va emprunter durant son déplacement, voir les points noirs représentés par (*) dans la figure 3.4.

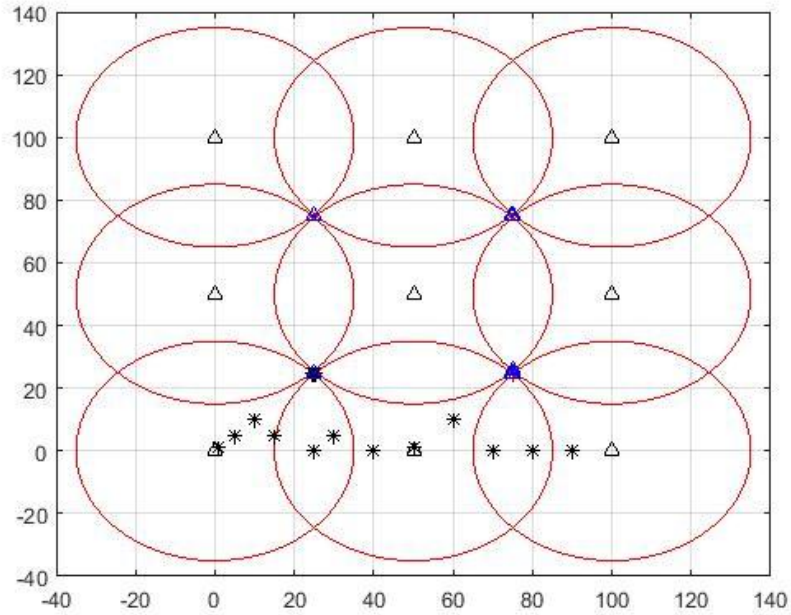


Figure 3.4 : le déplacement du mobile dans la zone de couverture.

3.3 Les positions des obstacles

Les *Femtocells* sont utilisées dans des environnements indoor et entourées de plusieurs obstacles principalement composés de murs. Pour les simuler, nous plaçons des murs tout autour des *Femtocells* et la figure 3.5 les montre avec les lignes en vert.

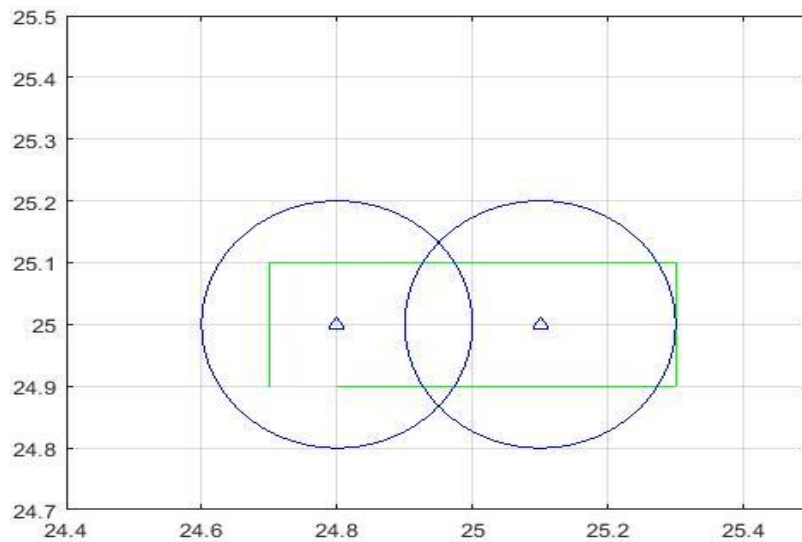


Figure3.5 Positionnement des obstacles.

3.4 Valeurs de la distance seuil

Nous avons choisi différentes valeurs pour la distance seuil selon le scenario où se déroulera le *handover* :

- Transfert Macro-macro : $d_{seuil}=10$ Km
- Transfert femto-macro et macro-femto : $d_{seuil}=15$ m
- Transfert Macro-macro : $d_{seuil}=2$ m

4 Discussion des résultats

4.1 Handover macro-macro

Dans notre cas le mobile se déplace dans la zone de couverture, quand le mobile sort de la cellule d'origine vers la cellule voisine (nouvelle cellule) le mobile détecte une nouvelle

station (mBS) de base. La figure 3.6.a nous montre la position du mobile au point de détection. La figure 3.6.b, nous montre la puissance du signal reçu par le mobile à cette position.

