

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE
N° :2017/STN10/97/482



DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIE
FILIERE : GENIE ELECTRONIQUE
OPTION : SYSTEME DE TELECOMMUNICATION
NUMERIQUE

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par: BOUDJELLAL SIF EDDINE
ABBAS ABDERRAHMANE

Intitulé

Minimisation de la probabilité d'échec de
Handover en utilisant un modèle de multiples
queues

Soutenu devant le jury composé de:

DJOUANE Lotfi	Université MOHAMED BOUDIAF - M'SILA	Président
GARAH Messaoud	Université MOHAMED BOUDIAF - M'SILA	Rapporteur
BENMEDDOUR Fadila	Université MOHAMED BOUDIAF - M'SILA	Examineur

Année universitaire : 2016 /2017

Dédicace

Ce mémoire est dédié à

Nos parents,

Nos familles,

Nos amis,

Tous ceux qui nous aiment et qu'on aime.

BOUDJELLAL SIF EDDINE & ABBAS ABDERRAHMANE

Remerciements

Nous tenons particulièrement à remercier Allah le tout puissant, ce mémoire n'aurait jamais été réalisé sans sa bénédiction.

Nous adressons nos remerciements à notre encadreur Monsieur GARAH Messaoud, pour son aide consistante, ses conseils judicieux, et pour ses remarques objectives.

Nous profitons de cette opportunité pour exprimer notre gratitude à tous les enseignants et tous les personnels du département d'électronique.

Nous tenons à remercier notre famille de nous avoir soutenu, nous ne serons jamais assez reconnaissants envers nos parents qui ont toujours tout mis en œuvre pour qu'on s'épanouisse dans tous ce qu'on entreprend.

Enfin, nous tenons à remercier toute personne qui nous a aidées de près ou de loin durant notre travail et en particulier tous nos collègues de la promotion STN.

Sommaire

Dédicace	I
Remerciements	II
Sommaire.....	III
Liste des figures	VI
Liste des abréviations.....	III
Introduction générale :	1
Chapitre I : Différentes Générations de Téléphonie Mobile	
I.1 - Introduction :	4
I.2–Historique :.....	4
I.3 -Le système cellulaire :	4
I.4 -Les différentes normes téléphoniques :	6
I.4.1- La première génération des téléphones mobiles (1G).....	6
I.4.2- La deuxième génération des téléphones mobiles (2G)	6
I.4.2.1-Le réseau GSM.....	7
I.4.2.3-Le réseau GPRS (2.5G) :.....	10
I.4.2- La troisième génération des téléphones mobiles 3G (UMTS).....	13
I.4.3.1-Architecture du réseau UMTS.....	13
I.4.3.2-Le mode de transmission dans le réseau UMTS	15
I.4.4 -La quatrième génération des téléphones mobiles 4G (LTE)	16
I.4.4.1-Différences entre les réseaux UMTS et LTE	16
I.4.4.2-Architecture du réseau LTE :	17
I.5-Conclusion.....	19

Chapitre II: La gestion du Handover

II.1 – Introduction:	20
II.2- La mobilité :	20
II.3- Principe de base du Handover:.....	21
II.4- Buts du Handover:.....	21
II.4.1- Du point de vue utilisateur:	21

II.4.2- Du point de vue opérateur :	22
II.5- Gestion du Handover (Phases du Handover) :	22
II.6- Le lancement du Handover :	22
II.7- Types du Handover:	23
II.7.2-Handovers intra et inter systèmes :	24
II.7.2.1- En GSM	24
II.7.2.2- En GPRS	25
II.7.2.3- En UMTS	25
II.7.2.4- En LTE	25
II.8-Contrôle du Handover :	26
II.9- Modèle Du Trafic :	27
II.9.1- Modèle du trafic de Hong et de Rappaport (Deux-Dimensionnel)	27
II.9.2- Modèle de El-Dolil et al.'s (omni-Dimensionnel)	28
II.9.3- Modèle de Steele et Nofal (bi-Dimensionnel)	28
II.9.4- Modèle du trafic de Xie et de Kuek (omni et bi-Dimensionnel)	29
II.9.5- Le modèle approximé de Zeng et al du trafic (sans dimension)	30
II.10- Conclusion :	30

Chapitre III : Modélisation mathématique

III.1 - Introduction :	31
III.2 - Stratégie de non priorité « Non Prioritized Scheme NPS » :	31
III.2.1. Mécanisme :	31
III.2.2. Calcul analytique :	32
III.2.3. Organigramme de la Stratégie de non priorité :	34
III.3 - Stratégie de priorité:	34
III.3.1- Technique de mise en queue des requêtes de Handover (Queuing Priority Schemes) :	34
III.3.1.1. Mécanisme :	34
III.3.1.2. Calcul analytique :	36
III. 3.1.3. Organigramme de la mise en queue des requêtes du Handover:	37
III.3.2 - La réservation des canaux de garde ou RCS (Reserved Channel Scheme) :	38
III.3.2.1. Mécanisme :	38
III.3.2.2. Calcul Analytique :	38
III.3.2.3. L'organigramme de la stratégie de priorité RCS :	40

III.3.3 - La réservation des canaux de gardes avec la priorité du Handover :	41
III.3.3.1. Mécanisme :	41
III.3.3.2. Calcul Analytique :.....	41
III.3.3.3. L'organigramme de la réservation des canaux de gardes avec la priorité du Handover :	43
III.3.4 - La mise en queue des nouveaux appels et du Handover et la réservation des canaux de gardes :	44
III.3.4.1. Mécanisme :	44
III.3.4.2. Calcul Analytique :.....	44
III.3.4.3. L'organigramme de la stratégie de La mise en queue des nouveaux appels et du Handover avec la réservation des canaux de gardes :	46
III.4.Conclusion :.....	47

Chapitre IV: Résultats de la simulation

IV.1 – Introduction:.....	48
IV.2 - Le Modèle multi-files d'attente :	48
IV.3 - Le Modèle multi-files d'attente avec une priorité montante :.....	50
IV.4 - Résultats de simulation :	50
IV.4.1 - Discussion des résultats	51
IV.5 - Conclusion :	54
Conclusion Générale.....	55
Références bibliographiques.....	57

Liste Des Figures

Fig I.1 : Une cellule.	5
Fig I.2 : Réseau cellulaire typique	6
Fig I.3 : Architecture du réseau	7
Fig I.4 : Architecture du réseau GPRS.....	10
Fig I.5 : Architecture du réseau UMTS.	14
Fig I.6 : Architecture de l'accès radio (eUTRAN) d'un réseau LTE.....	18
Fig I.7 : Architecture de la partie EPC d'un réseau 4G LTE.	19
Fig II.1: Le hard handover.....	24
Fig II.2: Le soft handover.	24
Fig III.1 : Processus d'arrivée des Requêtes pour NPS.....	32
Fig III.2 : Diagramme d'état.	33
Fig III.3 : Organigramme de la Stratégie de non priorité.....	34
Fig. III.4 : la mise en queue des requêtes (handover et nouvel appel).	35
Fig. III.5 : Diagramme d'état QPS.....	36
Fig III.6 : L'organigramme de la stratégie de priorité « Technique de mise en queue des appels du Handover ».	37
Fig III.7 : Processus d'arrivée des requêtes pour RCS.....	38
Fig III.8 : Diagramme d'état pour RCS.	39
Fig III.9: L'organigramme de la stratégie de priorité «La réservation des canaux de gardes RCS».	40
Fig III.10 : Processus d'arrivée des requêtes pour QPS+RCS.	41
Fig III.11 : Diagramme d'état.	41
Fig III.12: L'organigramme de la stratégie de priorité «la réservation des canaux de gardes avec la priorité du Handover».	43
Fig III.13 : Processus d'arrivée des requêtes pour QPS (h+N) +RCS (h).....	44
Fig III.14 : Diagramme d'état.	45
Fig III.15: L'organigramme de la stratégie de priorité «La mise en queue des nouveaux appels et du Handover et la réservation des canaux de gardes».....	46
Fig IV.1 : Le Modèle multi-files d'attente.	49
Fig IV.2 : comparaison entre les deux modèles de trafic.	51
Fig IV.3 : probabilités de blocage des nouveaux appels pour les 3cas.....	52
Fig IV.4 : probabilité d'échec du handover pour le modèle simple et le modèle de 3files.	52
Fig IV.5 : probabilité d'échec du handover pour le modèle classique et le modèle de 3files.	53
Fig IV.6: probabilité d'échec du handover pour le modèle 3files (Fifo) et 3 files (PM).....	53

Liste des abréviations

1G	La première génération
2G	Deuxième génération
3G	Troisième génération
3GPP	The 3rd Generation Partnership Project
4G	Quatrième génération
AUC	Authentication Center
BER	Bit Error Rate
BG	Border Gateway
BSC	Base Station Controller)
BSS	Base station sub-system
BTS	Base Transceiver Station
EIR	The Equipment Identity Register
EPC	Evolved Packet Core
FCA	Fixed Channel Allocation
FDD	Frequency Division Demultiplexed
FIFO	First in First out
FTTH	Fiber to the home
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GMSC	Gateway MSC
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System Mobile
HLR	Home Location Register VLR

LTE	Long Term Evolution
MAHO	Mobile Assisted Handover
MCHO	Mobile Controlled Handover
MMS	Multimedia Messaging Service
MSC	The Mobile Switching Centre
MU	Mobile User
NAHO	Network Assisted Handover
NCHO	Network Controlled Handover
NMC	Network and Management Centre
NPS	Non-Prioritized Scheme
NSS	Network switching subsystem
OFDMA	Orthogonal frequency-division multiple access
OMC	Operations and Maintenance Center
OSS	Operation Sub-System
PLMN	Public Land Mobile Network
PS	Prioritized Scheme
QOS	Quality of service
RCS	Reserved Channel Scheme
RSS	Received Signal Strength
RNC	Radio Network Controller
RNIS	Réseau numérique à intégration de services
RSSI	Received Signal Stretching to Interference Ratio
RTC	Real-time communications
RTCP	RTP Control Protocol
SC-FDMA	Single carrier frequency division multiple access
SGSN	Serving GPRS Support Node
SGW	Serving Gateways
SLA	Service Level Agreements

SMS	Short Message Service
SS7	Signal Semaphore 7
TDD	Time Division Demultiplexed
TRX	Transmission/Réception Unit
UIT	Union Internationale des Télécommunications
UMTS	The Universal Mobile Télécommunications System
WAP	Wireless Application Protocol
W-CDMA	Wide Band Code Division Multiple Access

Introduction Générale

Aujourd'hui, les systèmes de communication sans fil sont de plus en plus présents dans notre vie quotidienne. En effet, ils tendent à remplacer l'utilisation excessive de câbles. Ces dernières années, la communication prend une place chaque jour plus grande en termes de recherche, d'investissements, de revenus, d'abonnés, etc. Cela a augmenté les besoins du monde en communications mobiles. Cette demande croissante pour les services mobiles a poussé les concepteurs des réseaux mobiles à développer de nouvelles technologies [1]. Dans les réseaux cellulaires terrestres sans fil, tels que le GSM (Global System Mobile), où les microcellules sont utilisées, la procédure du Handover a un impact significatif sur le système. Ainsi, qu'en raison du déplacement d'utilisateurs, un nombre important de requêtes de Handover est créé ; un appel d'un utilisateur fixe ou mobile pourrait donc être transféré d'une station de base BTS (Base Transceiver Station) à une autre lorsque l'appel en cours ne peut pas profiter d'un canal de communication convenable dans la BTS courante. Le Handover établit le transfert de la connexion de communication du canal courant à l'autre [2] [3].

Chaque utilisateur mobile MU (Mobile User) communique avec la BTS de la cellule où il se trouve, quand un MU se déplace d'une cellule à l'autre, un transfert d'appel se produit. Or, si la cellule visitée ne peut pas soutenir l'appel, le transfert échouera et la communication sera perdue après coup. Par conséquent, la probabilité d'échec du Handover est définie comme « la possibilité qu'un transfert (Handover) doit être forcément résilié ». En raison de l'absence de ressources dans la nouvelle cellule, la probabilité de blocage d'appel désigne ce qui est possible de refuser une nouvelle requête de connexion au réseau. En fait, ces deux paramètres sont les principaux paramètres de la qualité de service pour les réseaux cellulaires. Comme l'échec du Handover est moins souhaitable que le rejet d'une nouvelle connexion, l'attribution des canaux de communication peut être faite en considérant la priorité des requêtes de Handover sur les nouvelles requêtes ou non. Dans le premier cas, une priorité élevée est réservée au Handover qu'aux nouveaux appels en appliquant la méthode de mise en queue de requête de Handover.

La mise en queue des requêtes de Handover réduit la probabilité d'échec du Handover et augmente également la probabilité de blocage de nouveaux appels : cela est dû au fait que

les canaux ne sont assignés aux nouveaux appels que lorsque les demandes de transfert dans la file d'attente soient servies. Dans ce genre de méthodes, quand la qualité du signal reçu RSS (Received Signal Strength) des BTS dans la cellule courante atteint un certain seuil (seuil de transfert), l'appel est mis dans la queue afin de le servir dans la cellule voisine. Ces appels restent en instance jusqu'à ce qu'un canal dans la nouvelle cellule soit libéré ou le niveau de puissance reçu des BTS dans la cellule courante chute au-dessous d'un deuxième seuil appelé « le seuil de réception ». Si l'appel atteint le seuil de réception et qu'aucun nouveau canal n'a été alloué, l'appel sera alors forcément terminé.

De plus, les derniers travaux dans ce domaine [4,6] se réfèrent toujours à l'utilisation d'une seule file d'attente pour mettre en queue les requêtes de transfert d'appel dans la cellule. Cela est suffisant pour des cas où l'architecture micro cellulaire n'est pas assez dense, alors que, dans le cas contraire, les microcellules et les pico cellules sont une fraction importante du réseau (centre ville des grands villages), une nouvelle approche devrait être étudiée [7][8].

Dans ce travail, le nouveau modèle proposé pour l'optimisation de la procédure du handover, utilise pour chaque transmetteur (TRX) de la même cellule une file d'attente séparée, et le nombre total de canaux de cette cellule est partagé de façon égale entre les trois TRX. Nous avons également considéré la technique de réservation des canaux de garde avec une priorité des requêtes du Handover sur les nouveaux appels, afin d'améliorer la qualité de service (QOS) du système.