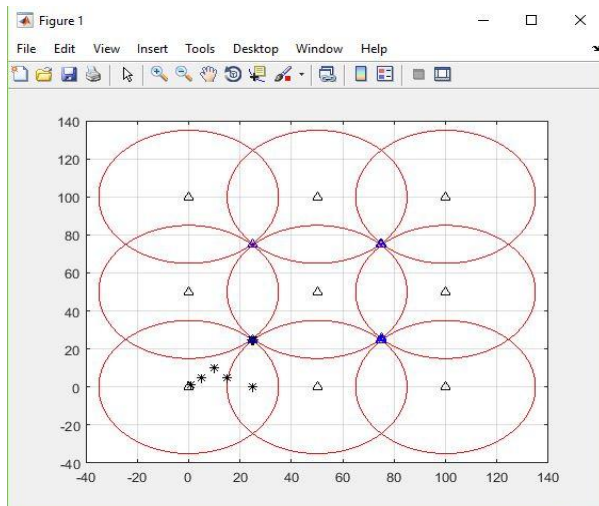


Figure 3.6.a Position de détection

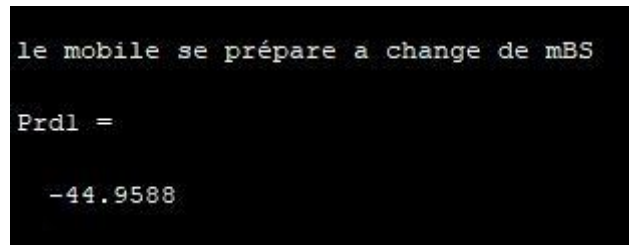


Figure 3.6.b La puissance reçue

Dans la prochaine position, le mobile compare les deux puissances reçues. Si la puissance reçue par la cellule voisine est supérieur à celle de la cellule d'origine le mobile changera de cellule ensuite il fera un *handover*. La figure 3.7.a, montre la prochaine position du mobile et la figure 3.7.b montre que la nouvelle puissance est supérieure à celle de la cellule d'origine donc le mobile va faire un handover.

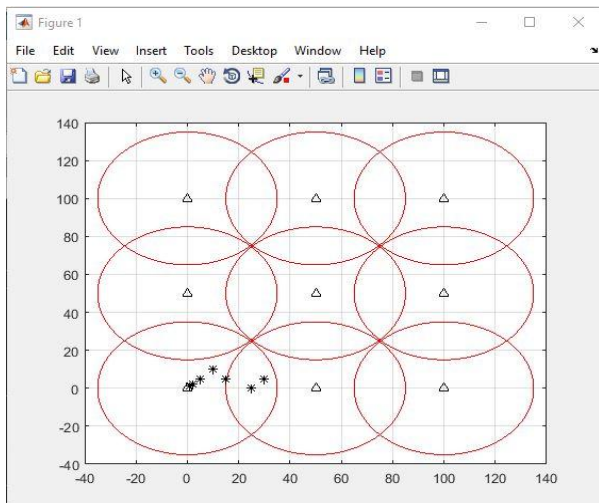


Figure 3.7.a Nouvelle Position du mobile

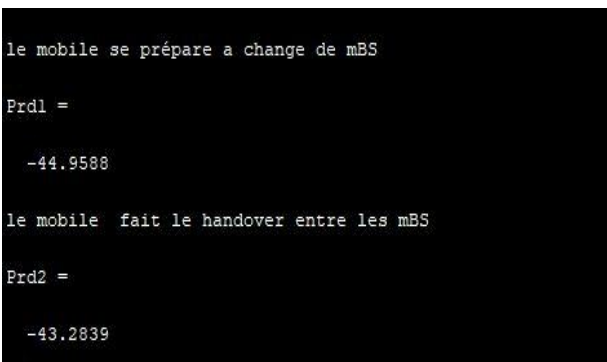


Figure 3.7.b La Nouvelle Puissance reçue.

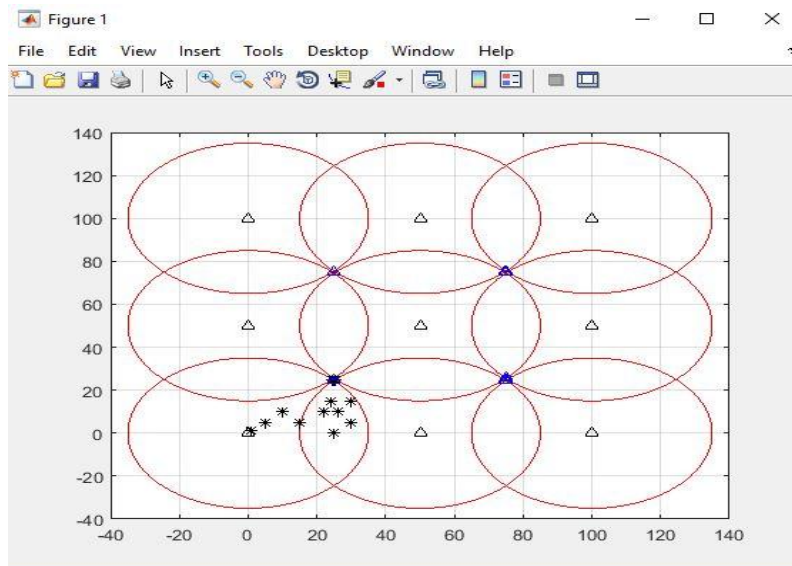


Figure3.8 Nouvelle position du mobile

```
le mobile fait le handover entre les mBS

Prd2 =

-44.9588

nombre de handover = 3
```

Figure 3.9 nombres de handover .

La Figure 3.9 nous montre que le mobile fait 3 *handovers* mais qui sont inutile car le mobile est enfin retourné à la cellule en service initiale.

Pour éliminer ces ping-pongs, nous avons introduit notre procédure de gestion de *handover* et nous avons pu avoir ces résultats :

```
le mobile se prépare a change de mBS

Prd1 =

-44.6641

nombre de handover = 0
```

Figure 3.10 Nouveau nombre de handover.

La figure 3.10 montre qu’après avoir utilisé notre algorithme, le nombre de *handover* a été réduit de 3 à 0.

4.2 Handover macro-femto

Dans ce cas nous allons étudier le cas de *handover* entre deux cellules différentes (femto et macro). La figure 3.11 montre le déplacement du mobile de la zone couverte par la mBS vers la zone couverte par la fBS.