Dans ce travail, trois modèles sont étudiés. Dans le modèle 1, Nous utilisons une seule file d'attente avec une priorité FIFO (modèle classique), dans le modèle 2, nous utilisons des multi-files d'attente avec une priorité FIFO. Dans le troisième modèle, nous utilisons des multi-files d'attente avec une priorité dynamique.

Notre mémoire est structuré autour de quatre chapitres organisés comme suit :

- Le premier chapitre concerne les généralités sur le concept cellulaire des réseaux mobiles, nous allons présenter les différentes générations de téléphones mobiles, leurs architectures ainsi que d'autres services pouvant être utilisés par chacune de ces générations cellulaires.
- Le deuxième chapitre est réservé à l'étude et à la gestion de la mobilité radio dans les réseaux cellulaires. Le principe du Handover est également étudié en détail dans ce

Introduction générale

chapitre, ainsi que son principe de base, sa nécessité et sa gestion, puis on va aborder quelques modèles du trafic.

- Dans le troisième chapitre, nous étudierons les différentes stratégies de priorité du Handover.
- Le quatrième chapitre fera l'objet de commentaires et discussions sur nos résultats obtenus.

Finalement, une conclusion terminera ce travail résumant les principales tâches accomplies.

Chapitre I :

Différentes Générations de Téléphonie Mobile

I.1 - Introduction :

Nous parlons dans ce chapitre de l'architecture des réseaux cellulaires. C'est un réseau utilisé pour la communication sans fils. Les communications sans fil connaissent une très grande croissance mondialement, car il est devenu plus économique et plus rapide d'installer des réseaux sans fil que de mettre en place une infrastructure filaire pour assurer la couverture géographique.

Aussi nous allons présenter les différentes générations de téléphones mobiles, leurs architectures ainsi que d'autres services pouvant être utilisés par chacune de ces générations cellulaires.

I.2 -Historique :

Les réseaux de la première génération (appelée aussi 1G) ont été intégrés au réseau de télécommunication dans les années 80. Ces systèmes ont cependant été abandonnés il y a quelques années laissant la place à la seconde génération, appelée 2G lancée en 1991.Elle est encore active de nos jours. Nous pouvons distinguer deux autres types de générations au sein même de la seconde : la 2.5 et la 2.75. Le principal standard utilisant la 2G est GSM. A la différence de la 1G, la seconde génération de normes permet d'accéder à divers services, comme l'utilisation du WAP permettant d'accéder à Internet, tant dit que pour la 3ème génération connue sous le nom de 3G permet un haut débit pour l'accès à l'internet et le transfert de données. En ce qui concerne la nouvelle génération 4G(LTE), déployer jusque-là que par quelque pays, elle permet le très haut débit, une moindre latence et beaucoup d'autres services [9].

I.3 -Le système cellulaire :

Dans un système cellulaire, la région couverte est divisée en cellules, Une cellule est de forme circulaire mais qui dépend en réalité de la topographie de la région qui est servie par l'antenne de la cellule. Pour plus de clarté, nous pouvons les illustrer par des hexagones. Au

centre d'une cellule nous retrouvons un ou plusieurs ensembles d'émetteurs récepteurs correspondant à une bande de fréquences [10].

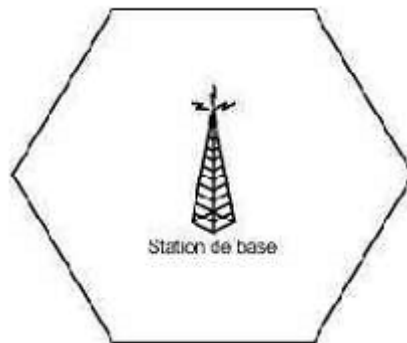


Fig I.1 : Une cellule.

Pour palier au problème de limitation de fréquence, chaque zone géographique à desservir est découpée en cellules de taille variable dont la puissance d'émission varie selon la taille de la cellule. Nous pouvons ainsi distinguer plusieurs types de cellules [10]:

- **Les macro-cellules** : Ce sont des cellules de tailles importantes allant jusqu'à 35 Km, adaptées aux zones rurales faiblement peuplées. Vu leur tailles, les émetteurs doivent fournir des puissances très grandes.
- **Les micro-cellules** : adaptées aux zones urbaines denses, se sont des cellules de très petites tailles de quelques centaines de mètres de rayon. Elles permettent d'écouler un trafic important par unité de surface.
- **Les pico-cellules** : de rayon de quelques dizaines de mètres sont adaptées à la propagation à l'intérieur des bâtiments.

La forme hexagonale des cellules a été universellement adoptée comme représentation théorique du dessin cellulaire. En effet l'hexagone désigne la forme géométrique la plus proche du cercle (propagation des ondes radio dans un espace sans obstacles).

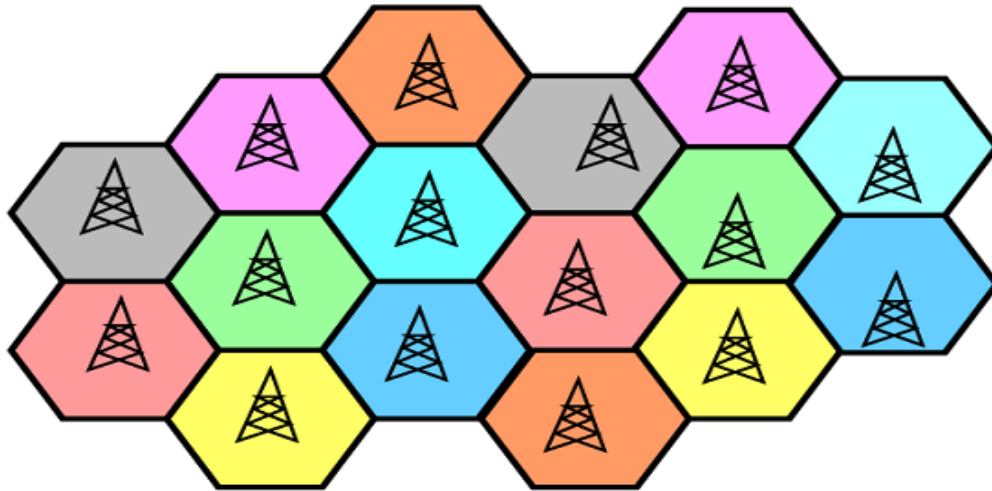


Fig I.2 : Réseau cellulaire typique [10].

I.4 -Les différentes normes téléphoniques :

I.4.1- La première génération des téléphones mobiles (1G)

La première génération des téléphones mobiles est apparue dans le début des années 80 en offrant un service médiocre et très coûteux de communication mobile. La 1G avait beaucoup de défauts, comme les normes incompatibles d'une région à une autre, une transmission analogique non sécurisée, pas de roaming vers l'international (roaming est la possibilité de conserver son numéro sur un réseau d'un autre opérateur)...ect [9].

I.4.2- La deuxième génération des téléphones mobiles (2G)

Le GSM est apparu dans les années 90. Il s'agit de la norme 2G. Son principe, est de passer des appels téléphoniques, s'appuyant sur les transmissions numériques permettant une sécurisation des données (avec cryptage), il a connu un succès et a permis de susciter le besoin de téléphoner en tout lieu avec la possibilité d'émettre des minimessages (SMS, limités à 80 caractères). Ainsi qu'il autorise le roaming entre pays exploitant le réseau GSM.

Devant le succès, il a fallu proposer de nouvelles fréquences aux opérateurs pour acheminer toutes les communications, et de nouveaux services sont aussi apparus, comme le MMS. Le débit de 9.6 kbps proposé par le GSM est insuffisant, dans ce concept, ils ont pensé à développer de nouvelles techniques de modulations et de codages qui ont permis d'accroître le débit pour la nouvelle génération.

I.4.2.1-Le réseau GSM

Le réseau GSM a pour premier rôle de permettre des communications entre abonnés mobiles (GSM) et abonnés du réseau téléphonique commuté (RTC réseau fixe). Il se distingue par un accès spécifique appelé la liaison radio. La figure I.3 présente l'architecture du Réseau GSM [11].

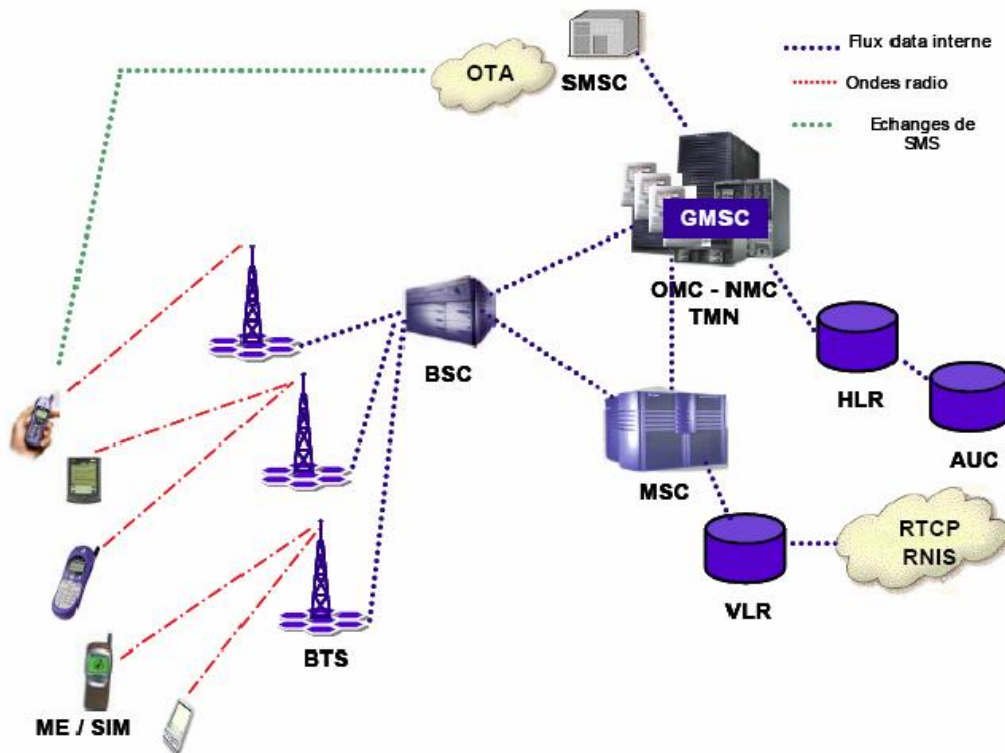


Fig I.3 : Architecture du réseau GSM.

I.4.2.2-Architecture du réseau GSM [1]

A. Le sous-système radio – BSS

BSS (base station sub-system), c'est un sous-système de l'architecture GSM qui assure les transmissions radioélectriques et gère la ressource radio.

Le BSS comprend les BTS qui sont des émetteurs-récepteurs ayant un minimum d'intelligence et les BSC qui contrôlent un ensemble de BTS et permettent une première concentration des circuits.

B. Le sous-système d'acheminement – NSS

Son rôle est d'assurer les fonctions de commutations et de routage. C'est donc lui qui permet l'accès au réseau public RTCP ou RNIS. En plus des fonctions indispensables de

commutation, on y retrouve les fonctions de gestion de la mobilité, de la sécurité et de la confidentialité qui sont implantées dans la norme GSM.

Il se compose de plusieurs équipements, en citant quelques-uns :

- **Fonctions du HLR**

Le HLR est une base de données de localisation et de caractéristiques des abonnés. Un réseau peut posséder plusieurs HLR selon des critères de capacité de machines, de fiabilité et d'exploitation. Le HLR est l'enregistreur de localisation nominale par opposition au VLR qui est l'enregistreur de localisation des visiteurs.

Une base de données qui conserve des données statiques sur l'abonné et qui administre des données dynamiques sur le comportement de l'abonné.

Les informations sont ensuite exploitées par l'OMC. L'AUC est une base de données associée au HLR.

- **Fonctions du VLR**

L'enregistreur de localisation des visiteurs est une base de données associée à un commutateur MSC. Le VLR a pour mission d'enregistrer des informations dynamiques relatives aux abonnés de passage dans le réseau, ainsi l'opérateur peut savoir à tout instant dans quelle cellule se trouve chacun de ses abonnés. Les données mémorisées par le VLR sont similaires aux données du HLR mais concernent les abonnés présents dans la zone concernée.

A chaque déplacement d'un abonné le réseau doit mettre à jour le VLR du réseau visité et le HLR de l'abonné afin d'être en mesure d'acheminer un appel vers l'abonné concerné ou d'établir une communication demandée par un abonné visiteur.

- **Fonction du MSC**

Les MSC sont des commutateurs de mobiles généralement associés aux bases de données VLR. Le MSC assure une interconnexion entre le réseau mobile et le réseau fixe public. Le MSC gère l'établissement des communications entre un mobile et un autre MSC, la transmission des messages courts et l'exécution du Handover si le MSC concerné est impliqué. (Le Handover est un mécanisme grâce auquel un mobile peut transférer sa connexion d'une BTS vers une autre (Handover inter BTS) ou, sur la même BTS d'un canal radio vers un autre (Handover intra BTS). On parle de transfert automatique inter/intra cellule.

Le commutateur est un nœud important du réseau, il donne un accès vers les bases de données du réseau et vers le centre d'authentification qui vérifie les droits des abonnés. En connexion avec le VLR le MSC contribue à la gestion de la mobilité des abonnés (à la

localisation des abonnés sur le réseau) mais aussi à la fourniture de toutes les télé services offerts par le réseau : voix, données, messageries... Le MSC peut également posséder une fonction de passerelle, GMSC (Gateway MSC) qui est activée au début de chaque appel d'un abonné fixe vers un abonné mobile.

Un couple MSC/VLR gère généralement une centaine de milliers d'abonnés. Les commutateurs MSC sont souvent des commutateurs de transit des réseaux téléphoniques fixes sur lesquels ont été implantés des fonctionnalités spécifiques au réseau GSM.

- **Fonctions de l'AUC**

Le centre d'authentification AUC (Authentication Center) mémorise pour chaque abonné une clé secrète utilisée pour authentifier les demandes de services et pour chiffrer (crypter) les communications. L'AUC de chaque abonné est associé au HLR. Pour autant le HLR fait partie du «sous-système fixe» alors que l'AUC est attaché au «sous-système d'exploitation et de maintenance».