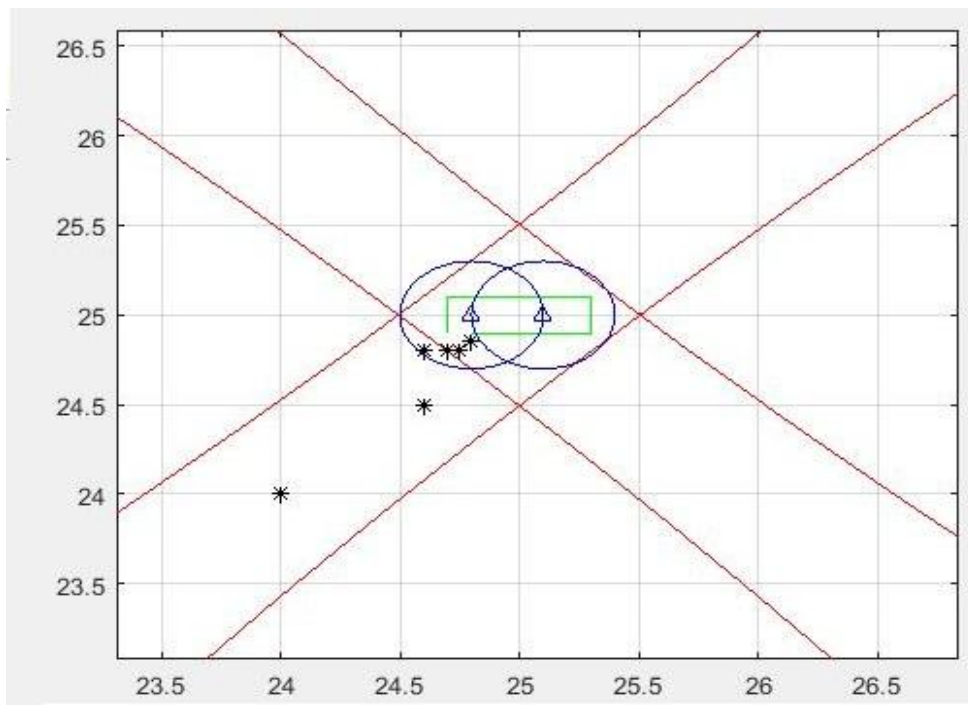


Figure 3.11 Déplacement du mobile entre les deux cellules

La figure 3.12 montre que le mobile a fait le *handover* entre les deux la mBS et la fBS.

```
Prd1 =
-47.9081

Prd2 =
-38.5218

le mobile fait le handover entre mBS et fBS

pm =
24.8000 24.8500
```

Figure 3.12 Handover entre mBS et fBS.

4.3 Handover femto-femto

Dans ce cas nous allons étudier le *handover* entre deux cellules femto. Dans notre zone de couverture indoor cette fois, nous avons des obstacles qui font diminuer la puissance du signal.

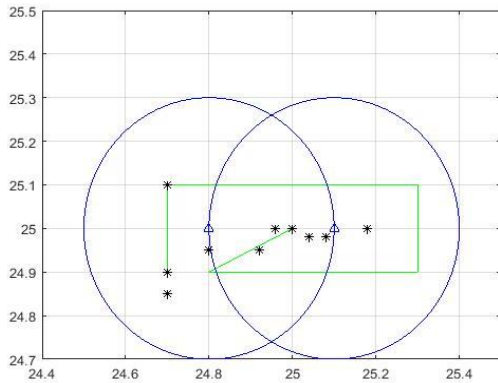


Figure 3.13.a Zone de couverture des fBS



Figure 3.13.b Résultats de simulation

La figure 3.13.a nous montre la zone couverte par les deux fBS et les positions du mobile qui en déplacement de la fBS en service vers la fBS voisine et la figure 3.13.b nous montre que le mobile a fait le *handover* qu'il a pris en considération les obstacles qui se trouvent dans la zone de couverture.

Nous simulons une autre trajectoire qui contient des entrées et sorties de la cellule en service vers la cellule voisine ceci provoque des *handovers* inutiles. La trajectoire simulées est montrée dans la figure 3.14. Les résultats de la gestion du *handover* sans notre procédure sont montrés dans la figure 3.15.

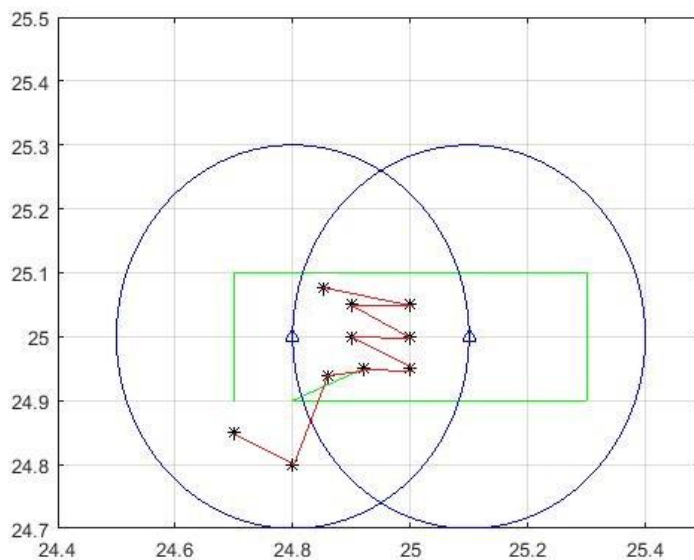


Figure 3.14 Nouvelle trajectoire du mobile

```
le mobile fait le handover entre les fBS  
  
Prdm =  
  
-50.9691  
  
nombre de handover = 3  
  
Prdl =  
  
-46.9897
```

Figure 3.15 Nombre de handover

A partir de ce résultat on constate que le mobile a fait 3 *handovers* qui sont inutiles car le mobile reste à la fin dans sa cellule en service.