C. Le sous-système d'exploitation et de maintenance – OSS

OSS (Opération Sub-System) permet à l'opérateur d'exploiter son réseau. La mise en place d'un réseau GSM (en mode circuit) va permettre à un opérateur de proposer des services de type « Voix » à ses clients en donnant accès à la mobilité tout en conservant un interfaçage avec le réseau fixe RTC existant.

- **Présentation de l'OMC et du NMC**

Deux niveaux de hiérarchie sont définis dans la norme GSM. Les OMC (Operations and Maintenance Center) et les NMC (Network and Management Centre).

Cette organisation a été définie afin de permettre aux opérateurs télécoms de gérer la multiplicité des Équipements (Émetteurs, récepteurs, bases de données, commutateurs ...) et des fournisseurs.

Le NMC permet l'administration générale de l'ensemble du réseau par un contrôle centralisé. Ainsi que les OMC permettent une supervision locale des équipements (BSC/MSC / VLR) et transmettent au NMC les incidents majeurs survenus sur le réseau. Les différents OMC assurent une fonction de médiation.

I.4.2.3-Le réseau GPRS (2.5G) [9]:

Le réseau GPRS vient ajouter un certain nombre de « modules » sur le réseau GSM sans changer le réseau existant. Ainsi son but est de conserver l'ensemble des modules de l'architecture GSM, La mise en place d'un réseau GPRS va permettre à un opérateur de proposer de nouveaux services de type "Data" à ses clients. Le GPRS est en mode paquets. La figure 1.4 présente l'architecture du réseau GPRS.

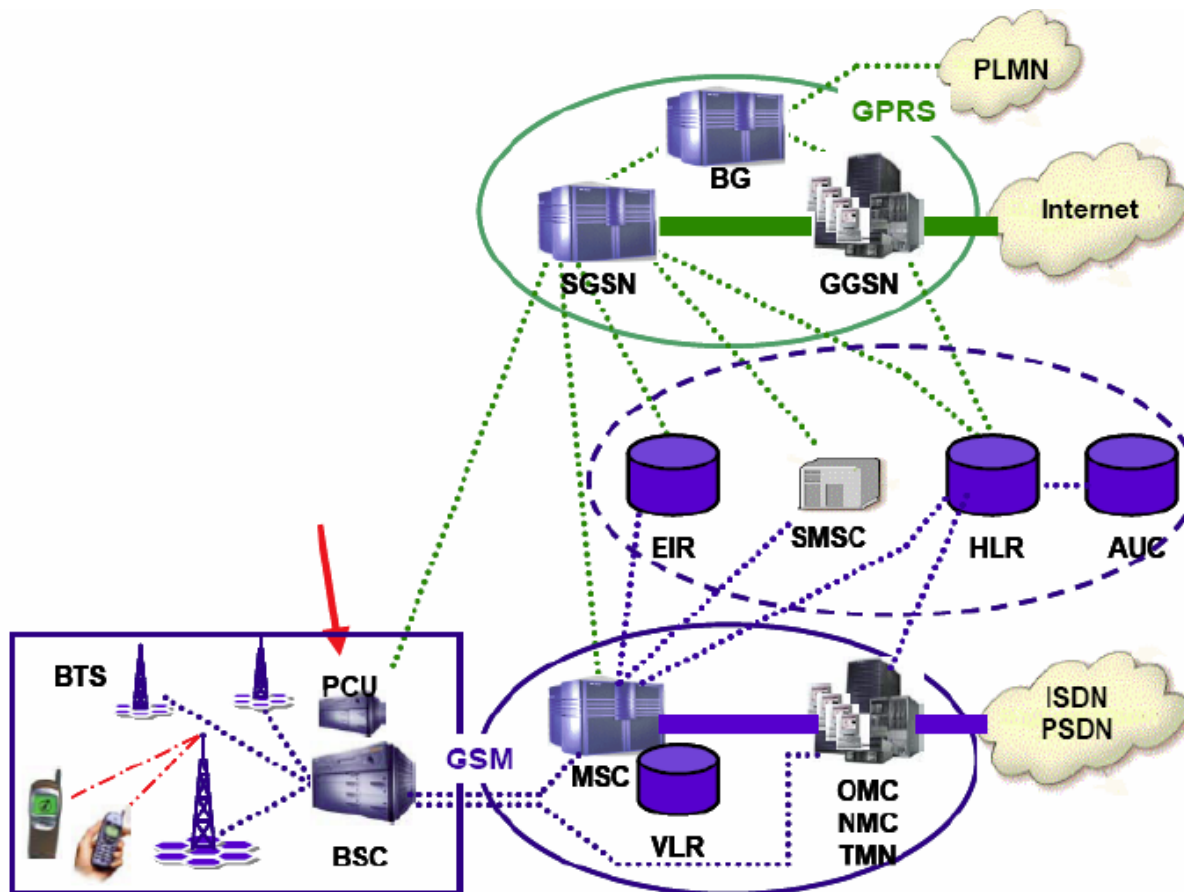


Fig I.4 : Architecture du réseau GPRS.

Un réseau GPRS est un réseau IP. Qui est donc constitué de routeurs IP. L'introduction de la mobilité nécessite par ailleurs la précision de deux nouvelles entités :

A. Le nœud de service (SGSN)

Le nœud de service dénommé SGSN (Serving GPRS Support Node) est relié au BSS du réseau GSM. Le SGSN est en connexion avec l'ensemble des éléments qui assurent et gèrent les transmissions radio : BTS, BSC, HLR ...

Le SGSN joue un rôle de routeur, il gère les terminaux GPRS présents dans une zone donnée. Le SGSN est le « contrôleur » des terminaux GPRS présents dans sa zone de surveillance.

B. Le nœud de passerelle (GGSN)

Le nœud de passerelle dans le GPRS dénommé GGSN (Gateway GPRS Support Node) est relié à un ou plusieurs réseaux de données (Internet, autre réseau GPRS...). Le GGSN est un routeur qui permet de gérer les transmissions de paquets de données :

- Paquets entrants d'un réseau externe, acheminés vers le SGSN du destinataire.
- Paquets sortants vers un réseau externe, émanant d'un destinataire interne au réseau.

C. Le module BG pour la sécurité

Les recommandations introduisent le concept de BG (Border Gateway) qui permettent de connecter les réseaux GPRS via un réseau fédérateur et qui assurent les fonctions de sécurité pour la connexion entre ces réseaux.

Ces BG ne sont néanmoins pas spécifiés par les recommandations mais elles jouent le rôle d'interface avec les autres PLMN (Public Land Mobile Network) permettant ainsi de gérer les niveaux de sécurité entre les réseaux (par exemple entre deux réseaux de deux opérateurs concurrents)

D. Les équipements GSM utilisés

Le réseau GPRS appuie son architecture sur les éléments du réseau GSM :

- Les BTS et BSC permettent de couvrir un territoire national pour localiser les terminaux.
- Le MSC et le VLR permettent également de gérer les problématiques d'itinérance des abonnés sur les réseaux GSM et GPRS.
- Le SMSC et le GMSC permettent la communication interne au réseau par l'envoi de messages courts à destination du terminal GPRS.
- Le HLR permet de gérer les problématiques liées à la localisation des individus (en mode GPRS, fournir une carte de la ville où se trouve l'abonné).
- L'EIR permet de gérer les problématiques liées au terminal visé.

Le réseau GPRS est totalement dépendant du bon fonctionnement des infrastructures du réseau GSM. Le réseau GSM constitue donc en effet une base pour la mise en place du réseau GPRS.

L'ensemble des éléments GSM et GPRS sont associés pour fournir un service GPRS. Deux protocoles sont alors utilisés :

- Le traditionnel protocole IP qui assure une ouverture vers les terminaux fixes extérieurs au réseau.
- Le protocole SS7 (Signal Sémaphore 7) qui est un protocole interne au réseau GPRS.

❖ **Le type de transmission dans le réseau GPRS**

Ce standard utilise un mode de transmission par paquet. Lorsque le mobile transmet des données vers un terminal fixe, les données sont transmises via le BSS (BTS + BSC) au SGSN qui envoie ensuite les données vers le GGSN qui les route vers le destinataire.

Le routage vers des terminaux (terminal mobile vers terminal mobile ou terminal fixe vers terminal mobile) utilise le principe de l'encapsulation et des protocoles tunnels. Les données revues par le GGSN sont transmises au SGSN dont dépend le mobile destinataire.

I.4.3-La troisième génération des téléphones mobiles 3G (UMTS) [9]

La 3G a été impulsée pour permettre des applications vidéo sur le mobile et améliorer la QoS du Multimédia. Les applications visées étaient la possibilité de regarder youtube, de la visiophonie,... Outre l'augmentation de débit, un point complexe à résoudre était de passer d'un service de téléphonie (à connexion circuit) vers un service DATA (connexion paquets). L'idée était d'ajouter des amplificateurs avant chaque antenne, il amplifie le signal pour que celui-ci puisse être reçu par une autre antenne, en changeant les techniques de modulation. Pour cela il a fallu améliorer les terminaux (Smartphone, Tablette...) permettant un usage plus confortable de la connexion haut débit.

I.4.3.1-Architecture du réseau UMTS

Le réseau cœur de l'UMTS s'appuie sur les éléments de base du réseau GSM et GPRS. Il est en charge de la commutation et du routage des communications (voix et données) vers les réseaux externes. Dans un premier temps le réseau UMTS devrait s'appuyer sur le réseau GPRS.

Le réseau UMTS vient se combiner aux réseaux déjà existants GSM et GPRS, qui apportent des fonctionnalités respectives de Voix et de Données, le réseau UMTS apporte ensuite les fonctionnalités Multimédia.

Le réseau cœur se décompose en deux parties : le domaine circuit dans un premier temps et le domaine paquet. La figure I.5 présente l'architecture du réseau UMTS [9].

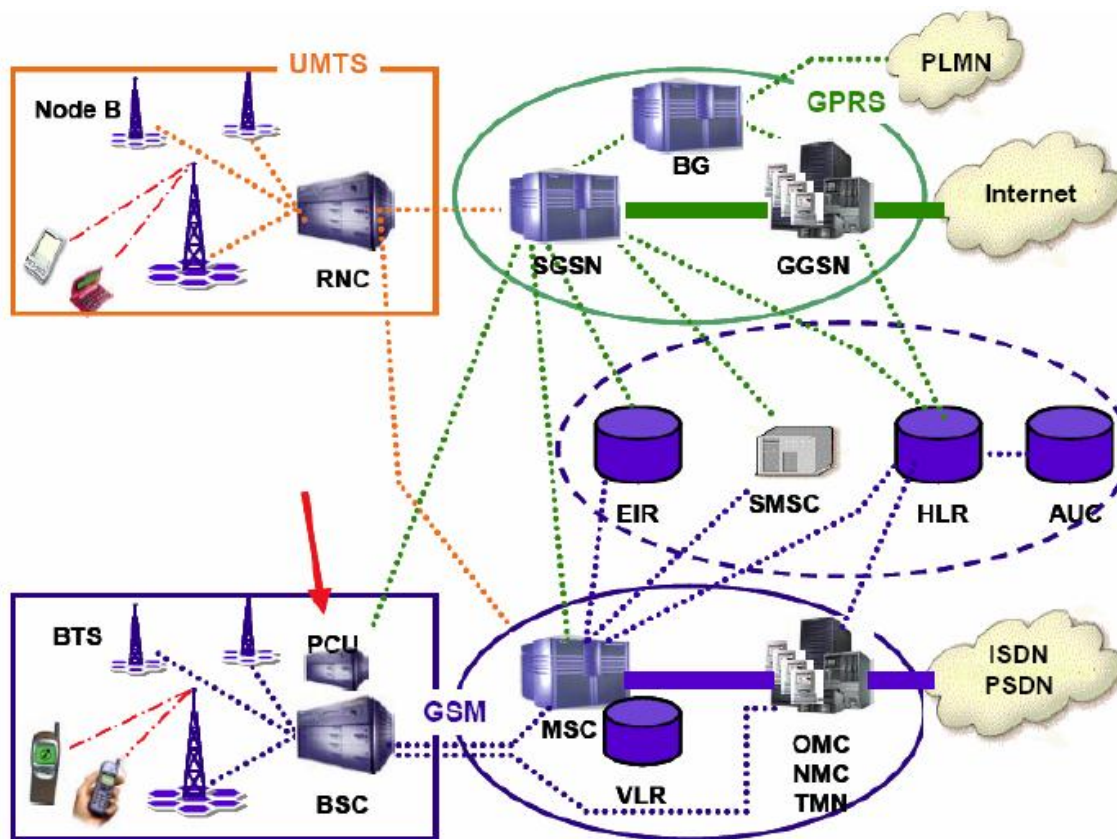


Fig I.5 : Architecture du réseau UMTS.

A. Les fréquences de l'UMTS

Les fréquences allouées pour l'UMTS sont 1885-2025 MHz et 2110-2200 MHz.

L'UIT (Union Internationale des Télécommunications) a désigné des bandes de fréquences pour les différents systèmes de l'UMTS qui sont :

- Duplex temporel TDD (Time Division Demultiplexed) : 1885 à 1920 MHz (uplink bande de 35Mz) et 2010 à 2025 MHz (downlink bande de 15 MHz).
- Duplex fréquentiel FDD (Frenquency Division Demultiplexed) 1920 à 1980 MHz (uplink

bande de 60 MHz) et 2110 à 2170 MHz (downlink bande de 60 MHz).

- Bandes satellites : 1980 à 2010 MHz (uplink de 30 MHz) et 2170 à 2200 MHz (downlink de 30 MHz).

La bande passante d'un canal est de 5MHz avec une largeur spectrale réelle de 4,685MHz.

B. Le débit de l'UMTS

L'UMTS permet théoriquement des débits de transfert de 1,920 Mbit/s, mais fin 2004 les débits offerts par les opérateurs dépassent rarement 384 Kbit/s. Néanmoins, cette vitesse est nettement supérieure au débit de base GSM qui est de 9,6 kbit/seconde.

Le débit est différent suivant le lieu d'utilisation et la vitesse de déplacement de l'utilisateur :

- En zone rurale : 144 kbit/s pour une utilisation mobile (voiture, train, etc.).
- En zone urbaine : 384 kbit/s pour une utilisation piétonne.
- En zone bâtiment : 2000 kbit/s depuis un point fixe.

Grace à son débit, l'UMTS ouvre la porte à des applications et services nouveaux. L'UMTS permet en particulier de transférer dans des temps relativement courts des contenus multimédia tels que les images, les sons et la vidéo. Les nouveaux services concernent surtout l'aspect vidéo : Visiophonie, MMS Vidéo, Vidéo à la demande, Télévision.

I.4.3.2-Le mode de transmission dans le réseau UMTS

Ce réseau repose sur deux modes:

❖Le mode circuit

Le domaine circuit permettra de gérer les services temps réels dédiés aux conversations téléphoniques (vidéo-téléphonie, jeux vidéo, applications multimédia). Ces applications nécessitent un temps de transfert rapide. Lors de l'introduction de l'UMTS le débit du mode domaine circuit sera de 384Kbits/s.

L'infrastructure s'appuie alors sur les principaux éléments du réseau GSM : MSC/VLR (bases de données existantes) et le GMSC afin d'avoir une connexion directe vers le réseau externe.

❖ Le mode paquet

Le domaine paquet permettra de gérer les services en temps réels. Il s'agit principalement de la navigation sur Internet, de la gestion de jeux en réseaux ainsi que l'accès et l'utilisation des e-mails. Ces applications sont moins sensibles au temps de transfert, c'est la raison pour laquelle les données transiteront en mode paquet. Le débit du domaine paquet sera sept fois plus rapide que le mode circuit, environ 2Mbits/s. L'infrastructure s'appuie alors sur les principaux éléments du réseau GPRS : SGSN (bases de données existantes en mode paquet GPRS, équivalent des MSC / VLR en réseau GSM) et le GGSN (Équivalent du GMSC en réseau GSM) qui jouera le rôle de commutateur vers le réseau Internet et les autres réseaux publics ou privés de transmission de données.

I.4.4 -La quatrième génération des téléphones mobiles 4G (LTE)

En télécommunications, la 4G est la quatrième génération des standards pour la téléphonie mobile. Succédant à la 2G et la 3G, elle permet le « très haut débit mobile », c'est-à-dire des transmissions de données à des débits théoriques supérieurs à 100 Mbit/s, voire supérieurs à 1 Gbit/s (débit minimum défini par l'UIT pour les spécifications IMT-Advanced). En pratique, les débits sont de l'ordre de quelques dizaines de Mbit/s selon le nombre d'utilisateurs, puisque la bande passante est partagée entre les terminaux actifs des utilisateurs présents dans une même cellule radio [12].

Une des particularités de la 4G est d'avoir un « cœur de réseau » basé sur IP et de ne plus offrir de mode commuté (établissement d'un circuit pour transmettre un appel « voix »), ce qui signifie que les communications téléphoniques utilisent la voix sur IP (en mode paquet).

En Algérie, La 4G est officiellement lancée le 26 septembre 2016, Les opérateurs pourront commencer la commercialisation de leurs offres de téléphonie mobile de quatrième génération (4G). Les décrets autorisant les trois opérateurs Djezzy, Mobilis et Ooredoo à exploiter les licences ont été publiés le 25 septembre 2016 au Journal officiel [13].

I.4.4.1-Différences entre les réseaux UMTS et LTE [12] :

Les réseaux LTE (Long Term Evolution), appelés commercialement 4G, représentent une évolution importante par rapport aux réseaux GSM et UMTS. Les normes spécifiant les réseaux LTE sont issues du 3GPP comme les normes UMTS, mais elles introduisent de nombreuses modifications et améliorations.

Tout comme l'UMTS, le LTE est une technologie cellulaire qui offre la possibilité de réutiliser les mêmes fréquences hertziennes dans des cellules radio, grâce aux codages radio OFDMA et SC-FDMA et à un encodage permettant d'identifier les cellules. Cela permet d'affecter à chaque cellule une largeur spectrale variant de 5 à 20 MHz et donc d'avoir une bande passante plus importante et plus de débit dans chaque cellule.

Le LTE et le LTE Advanced sont optimisés pour transporter des données avec des débits fixes et garantis (applications : télévision, téléphonie, visiophonie, lecture de vidéos) ou avec des débits variables : internet, téléchargements, jeux interactifs, cartographie (géolocalisation). Ceci est rendu possible par l'allocation dynamique de la ressource radio permise par les normes définissant le réseau d'accès radio LTE « l'EUTRAN » et par le codage OFDMA qui autorise le partage des bandes de fréquence entre abonnés via un multiplexage temporel et fréquentiel, avec une base de temps (le TTI : Transmission Time Interval) très courte (1 ms) pour redistribuer la bande passante radio entre les terminaux actifs dans chaque cellule.

I.4.4.2-Architecture du réseau LTE :

Les réseaux LTE sont des réseaux cellulaires constitués de milliers de cellules radio qui utilisent les mêmes fréquences hertziennes, y compris dans les cellules radio mitoyennes, grâce aux codages radio OFDMA (de la base vers le terminal) et SC-FDMA (du terminal vers la base). Ceci permet d'affecter à chaque cellule une largeur spectrale plus importante qu'en 3G, variant de 3 à 20 MHz et donc d'avoir une bande passante plus importante et plus de débit dans chaque cellule.

Le réseau est constitué de deux parties : une partie radio (EUTRAN) et un cœur de réseau « EPC » (Evolved Packet Core) [13].

A. La partie radio eUTRAN :

La partie radio du réseau, appelée « eUTRAN », est simplifiée comparée à celles des réseaux 2G (GERAN) ou 3G (UTRAN), par l'intégration dans les stations de base « eNode B » des fonctions de contrôle qui étaient auparavant localisées dans les RNC (Radio Network Controller) des réseaux 3G UMTS.

La partie radio d'un réseau LTE (fig 1.6) se compose donc des eNode B, d'antennes locales ou distantes, de liaisons en fibres optiques vers les antennes distantes (liens CPRI) et des liaisons IP reliant les eNode B entre eux (liens X2) et avec le cœur de réseau (liens S1) via un réseau de Backhaul.

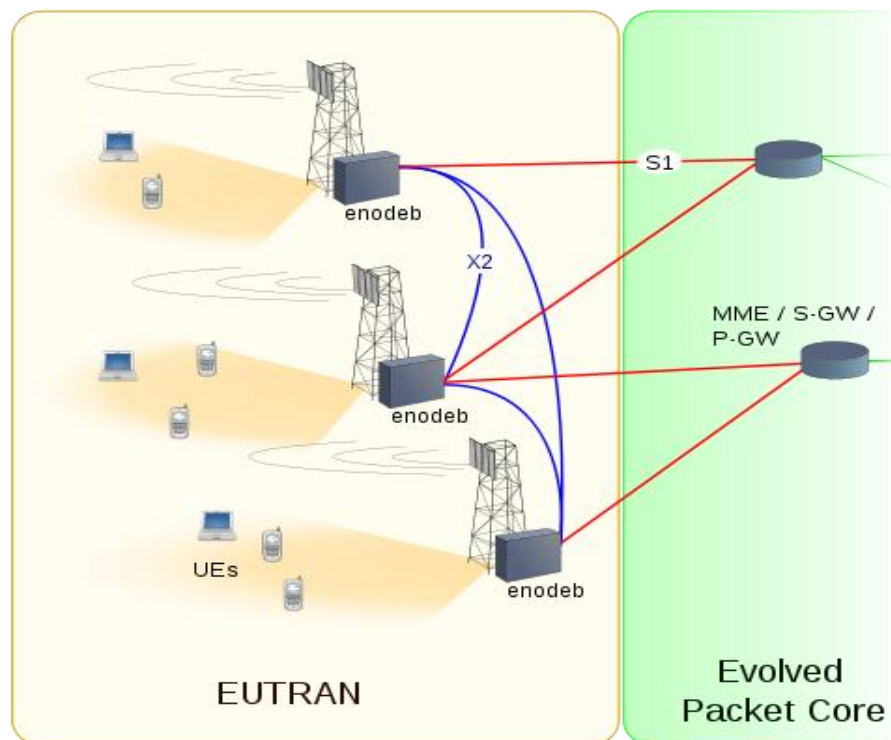


Fig I.6 : Architecture de l'accès radio (eUTRAN) d'un réseau LTE.

B. Le cœur de réseau EPC :

Le cœur de réseau appelé « EPC » (Evolved Packet Core) utilise des technologies « full IP », c'est-à-dire basées sur les protocoles internet pour la signalisation, le transport de la voix et des données. Ce cœur de réseau permet l'interconnexion via des routeurs avec les eNodeB distants, les réseaux des autres opérateurs mobiles, les réseaux de téléphonie fixe et le réseau Internet.

L'EPC d'un opérateur LTE est principalement constitué de passerelles de services, Serving Gateways (SGW) qui transportent le trafic de donnée (plan utilisateur) et concentrent le trafic de plusieurs eNodeB, de MMEs qui gèrent la signalisation (plan de contrôle) et donnent l'accès aux bases de données (HSS / HLR) contenant les identifiants et les droits des abonnés. Un (ou plusieurs) PGW servent de passerelles vers le réseau Internet ; le PGW a aussi pour rôle d'attribuer les adresses IP aux terminaux LTE.

L'EPC permet aussi, via d'autres passerelles, l'accès des terminaux au cœur de réseau LTE, en utilisant d'autres types d'accès radio : des points d'accès Wi-Fi ou des femtocells généralement connectés via des box ADSL ou FTTH.

L'utilisation du protocole IP de bout-en bout dans le cœur de réseau permet, par rapport aux réseaux 3G, des temps de latence réduits pour l'accès internet et les appels vocaux LTE.

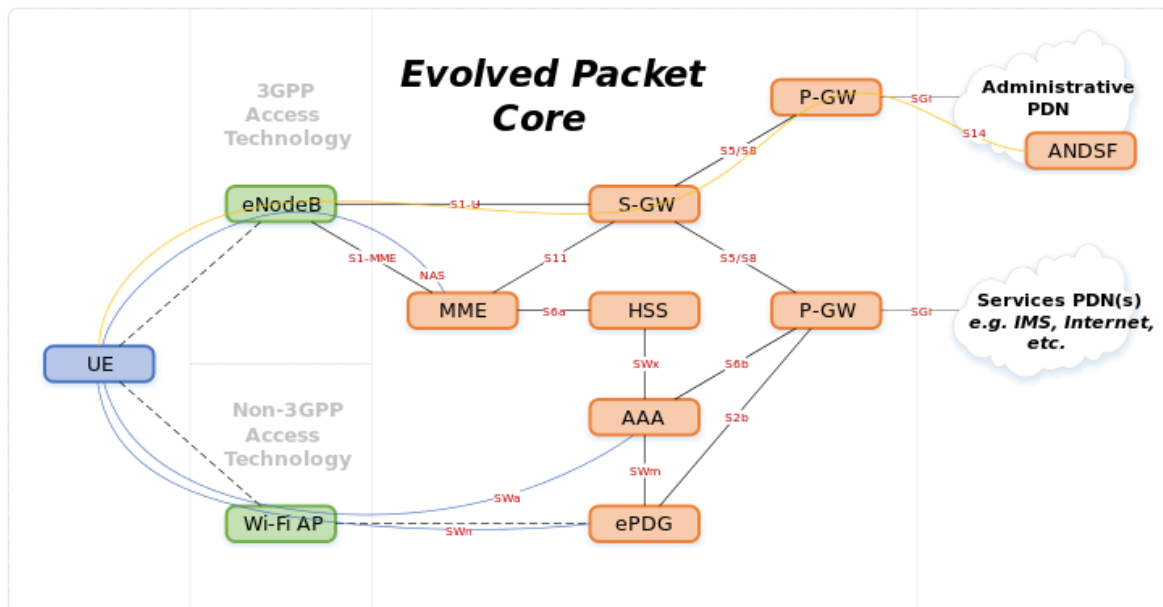


Fig I.7 : Architecture de la partie EPC d'un réseau 4G LTE.

I.5-Conclusion

Dans ce chapitre introductif, nous avons présenté d'une façon générale les différentes générations de téléphone mobiles et les principales caractéristiques d'un réseau cellulaire.

Ainsi, que la mise en œuvre du service GPRS implique une évolution matérielle et logiciel s'ajoutant au réseau GSM déjà existants. L'évolution du GSM vers GPRS prépare à l'introduction des réseaux de troisième génération l'UMTS. En ce qui concerne l'infrastructure, des modifications doivent être effectuées pour l'intégration du GPRS ou l'UMTS par l'ajout d'autres équipements, et le chargement de logiciels.

Le GPRS constitue une évolution majeure vers la troisième génération (UMTS). Il est conçu pour la transmission de données en mode paquet pour assurer l'accès simple au réseau internet.

Pour les réseaux 4G (LTE), nous avons présenté un bref aperçu de cette technologie, ainsi que la différence entre ces réseaux et les réseaux UMTS.

C

hapitre II:

Le Mécanisme du Handover

II.1 – Introduction:

Le Handover (transfert automatique intercellulaire) est un mécanisme fondamental dans la communication cellulaire (GSM ou UMTS par exemple). Globalement, c'est l'ensemble des opérations mises en œuvre permettant qu'une station mobile (en anglais Mobile Station - MS) puisse changer de cellule sans interruption de service. Le processus consiste à ce qu'un terminal mobile maintienne la communication en cours, lors d'un déplacement qui amène le mobile à changer de cellule. En effet lorsque le signal de transmission entre un combiné et une station de base s'affaiblit, le système du combiné trouve une autre station de base disponible dans une autre cellule, qui est capable d'assurer à nouveau la communication dans les meilleures conditions. Ce mécanisme permet l'itinérance entre cellules ou opérateurs.

II.2- La mobilité :

Parmi les services proposés par les opérateurs, nous relevons un service indispensable au bon fonctionnement des réseaux mobiles: la mobilité. La fourniture du service de mobilité constitue l'élément clé dans les communications sans fil et fait toute l'originalité des réseaux mobiles. Nous pouvons distinguer entre deux types de mobilité:

- 1- La mobilité de l'utilisateur: Ce type de mobilité fournit à l'utilisateur la possibilité de communiquer avec d'autres terminaux en différentes localisations tout en se déplaçant d'une cellule à une autre. Cette mobilité est caractérisée par trois fonctionnalités importantes : le nomadisme, la mobilité horizontale et la mobilité verticale
- 2- La mobilité du réseau: Ce type de mobilité concerne la mobilité de certains noeuds du réseau. A titre d'exemple, citons les réseaux ad hoc qui sont des réseaux sans infrastructure et où tous les noeuds bougent. D'autres types de réseaux où ce type de mobilité se manifeste seraient les réseaux mobiles [14].