Après avoir utilisé notre algorithme nous avons pu éliminer tous ces *handovers* comme le montre la figure 3.16.

```
le mobile se prépare a change de fBS  
  
Prdl =  
  
-45.7757  
  
nombre de handover = 0  
  
ans =  
  
-49.7551  
  
>> |
```

Figure 3.16 Nombre de *handovers* éliminés

CONCLUSION GENERALE

L'intérêt grandissant qu'ont provoqué les systèmes de télécommunication sans fils a engendré une demande de plus en plus importante et des exigences en terme de QoS. Afin d'y répondre, plusieurs chercheurs ont travaillé durant les dernières décennies dans ce domaine. Malgré les avancées fulgurantes, il reste plusieurs points d'ombre dans le domaine de la prédiction et de l'évanouissement des signaux. Comme les environnements *indoor* sont entourés d'obstacles de toute sorte qui provoquent des problèmes de réception, les femtocellules ont fait leur apparition pour le résoudre. Mais comme elles ne sont gérées par les opérateurs, leurs placements sont aléatoires et la présence des obstacles rendent les *Handovers* entre les *femtocells* plus difficile à prévoir pour éviter les *handovers* inutiles.

Notre travail nous a permis de proposer une solution qui va permettre de réduire considérablement le nombre de *ping-pong handover* dans les environnements *indoor*. Les résultats obtenus sont prometteurs ce qui nous a motivé à adapter et appliquer cette procédure à différents environnements (*outdoor* et *outdoor-indoor*), et même en présence et en l'absence d'obstacle. La procédure a fait ses preuves en diminuant le nombre de *handovers* causés par le déplacement des utilisateurs d'une manière imprévisible.

Comme perspective, nous envisageons l'exploitation des méthodes de prédiction de mobilité qui va permettre de prédire la prochaine position en se basant sur les habitudes de déplacement des utilisateurs.

Tout systèmes étant appelé à être évolué, des améliorations peuvent être apportées à notre algorithme de gestion de *handover* afin de le rendre plus fiable et plus performant.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Xavier Lagrange, "principes et évolutions de l'umts", Edition Hermès, 2005.
- [2] Imen ROMDHANI, "conception et développement d'un outil d'automatisation de l'audit et la gestion de la configuration radio du réseau 3G, mémoire PFE , délivré par l'école supérieure des communications de Tunis, Tunisie, 2012/2013.
- [3] EFORT, "Réseau d'Accès UMTS", <http://www.elfort.com>.
- [4] http://www-igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2006/eric_meurisse/umts.php
- [5] Oussama Rhouma, "Gestion d'interférence dans un réseau LTE hétérogène par contrôle d'admission cognitif", thèse doctorat ,Université du Québec, 2014.
- [6] BOKRI Ghada, "Amélioration de la qos radio indoor dans les réseaux mobiles 3G", mémoire PFE en communications et réseaux à l'Ecole Nationale d'Ingénieur de Gabès, Tunisie, 2012/2013.
- [7] <https://hsc.com/Services/Product-Engineering-Services/wirelesengineering/Small-Cells>
- [8] <http://hetnet.com/what-are-small-cells-a-basic-guide-to-femtocells-picocells-and-microcells/>
- [9] <https://www.phonescoop.com/glossary/term.php?Gid=219>.
- [10] <https://www.phonescoop.com/glossary/term.php?Gid=250>.
- [11] Rohde , Schwaz , "systèmes de mesure de couverture" , N°195(2008/1)
- [12] S.A. Mahmud, G.M. Khan, H. Zafar, K. Ahmad and N Behtani , "A Survey on Femtocells: Benefits Deployment Models and Proposed Solutions", Center for Intelligent Systems and Networks Research, University of Engineering and Technology, Peshawar, Pakistan, Vol. 11, October 2013.
- [13] Francesco Pantisano, Mehdi Bennis, Walid Saad, Mérouane Debbah and Matti Latva-aho " Improving Macrocell - Small Cell Coexistence through Adaptive Interference Draining" IEEE Transactions on Wireless Communications, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2014
- [14] Ruchi Pawar , Dr. Suman Sangwan,, "Intelligent Technique for Handover Management in Femtocell –A Survey", International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT) – Volume 36 Number 3 - June 2016.
- [15] Anna Dudnikova , Daniela Panno, Antonio Mastrosimone "Measurement-based coverage function for green femtocell networks" Department of Electrical, Electronics and Computer Engineering, University of Catania, Catania, Italy, March 2015