II.3- Principe de base du Handover:

Pendant la communication (transfert de données usager ou signalisation), le lien radio pour le quelle la communication se déroule est mesurée périodiquement. La détection d'une situation anormale déclenche une alarme. A la réception de cette alarme, le contrôleur de réseau (commutateur) cherche une nouvelle cellule et un nouveau canal pour transférer les données. S'il en trouve, un Handover sera déclenchée, sinon, la communication continue sur le même canal et des Handovers sont périodiquement tentés. Après la réussite du Handover, l'ancien canal est libéré et la communication prend un nouveau chemin.

II.4- Buts du Handover:

II.4.1- Du point de vue utilisateur:

Les buts du Handover [15], en premier lieu, sont orientés vers les besoins de l'utilisateur mobile. L'utilisateur maintient des contrats avec au moins un opérateur de réseau mobile et probablement avec un ou plusieurs fournisseurs de service. À l'avenir, ces contrats comporteront les accords de niveau de service (SLA "Service Level Agreements") qui décrivent des niveaux définis de la qualité de service que le client (c'est à dire l'utilisateur mobile) et le fournisseur (c'est à dire le fournisseur de réseau ou de service) ont admis. Du point de vue utilisateur, on doit lui accorder les buts principaux suivants du Handover en commutant du mode courant à un mode cible

- **Disponibilité de service:** Les services qui sont actuellement actifs sur le terminal devraient être également disponibles et soutenus dans le mode cible (réseau visité) sauf si l'utilisateur qualifie explicitement un service comme étant facultatif (c.-à-d. les services peuvent être suspendus / abandonnés si non disponibles / ou soutenus dans le mode cible).
- **Continuité de service:** Un aspect important de SLAs est la continuité de la livraison de service. La continuité est un souci bout à bout qui doit être accordé le long du chemin du serveur, fournissant un service par l'intermédiaire de l'infrastructure de transmission, au client consommant ce service.
- **Qualité de service:** La conservation de la qualité du service (QoS) est un autre but important de Handover. QoS peut se caractériser par différents paramètres en tant que le débit binaire fourni, le retard de transfert bout à bout, le taux d'erreurs sur les bits ou la perte des

paquets. La pertinence de ces paramètres varie selon les différents types de service.

- **Contrôle du coût:** Les coûts de la livraison des services en mode cible devraient répondre aux exigences du QoS de l'utilisateur, mais ne devraient pas dépasser les limites de coût indiquées par l'utilisateur.

II.4.2- Du point de vue opérateur :

Les opérateurs ne s'attardent pas à optimiser le rapport coût-performance des différents services pour différents utilisateurs, plutôt qu'ils veulent satisfaire les besoins de servir le plus grand nombre possible d'utilisateurs et, en même temps, maximiser leurs propres revenus. Ceci est réalisé en visant ce qui suit:

- **Equilibrage de charge entre modes/cellules.**
- **Réduction de la fréquence des Handovers.**

II.5- Gestion du Handover (Phases du Handover) :

La gestion du Handover implique les fonctions de réseau qui permettent aux stations mobiles de changer leurs points d'accès à la station de base courante pendant une communication en assurant la continuité de la communication en cours. La gestion du Handover n'assure qu'un raccordement actif d'appel est maintenu quand l'utilisateur mobile se déplace et change son point d'attachement en réseau.

Trois phases principales sont impliquées dans le Handover : déclenchement du Handover, décision du Handover et exécution du Handover [16]. La tâche principale impliquée dans la phase de déclenchement du Handover est le rassemblement d'informations telles que : les mesures concernant le lien radio ; si la qualité du lien radio tombe au-dessous d'un seuil prédéfini, un Handover sera lancé. Basé sur les mesures effectuées, la phase de décision du Handover choisira les ressources de la cible. Dans l'exécution du Handover, des nouveaux raccordements sont établis et de vieux raccordements sont libérés en effectuant des échanges de signalisation entre l'utilisateur mobile et le réseau.

II.6- Le lancement du Handover :

Un Handover peut être lancé si la performance du lien radio est faible ou à toute autre dégradation de qualité de service (QoS). Le réseau peut également lancer un Handover pour des opérations et des entretiens. Les utilisateurs peuvent également lancer le Handover qui

résulte des conditions d'exécution de leurs exigences. En général, trois types de déclenchement du Handover peuvent être distingués:

- **Les paramètres de QoS**

Les paramètres les plus communs du QoS qui lancent le Handover sont : la qualité du lien radio, RSS (Received Signal Strength), RSSI (Received Signal Stretching to Interference Ratio). D'autres formes de paramètres sont également possibles pour l'utilisateur dans le déclenchement du Handover tel que le retard et le BER (Bit Error Rate). Ces paramètres sont surveillés sans interruption, par la station mobile ou le réseau ou tous les deux, et sont comparés au seuil prédéfini, afin de déterminer si un Handover devait être lancé.

- **Les paramètres du réseau**

Ce type de lancement est dû aux critères de gestion du réseau tels que les issues d'utilisation ou d'entretien des ressources du système. Elle n'est pas directement reliée aux paramètres du QoS.

- **Les paramètres de l'utilisateur**

Ce type de lancement est dû principalement au profil de service de l'utilisateur ainsi sa structure tarifaire. On ne le lie pas directement aux paramètres du QoS. Cependant, Ce type de déclenchement du Handover est plus applicable dans un environnement de réseaux intégrés, c'est à- dire, le réseau cellulaire et terrestre intégré, tel qu'un utilisateur peut choisir de commuter à un autre réseau pour les meilleurs frais d'appel par exemple.

II.7- Types du 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 les réseaux mobiles GSM et dans les réseaux 4G LTE4 avec une durée d'interruption de quelques centaines de ms [17].

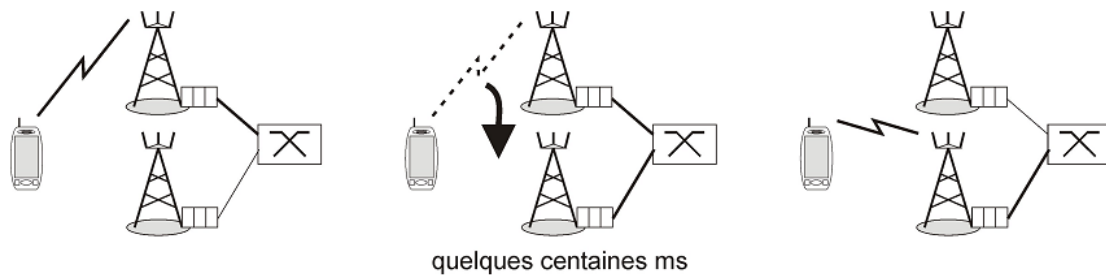


Fig II.1: Le hard handover.

- **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 du lien avec la cellule source. Cette méthode est appelée make-before-break (qui signifie « faire avant de rompre »). Ce type de handover est utilisé dans les réseaux 3G UMTS grâce au code de brouillage (le « C » de W-CDMA) qui permet d'identifier et de recevoir simultanément depuis plusieurs cellules radio.

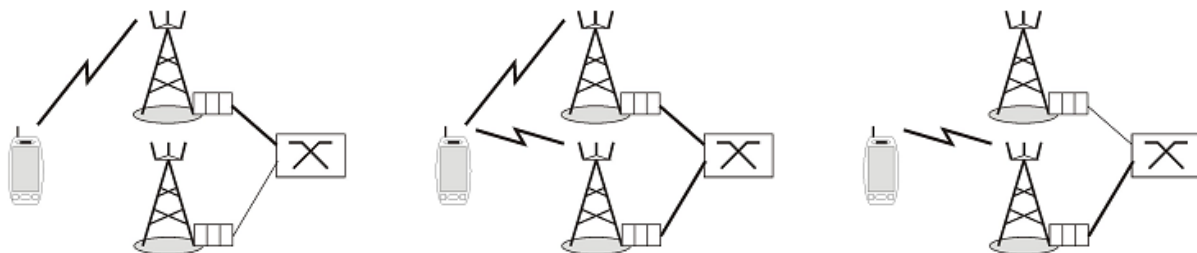


Fig II.2: Le soft handover.

II.7.2-Handovers intra et inter systèmes :

II.7.2.1- En GSM

En GSM5, la station mobile MS ayant déjà un canal radio dans une cellule donnée (gérée par un BSC et un MSC donnés), elle migre vers un nouveau canal [18]. Il existe quatre types de handover :

- **Handover Intra-BSC (Base Station Controller) :** le nouveau canal est attribué à la MS dans la même cellule ou une autre cellule gérée par le même BSC.

- **Handover Intra-MSC** : le nouveau canal est attribué à la MS mais dans une cellule gérée par un autre BSC, lui-même étant géré par le même MSC.
- **Handover Inter-MSC** : le nouveau canal est attribué dans une cellule qui est gérée par un autre MSC.
- **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).

II.7.2.2- En GPRS

- **Handover Intra-SGSN** : en mode paquet, le nouveau canal est attribué à la MS mais dans une cellule gérée par un autre BSC, lui-même étant géré par le même SGSN.
- **Handover Inter-SGSN** : en mode paquet, le nouveau canal est attribué dans une cellule qui est gérée par un autre SGSN.

II.7.2.3- En UMTS

Une station mobile (MS) a déjà un canal radio dans une cellule (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 [19] :

- **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 radio 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 radio est attribué dans un réseau mobile de technique différente du réseau auquel la MS était connecté (par exemple handover entre un réseau GSM et un réseau UMTS).

II.7.2.4- En LTE

Le réseau 4G LTE est plus simple qu'un réseau UMTS : voix (VoLTE) et données utilisent les mêmes chemins (IP) et il n'y a plus de RNC (ses fonctions sont intégrées au eNode B). Un user equipment (généralement un smartphone) a déjà des ressources radio dans une cellule radio (gérée par un eNode B) ; lorsqu'il se déplace et que le signal reçu s'affaiblit, il migre vers une nouvelle cellule ; la décision est prise par l'eNode B. Il n'existe plus que deux types principaux de handover :

- **Handover intra-eNode B** : de nouvelles ressources radio (resource blocks) sont attribuées au terminal mobile dans une autre cellule radio (une autre bande de fréquence) ou un autre "secteur" gérés par le même eNode B.
- **Handover inter-eNode B** : de nouvelles ressources radio (resource blocks) sont attribuées au terminal dans une cellule gérée par un autre eNode B. le dialogue entre les 2 eNode B se fait par les liens X2 du réseau EUTRAN de l'opérateur mobile.

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

II.8-Contrôle du Handover :

Les stratégies du Handover se rapportent aux méthodes adoptées dans chacune des trois phases du Handover. Il y a quatre méthodes de contrôle du Handover pour la phase de déclenchement et de décision du Handover :

- Le mobile contrôlé le Handover « Mobile Controlled Handover (MCHO) ».
- Le réseau contrôlé le Handover « Network Controlled Handover (NCHO) ».
- Le mobile assisté le Handover « Mobile Assisted Handover (MAHO) ».
- Le réseau assisté le Handover « Network Assisted Handover (NAHO) ».

Chaque méthode diffère dans l'emplacement des fonctions qui effectuent les mesures de lien radio et qui font la décision du Handover. La station mobile ou le réseau peuvent exécuter les fonctions de mesure du lien radio. Cependant, seulement l'un parmi les deux prendra la décision du Handover.

II.9- Modèle Du Trafic :

Pour un réseau cellulaire mobile, il est important d'établir le modèle du trafic avant l'analyse de performance du système [20]. Plusieurs modèles du trafic ont été établis, basés sur différentes suppositions concernant la mobilité d'utilisateur. Dans ce qui suit, nous présentons brièvement ces modèles.

II.9.1- Modèle du trafic de Hong et de Rappaport (Deux-Dimensionnel)

Hong et Rappaport ont proposés un modèle du trafic pour une cellule de forme hexagonale (approximé par un cercle) [21], la localisation d'un mobile quand un appel est lancé par l'utilisateur est uniformément distribuée dans la cellule. Ils sont supposés également qu'un mobile lançant un appel se déplace de l'endroit courant dans n'importe quelle direction avec la même probabilité et cette direction ne change pas tandis que le mobile reste dans la cellule. A partir de ces suppositions ils sont prouvés que le taux des arrivées des Handovers est :

Où

P_h = la probabilité qu'un nouvel appel qui n'est pas bloqué exigerait au moins un transfert

P_{hh} = la probabilité qu'un appel qui a déjà été transféré avec succès exigerait un autre transfert

B_0 = la probabilité de blocage des appels originaux.

P'_f = la probabilité de l'échec de Handover

λ_0 = le taux des arrivées des appels originaux dans une cellule.

$$\lambda = \frac{(1-B_0)}{1-P_{hh}(1-P'_f)} \lambda_0 \quad (\text{II.1})$$

La fonction de densité de probabilité (fdp) du temps d'occupation du canal T dans une cellule est donnée par la formule suivante:

$$f_T(t) = \mu_c e^{-\mu_c t} + \frac{e^{-\mu_c t}}{1+\gamma_c} [f_{Tn}(t) + \gamma_c f_{Th}(t)] - \frac{\mu_c e^{-\mu_c t}}{1+\gamma_c} [F_{Tn}(t) + \gamma_c F_{Th}(t)] \quad (\text{II.2})$$

$f_{Tn}(t)$ = la fdp de la variable aléatoire Tn comme temps de séjour d'un appel original dans la cellule.

$f_{Th}(t)$ = la fdp de la variable aléatoire Th comme temps de séjour d'un Handover dans la cellule.

$F_{Tn}(t)$ = la fonction de distribution cumulative (fdc) du temps Tn

$F_{Th}(t)$ = la fdc du temps Th

$1/\mu_c$: La durée moyenne d'appel

$$\gamma_c = P_h(1 - B_0)/[1 - P_{hh}(1 - P'_f)] \quad (\text{II.3})$$

II.9.2- Modèle de El-Dolil et al.'s (omni-Dimensionnel)

Une extension du modèle de Hong et Rappaport dans le cas d'un réseau micro cellulaire pour une route de grande circulation a été fait par El-Dolil et al [22]. La route est segmentée à des microcellules avec petit BSs « la sous station de base » rayonnant le long de la route. Avec ces conditions, ils sont prouvés que le taux des arrivées des Handover est

$$\lambda_h = (R_{cj} - R_{sh})P_{hi} + R_{sh}R_{hh} \quad (\text{II.4})$$

P_{hi} = la probabilité qu'un utilisateur mobile a besoin d'un transfert vers la cellule i.

R_{cj} = le taux moyen des appels totaux dans la cellule j.

R_{sh} = le taux de transferts réussis.

La fdp du temps d'occupation du canal T dans une cellule est donnée par:

$$f_T(t) = \left(\frac{\mu_c + \mu_{ni}}{1+G}\right) e^{-(\mu_c + \mu_{ni})t} + \left(\frac{\mu_c + \mu_h}{1+G}\right) e^{-(\mu_c + \mu_h)t} \quad (\text{II.5})$$

Ou

$1/\mu_{ni}$ = le temps moyen d'occupation du canal dans la cellule i pour un appel original.

$1/\mu_h$ = le temps moyen d'occupation du canal pour un Handover.

G = le rapport du taux de requêtes de transfert offert sur le taux des appels originaux.

II.9.3- Modèle de Steele et Nofal (bi-Dimensionnel)

Steele et Nofal [23] ont étudié un modèle du trafic basé sur des microcellules dans une rue de ville, l'étude concerne les piétons faisant des communications tout en marchant le long d'une rue. D'après leurs suppositions, ils sont prouvés que le taux des arrivées des appels de Handover est:

$$\lambda_h = \sum_{m=1}^6 [\lambda_0(1 - B_0)P_h\beta + \lambda_h(1 - P'_f)P_{hh}\beta] \quad (\text{II.6})$$

β = la fraction du transfert d'appel à la cellule courante des cellules adjacentes.

$$\lambda_h = 3\lambda_0(1 - B_0)P_f \quad (\text{II.7})$$

P_f = la probabilité qu'un nouvel appel qui n'est pas bloqué exigera au moins un transfert.

Le temps moyen d'occupation du canal dans la cellule est :

$$\bar{T} = \frac{(1+\alpha_1)(1+\alpha_2)}{\mu_w+\mu_c} + \frac{\gamma(1+\alpha_2)}{\mu_0+\mu_c} + \frac{\alpha_1(1-\gamma)+\gamma\alpha_2}{\mu_d+\mu_c} \quad (\text{II.8})$$

Ou

$1/\mu_w$: La période moyenne de marche d'un piéton du début de l'appel jusque ou il atteint la frontière de la cellule.

$1/\mu_d$: Le temps moyen du retard où un piéton dépense l'attente à l'intersection de la route.

$1/\mu_0$: La période moyenne de marche d'un piéton dans la nouvelle cellule.

$$\alpha_1 = \frac{\mu_w P_{delay}}{(\mu_d - \mu_0)} \quad (\text{II.9})$$

$$\alpha_2 = \frac{\mu_0 P_{delay}}{(\mu_d - \mu_0)} \quad (\text{II.10})$$

$P_{delay} = P_{cross}P_d$: La proportion de piétons quittant la cellule en traversant la route.

P_d : La probabilité qu'un piéton serait en retard quand il traverse la route.

$$\gamma = \lambda_H(1 - P'_f) / [\lambda_H(1 - P'_f) + \lambda_0(1 - B_0)] \quad (\text{II.11})$$

II.9.4- Modèle du trafic de Xie et de Kuek (omni et bi-Dimensionnel)

Ce modèle suppose une densité uniforme des utilisateurs mobiles dans toute la zone couverte et qu'un utilisateur est également se déplace a n'importe quelle direction pour atteindre la frontière de la cellule. D'après cette supposition, Xie et Kuek [25] ont prouvés que le taux des arrivées des Handover est :

$$\lambda_H = E[C]\mu_{c-dwell} \quad (\text{II.12})$$

Ou

$E[C]$ = le nombre moyen d'appels dans une cellule.

$\mu_{c-dwell}$ = le taux de partance d'utilisateurs mobiles.

Le temps moyen d'occupation du canal dans la cellule est:

$$\bar{T} = \frac{1}{\mu_c + \mu_{c-dwell}} \quad (\text{II.13})$$

II.9.5- Le modèle approximé de Zeng et al du trafic (sans dimension)

Le modèle de Zeng et al est basé sur le modèle de Xie et Kuek. Quand la probabilité de blocage des appels originaux et la probabilité de terminaison forcé du transfert sont minimales, le nombre moyen de canaux occupés $E[C]$ est donné par

$$E[C] \approx \frac{\lambda_0 + \lambda_{dwell}}{\mu} \quad (\text{II.14})$$

Où $1/\mu$ est le temps moyen d'occupation du canal dans la cellule.

Par conséquent, le taux des arrivées des Handovers est :

$$\lambda_H \approx \frac{\mu_{c-dwell}}{\mu_c} \lambda_0 \quad (\text{II.15})$$

II.10- Conclusion :

Dans ce chapitre, on a étudié le processus du Handover (HO) dans les réseaux cellulaires mobiles. La gestion du handover constitue un important défi à relever et détermine la performance de ces derniers. En effet, un appel d'un utilisateur fixe ou mobile doit être transféré d'une cellule à une autre lorsque l'appel en progrès ne peut bénéficier d'un canal de communication convenable dans la cellule à cause de la mobilité de l'utilisateur, ou pour des raisons de propagation. Le handover établit le transfert de liaison de communication du canal courant à un autre canal. Comme l'échec du handover est moins souhaitable que le rejet d'un nouvel appel, nous effectuons une étude mathématique poussée sur les différentes stratégies de priorité des requêtes de handover sur les nouveaux appels dans le chapitre suivant.

C

Chapitre III :

Modélisation mathématique

III.1- Introduction :

Dans le système mobile cellulaire, la terminaison forcée de l'appel est un évènement qui gêne les utilisateurs. Par conséquent, les concepteurs de système ont tendance à diminuer la probabilité d'avoir une terminaison forcée. Cette dernière est due à des erreurs de propagation et des échecs du Handover. Comme la terminaison forcée de l'appel établi est beaucoup moins souhaitable que le rejet d'une requête de nouvelle connexion, le réseau mobile doit assigner aux requêtes Handover une priorité supérieure aux requêtes de nouvelles connexions. Dans ce chapitre, on a fait une modélisation mathématique de plusieurs stratégies de priorité et non priorité.

III.2- Stratégie de non priorité « Non PrioritizedScheme NPS » :

III.2.1. Mécanisme :

Avec NPS, les appels Handover sont traités de la même manière que les nouveaux appels, comme illustre dans la figure III.1. C'est pourquoi la probabilité de blocage des appels handover est égale à celle des nouveaux appels [14].

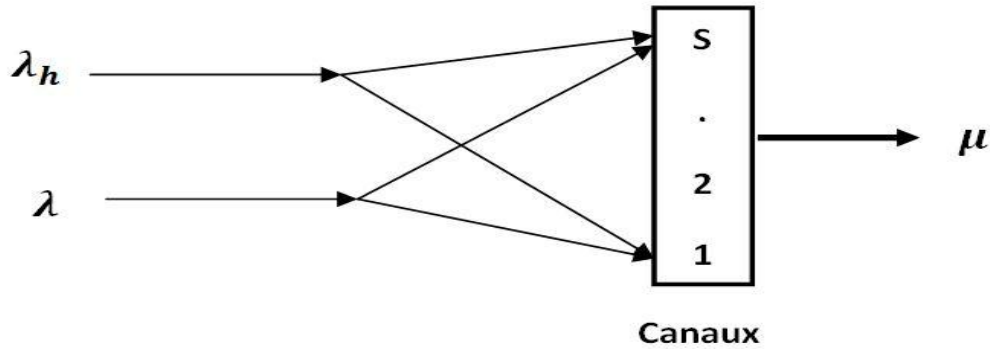


Fig III.1 : Processus d'arrivée des Requetes pour NPS.

III.2.2. Calcul analytique :

Dans tout ce qui suit, nous considérons que l'arrivée des nouveaux appels forme un processus de poisson avec une moyenne λ . L'intensité du processus de poisson des services est μ . L'arrivée des requêtes Handover forme un processus de poisson de moyenne λ_h . Si un mobile a un canal dans la cellule, le mobile reste dans la cellule pour un temps T_m avant qu'il ne quitte la cellule. On suppose que T_m est exponentiellement distribué de moyenne $1/\eta$. La durée de l'appel (de moyenne $1/\mu$) est égale au temps pendant lequel l'appel est en progression sans avoir subi une terminaison forcée à cause d'un échec du Handover. Si un canal a été alloué à un mobile, il sera libéré soit à la fin de l'appel soit à cause d'un Handover pour une cellule voisine. On considère que le temps de séjour dans la zone du Handover est négligeable, donc le temps d'occupation du canal est le minimum de la durée de l'appel. Nous désignons par:

- P_b : la probabilité qu'un nouvel utilisateur trouve tous les canaux occupés dans une cellule.
- P_h : la probabilité d'échec du Handover. C'est la probabilité qu'un appel Handover trouve tous les canaux occupés à son arrivée à la cellule voisine.
- P_f : la probabilité de terminaison forcée de l'appel. C'est la probabilité qu'un appel qui a été accepté par le système est interrompu à cause d'un échec du Handover.
- P_{nc} : la probabilité que l'appel soit incomplet. C'est la probabilité que l'appel soit bloqué (Nouvel appel) ou qu'il y ait une terminaison forcée de l'appel.

Le NPS est modélisé par un processus de Markov avec $s+1$ états où s est le nombre de canaux présents dans la cellule.

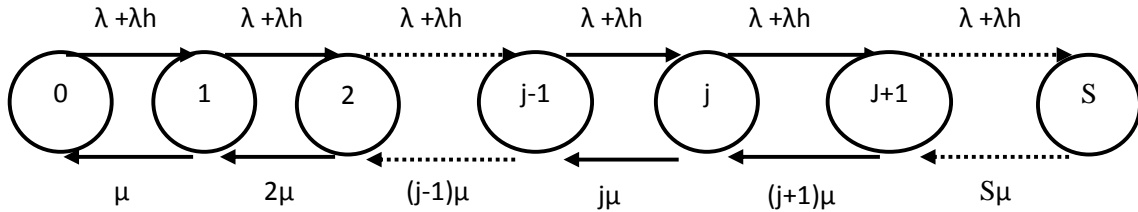


Fig III.2 :Diagramme d'état.

Les nouveaux appels et les appels Handover utilisent le s canal tant qu'ils sont libres.

Pour $0 \leq j \leq s$, le nouvel appel ou appel Handover utilise un canal. Si les s canaux sont occupés et si un appel vient, il sera alors bloqué.

Le NPS est modélisé par une file d'attente M/M/s/s [25]. Soit P_j la probabilité de l'état j . On démontre que :

$$P_j = \frac{\left(\frac{\lambda + \lambda_h}{\mu}\right)^j}{j!} \frac{1}{\sum_{k=1}^s \frac{\left(\frac{\lambda + \lambda_h}{\mu}\right)^k}{k!}} \tag{III.1}$$

La probabilité de blocage du Handover est égale à celle des nouveaux appels. $P_b = P_j$ pour $j=s$.

Nous aurons alors:

$$P_j = \frac{\left(\frac{\lambda + \lambda_h}{\mu}\right)^s}{s!} \frac{1}{\sum_{k=0}^s \frac{\left(\frac{\lambda + \lambda_h}{\mu}\right)^k}{k!}} \tag{III.2}$$

L'équation (III.2) est connue comme formule d'Erlang-B [25].

III.2.3. Organigramme de la Stratégie de non priorité :

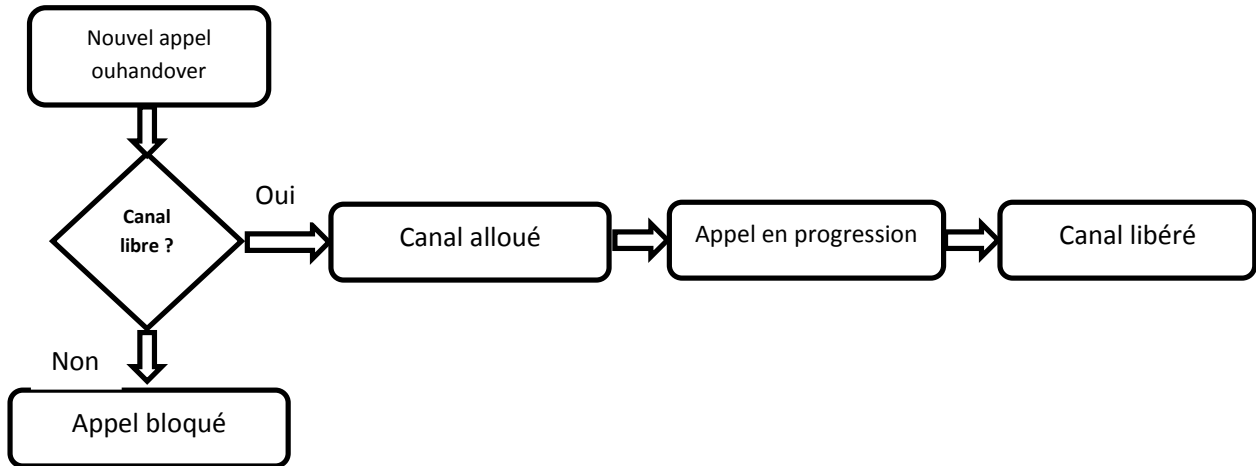


Fig III.3 :Organigramme de la Stratégie de non priorité.

III.3- Stratégie de priorité:

Plusieurs stratégies de priorité des appels handoversur les nouveaux appels ont été proposées, Ces stratégies réduisent l'échec du Handover tout en augmentant le blocage des nouveaux appels. Nous distinguons entre quatre stratégies de priorité :

- La Réserve des canaux de garde ou RCS (Reserved Channel Scheme).
- La mise en queue des requêtes Handover.
- La réservation des canaux de gardes avec la priorité du Handover
- La mise en queue des nouveaux appels et du Handover avec la réservation des canaux de gardes

Ces stratégies de priorité permettent d'améliorer les performances du réseau mobile contrairement au schéma standard connu sous le nom du "Non-PrioritizedScheme" ou NPS.

III.3.1-Technique de mise en queue des requêtes de Handover (Queuing PrioritySchemes) :

III.3.1.1. Mécanisme :

La technique de mise en queue des requêtes dehandover est une stratégie de priorité qui permet de réduire la probabilité de terminaison forcée des appels. Cette technique est basée sur

l'existence de l'intervalle de dégradation pendant lequel la station mobile traverse la région du handover. Durant cet intervalle de dégradation, la qualité de la communication se dégrade avec le déplacement du mobile. La station mobile génère une requête de handover et continue à être servie par la station de base courante. S'il n'y a pas de canaux libres dans la cellule voisine, la requête handover est insérée dans une file d'attente [26].