BIBLIOGRAPHIE

- [16] Y. Bouguen, E. Hardouin , F. Wolff "LTE et les réseaux 4G", Groupe Eyrolles, 2012.
- [17] <https://www.thinksmallcell.com/System/which-handover-modes-do-femtocells-need-first.html>
- [18] S.Djami, C.Toulmout "Contribution à l'optimisation d'un réseau LTE : Adaptation du HANDOVER "mémoire PFE , Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Boumerdas, Algérie, 2017.
- [19] Tijane Fatima Zohra BADRI, SAADANE Rachid, Mohammed Wahbi1 "Handover Management Scheme In LTE Femtocell Networks" International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT) Vol 5, No 3, June 2013.
- [20] David Lopez-Perez, Alvaro Valcarce, Akos Ladanyi, Guillaume de la Roche, and Jie Zhang,"Intracell Handover for Interference and handover mitigation in OFDMA Two-tiermacrocell-Femtocell Networks", EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking , 2010.
- [21] Ralaibozaka T.N.M., Randriamitantsoa P.A., Rajaonarison T.R., "Modélisation Des Canaux A Evanouissement Indoor Et Outdoor", MADA-ETI, ISSN 2220-0673, Vol.2, 2016, www.madarevues.gov.mg.
- [22] Mourad OULMAS, Nassim BOUDAOU, « Positionnement d'un système mobile dans le réseau sans fil », Mémoire PFE , Université de Béjaia, Juin 2015.
- [23] Mohamed AYADI, "Mécanismes de prédiction de la propagation à apprentissage", thèse doctorat Tunis, 19 Février 2007

Résumé :

Dans ce mémoire, nous proposons un nouvel algorithme afin d'éviter les *ping-pongs handover* qui posent problèmes aux réseaux basés sur les femtocellules. Un environnement intérieur difficile composé de plusieurs murs est considéré dans ce travail où l'estimation de la perte de trajet est plus difficile que pour l'extérieur, puisque la variabilité dans l'environnement est beaucoup plus grande sur de courtes distances.

Pour atteindre notre objectif, qui est de réduire le nombre de handover inutile, un mécanisme de gestion de transfert est proposé. Dans un premier temps, ce mécanisme recueille les puissances reçues par le mobile. Deuxièmement, il prédit les futurs emplacements. Après cela, la distance entre son emplacement actuel et futur est estimée à partir des mesures collectées. Finalement, une décision de transfert est prise en fonction de ces futurs emplacements.

Summary:

In this work, we propose a new algorithm to avoid handover ping-pongs that cause problems to femtocell-based networks. A difficult interior environment composed of several walls is considered in this work where the estimation of the path loss is more difficult than for the outside, since the variability in the environment is much greater over short distances.

To achieve our goal, which is to reduce the number of unnecessary handovers, a handover management mechanism is proposed. First, this mechanism collects the received signal strengths by the mobile from the base stations. Second, future locations are predicted. After that, the distance between its current and future location is estimated from the collected measurements. Finally, a handover decision is made based on these future locations.