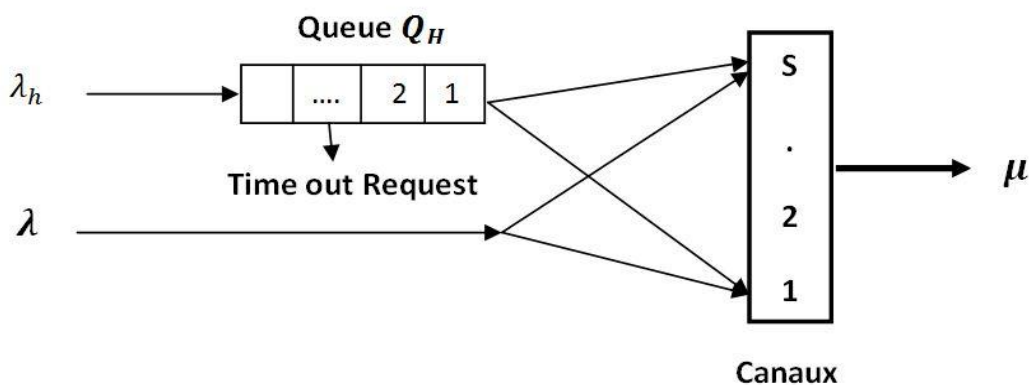


Fig. III.4 : la mise en queue des requêtes (handover et nouvel appel).

Avant d'étudier les performances de la technique de la mise en attente dans la queue des requêtes Handovers, on commence par évoquer la discipline de queue et la stratégie d'allocation de canaux utilisés dans cette technique [27].

- **Allocation de type FCA** « l'allocation fixe des canaux »

Un nombre de canaux est assigné en permanence à chaque cellule. Le même ensemble de canaux est assigné à une autre cellule à une distance D . La technique FCA implique que chaque appel est servi par un canal disponible appartenant à l'ensemble des canaux assignés à la cellule. Si on n'a pas de canaux disponibles, l'appel est perdu. Le nombre de canaux assignés est $S=M/K$ où M est le nombre de ressources et K le motif de réutilisation [6].

- **Disciplines de queue (FIFO) :**

Les requêtes de handover peuvent être servies selon la discipline (First in first out). Ainsi, la requête servie est la première qui entre dans la file [26].

III.3.1.2. Calcul analytique :

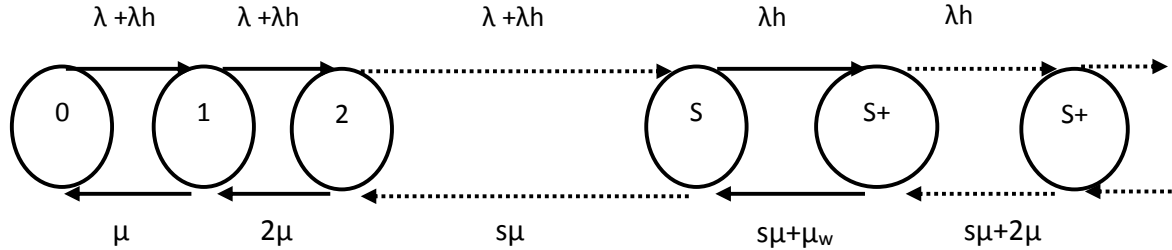


Fig. III.5 :Diagramme d'état QPS

Le temps d'attente maximal est approximé par une variable aléatoire sous forme exponentielle: t_{wmax} : Le temps maximal de séjour dans la file d'attente est donné par :

$$P_n = \begin{cases} \frac{(\lambda + \lambda_h)^n}{n! \mu^n} P_0 & 1 \leq n \leq s - 1 \\ \frac{(\lambda + \lambda_h)^s \lambda_h^{s-n}}{s! \mu^s \prod_{j=1}^{n-s} (s\mu + j\mu_w)} P_0 & n \geq s \end{cases} \quad (III.3)$$

Ou $\mu_w = 1/t_{wmax}$ (III.4)

$$P_0 = \left\{ \sum_{n=0}^{s-1} \left[\frac{(\lambda + \lambda_h)^n}{n! \mu^n} \right] + \sum_{n=s}^{\infty} \left[\frac{(\lambda + \lambda_h)^s \lambda_h^{s-n}}{s! \mu^s \prod_{j=1}^{n-s} (s\mu + j\mu_w)} \right] \right\}^{(-1)} \quad (III.5)$$

Les nouveaux appels sont bloques si tous les canaux disponibles dans la cellule sont occupés.

Donc on obtient P_b :

$$P_b = \sum_{n=s}^{\infty} P_n \quad (III.6)$$

On définit $P_{b2/n}$ la probabilité d'échec du Handover à l'état n [6].

$$P_{b2n} = 1 - \prod_{j=0}^{n-s} \left[1 - \frac{\mu_w}{(s\mu + \mu_w)^{2j}} \right] \quad (III.7)$$

Donc P_h est égale à :

$$P_h = \sum_{n=s}^{\infty} P_{b2n} P_n \quad (III.8)$$

III.3.1.3. Organigramme de la mise en queue des requêtes du Handover:

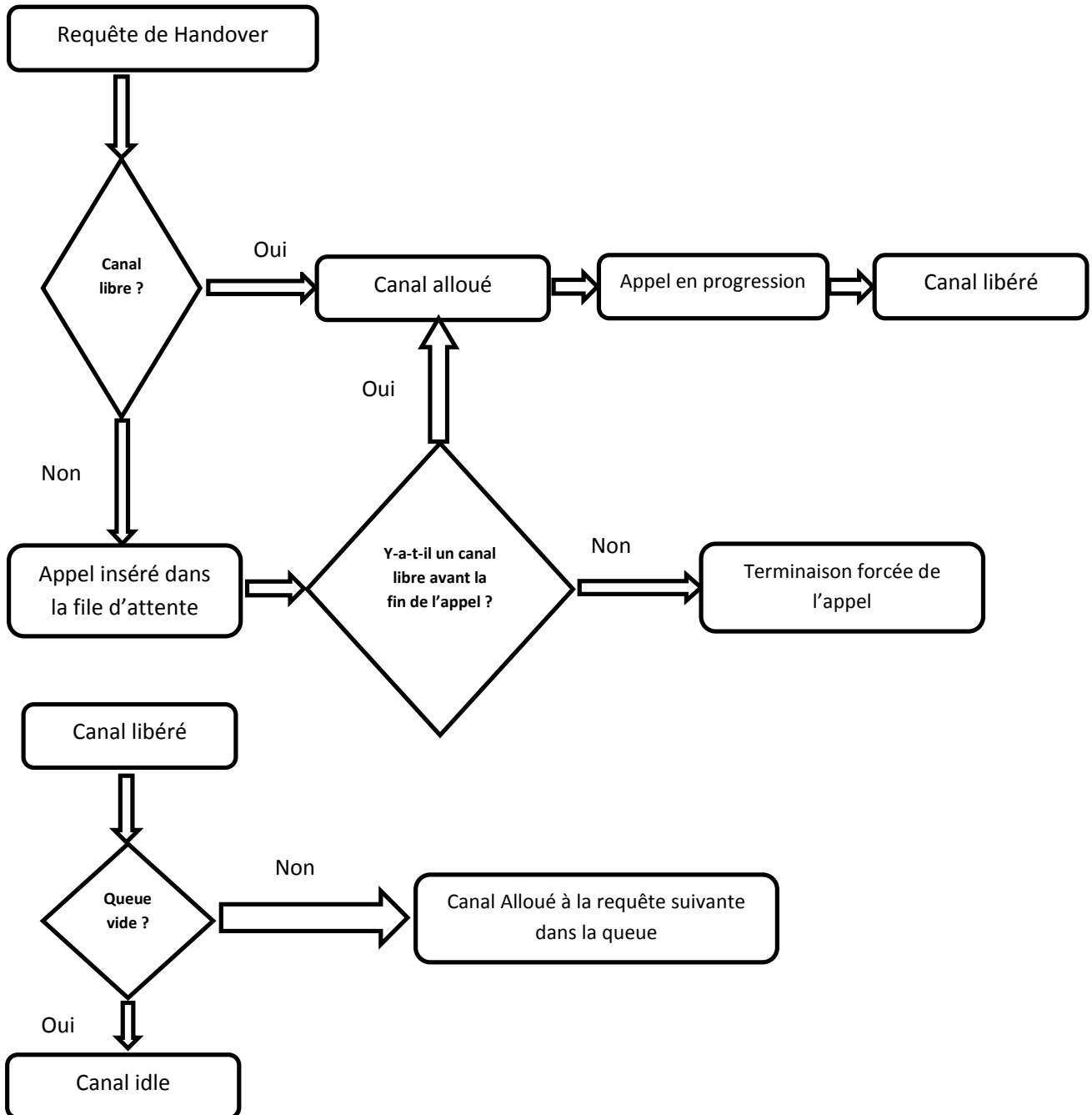


Fig III.6 :L'organigramme de la stratégie de priorité « Technique de mise en queue des appels du Handover ».

III.3.2 -La réservation des canaux de garde ou RCS (Reserved Channel Scheme) :

III.3.2.1. Mécanisme :

La stratégie RCS est une méthode simple qui consiste à réserver des canaux pour les requêtes de handover dans chaque cellule. Ainsi les canaux disponibles dans chaque cellule sont divisés en deux ensembles. Le premier ensemble de canaux est utilisé aussi bien par les nouveaux appels que par les appels handover. Le second ensemble de canaux est dédié aux requêtes de handover. Ces canaux réservés sont appelés canaux de garde [26].

L'utilisation des canaux de garde exige la détermination du nombre optimal de ces canaux, la connaissance du trafic et l'estimation du temps d'occupation de ces canaux.

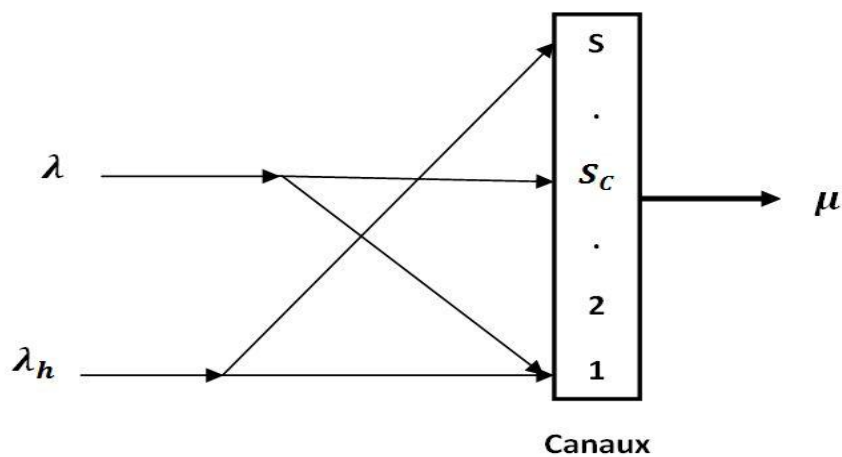


Fig III.7 :Processus d'arrivée des requêtes pour RCS.

III.3.2.2. Calcul Analytique :

Le diagramme d'état est décrit dans la figure ci-dessous [14]. Le RCS est modélisé par un processus de Markov avec $(s+1)$ états. Une différenciation doit être faite lorsque le nombre de canaux occupés est inférieur à n et lorsqu'il est compris entre s et n .

Soit P_j la probabilité d'état à l'état j (j serveurs occupés). Nous distinguons deux cas :

$$0 \leq j < n :$$

Le taux de transition de P_j à P_{j+1} est donné par $\lambda + \lambda_h$ et la transition de P_{j+1} à P_j est donnée par $(j+1)\mu$.

$n \leq j < s$:

Le taux de transition de P_j à P_{j+1} est donné par λ_h et la transition de P_j à P_{j+1} est donnée par $(j+1)\mu$ car les nouveaux appels ne sont pas établis s'il y a plus que n canaux occupés dans la cellule.

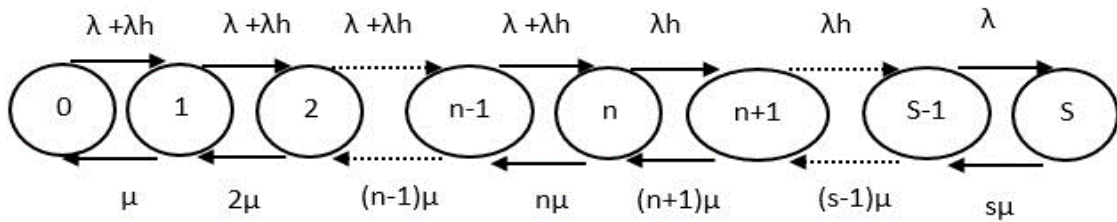


Fig III.8 : Diagramme d'état pour RCS.

$$\begin{cases} P_j = \frac{(\lambda + \lambda_h)^j}{j!} P_0 & 0 \leq j \leq n \\ P_j = \frac{1}{j!} \frac{(\lambda + \lambda_h)^n \lambda_h^{j-n}}{\mu^j} P_0 & n \leq j \leq s \end{cases} \quad (\text{III.9})$$

Ou

$$\sum_j P_j = 1 \quad (\text{III.10})$$

D'où

$$P_0 = \left[\sum_{j=0}^n \frac{(\lambda + \lambda_h)^j}{j!} + \sum_{j=n+1}^s \frac{1}{j!} \frac{(\lambda + \lambda_h)^n \lambda_h^{j-n}}{\mu^j} \right]^{(-1)} \quad (\text{III.11})$$

Soit $a = \frac{\lambda + \lambda_h}{\mu}$, $r = \frac{\lambda_h}{a\mu}$

La probabilité de blocage des nouveaux appels est donnée par:

$$P_b = \sum_{j=n}^s P_j = 1 - \sum_{j=0}^{s-n-1} P_j = 1 - \sum_j \frac{(a)^j}{j!} P_0 \quad (\text{III.12})$$

La probabilité de blocage du Handover est donnée par:

$$P_h = P_0 \frac{a^s}{s!} (1 - r)^n \text{ (III.13)}$$

III.3.2.3.L’organigramme de la stratégie de priorité RCS :

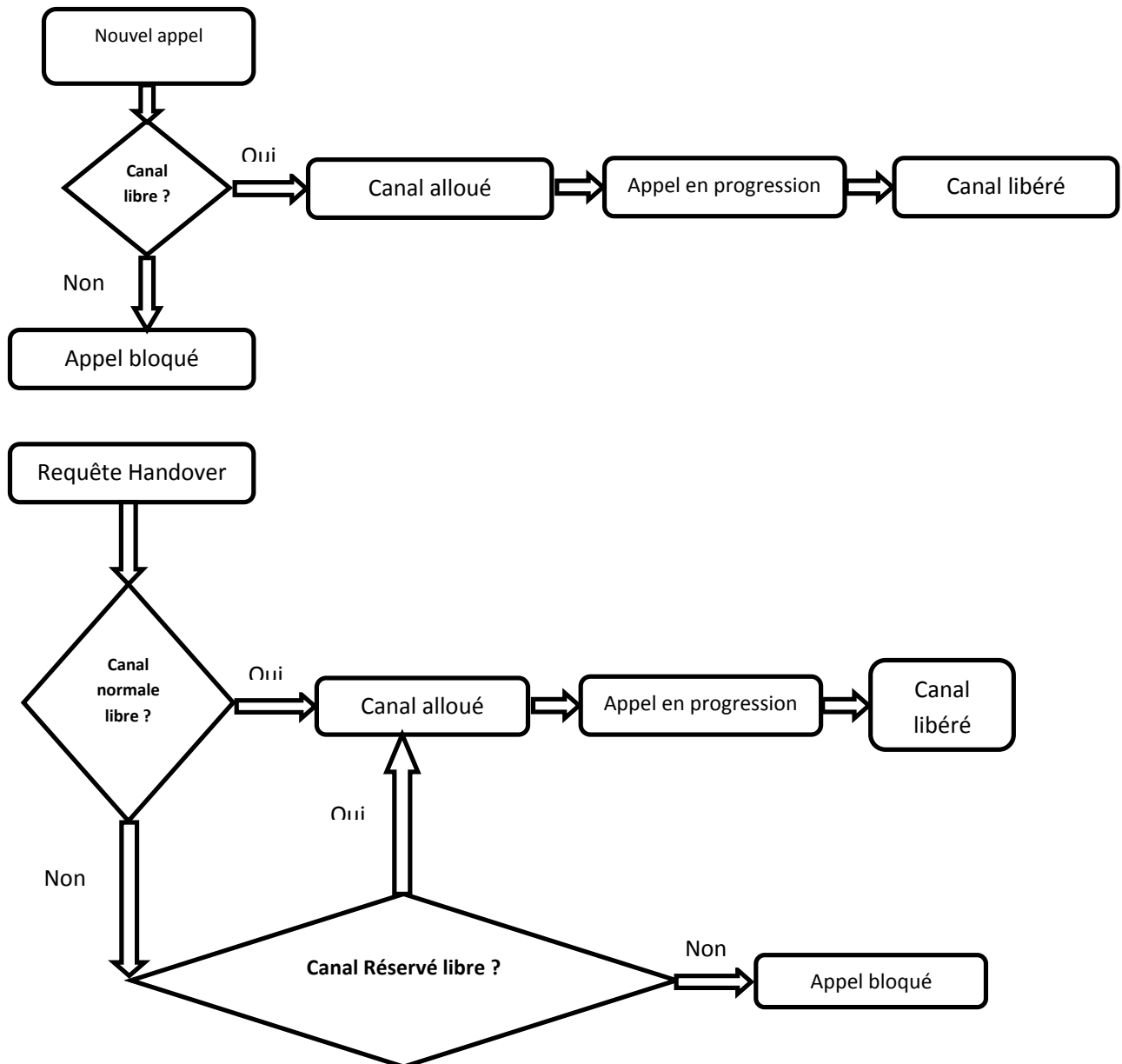


Fig III.9:L’organigramme de la stratégie de priorité «La réservation des canaux de gardes RCS».

III.3.3 -La réservation des canaux de gardes avec la priorité du Handover :

III.3.3.1. Mécanisme :

C'est une combinaison entre les deux techniques précédentes la mise en queue des requêtes du Handovers et la réservation des canaux de gardes réservés exclusivement pour les Handovers[25].

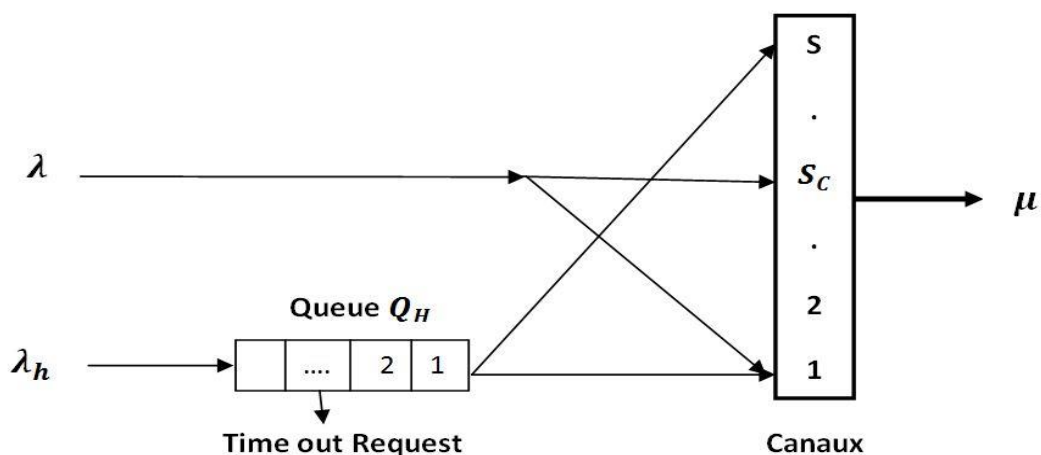


Fig III.10 :Processus d'arrivée des requêtes pour QPS+RCS.

III.3.3.2. Calcul Analytique :

Le diagramme de transition d'état est illustre par la figure suivante :

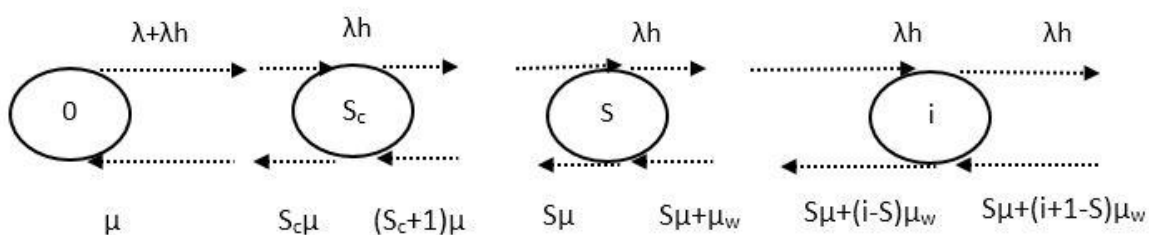


Fig III.11 : Diagramme d'état.

Les probabilités d'équilibre $P(i)$ sont reliées entre eux par les équations suivantes :

$$\begin{cases} i\mu P(i) = (\lambda + \lambda_h)P(i-1) & 0 \leq i \leq S_c \\ i\mu P(i) = \lambda_h P(i-1) & S_c \leq i \leq S \\ [S\mu + (i-S)(\mu_w)]P(i) = \lambda_h P(i-1) & S \leq i \leq \infty \end{cases} \quad (\text{III.14})$$

Donc on obtient P(i) :

$$\begin{cases} \frac{(\lambda + \lambda_h)^i}{i!\mu^i} P(0) & 0 \leq i \leq S_c \\ \frac{(\lambda + \lambda_h)^{S_c} \lambda_h^{i-S_c}}{i!\mu^i} P(0) & S_c \leq i \leq S \\ \frac{(\lambda + \lambda_h)^{S_c} \lambda_h^{i-S_c}}{s!\mu^s \prod_{j=1}^{i-S} (s\mu + j\mu_w)} P(0) & S \leq i \leq \infty \end{cases} \quad (\text{III.15})$$

Ou

$$P(0) = \left\{ \sum_{i=0}^{S_c} \frac{(\lambda + \lambda_h)^i}{i!\mu^i} + \sum_{i=S_c+1}^S \frac{(\lambda + \lambda_h)^{S_c} \lambda_h^{i-S_c}}{i!\mu^i} + \sum_{i=S+1}^{\infty} \frac{(\lambda + \lambda_h)^{S_c} \lambda_h^{i-S_c}}{s!\mu^s \prod_{j=1}^{i-S} (s\mu + j\mu_w)} \right\}^{-1} \quad (\text{III.16})$$

La probabilité de blocage des nouveaux appels est :

$$P_b = \sum_{i=S_c}^S P(i) \quad (\text{III.17})$$

La probabilité d'échec du Handover est :

$$P_h = \sum_{k=0}^{\infty} P(S+k) P_{fh/k} \quad (\text{III.18})$$

Ou $P_{fh/k}$ est une probabilité qu'une requête du Handover échouer après la rentrer dans la file d'attente en position $k+1$ et elle est donné par :

$$P_{fh/k} = 1 - \left(\frac{\mu_w}{\mu S + \mu_w} \right) \prod_{i=1}^k \left\{ 1 - \left(\frac{\mu_w}{\mu S + \mu_w} \right) \left(\frac{1}{2} \right)^i \right\} \quad (\text{III.19})$$

On peut dire que cet arrangement est équivalent au $S_c = S$.

III.3.3.3.L’organigramme de la réservation des canaux de gardes avec la priorité du Handover:

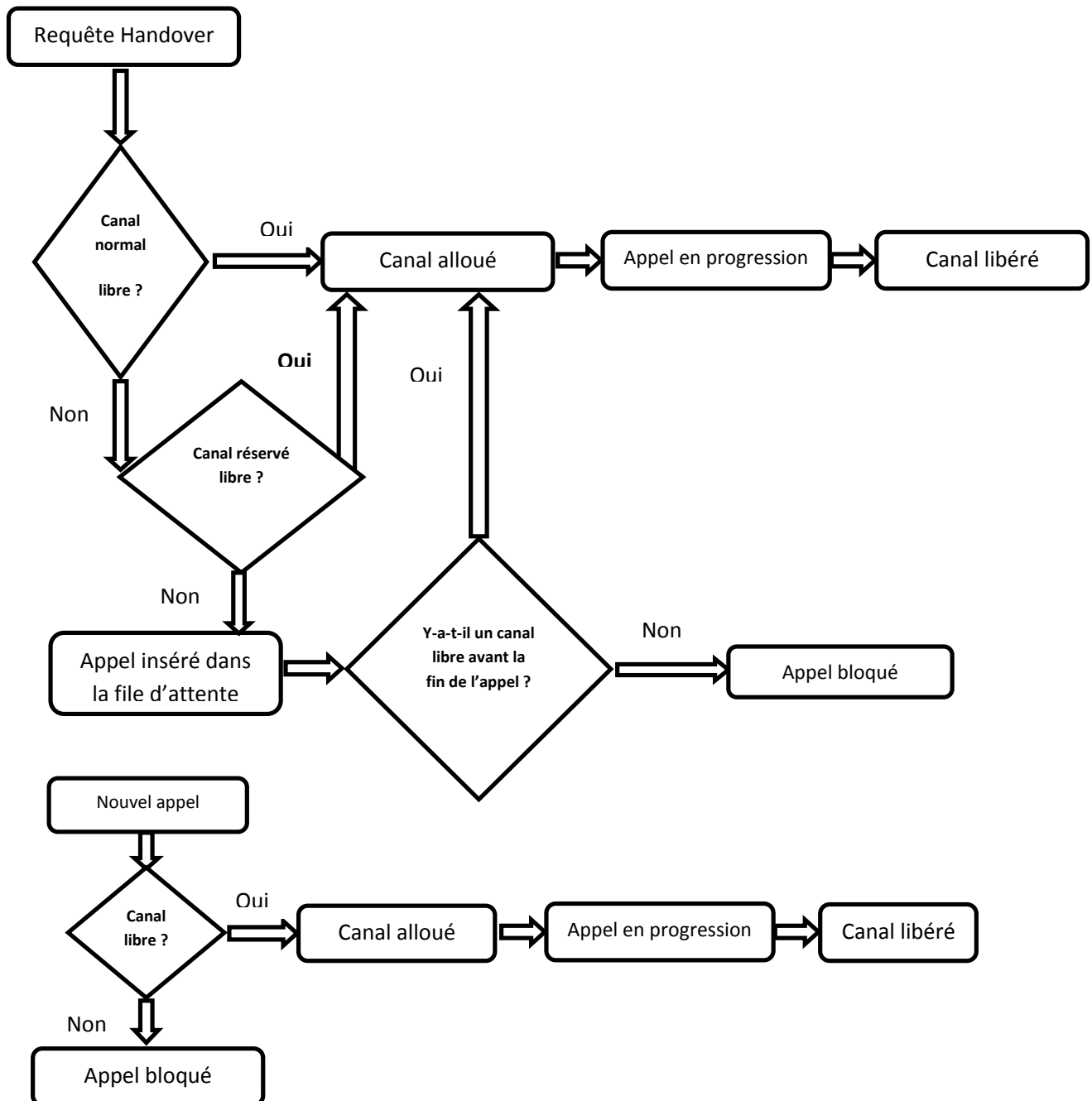


Fig III.12:L’organigramme de la stratégie de priorité «la réservation des canaux de gardes avec la priorité du Handover».

III.3.4 - La mise en queue des nouveaux appels et du Handover et la réservation des canaux de gardes :

III.3.4.1. Mécanisme :

Nous considérons un système avec un nombre n de cellules[14], chaque cellule comporte S canaux, et on considère deux files d'attente Q_H et Q_O pour les Handovers et les nouveaux appels, respectivement (figure III.13). Les capacités de Q_H et de Q_O sont M_H et M_O , respectivement. Une requête de handover est insérée dans Q_H s'il ne trouve aucun canal libre.

D'autre part, un nouvel appel est inséré dans Q_O s'il trouve les canaux disponibles inférieure ou égal à $(S - S_c)$, sinon l'appel sera bloqué. Une requête de Handover placée dans la file d'attente est bloquée quand elle sort de la queue avant d'obtenir le service (terminaison forcée).

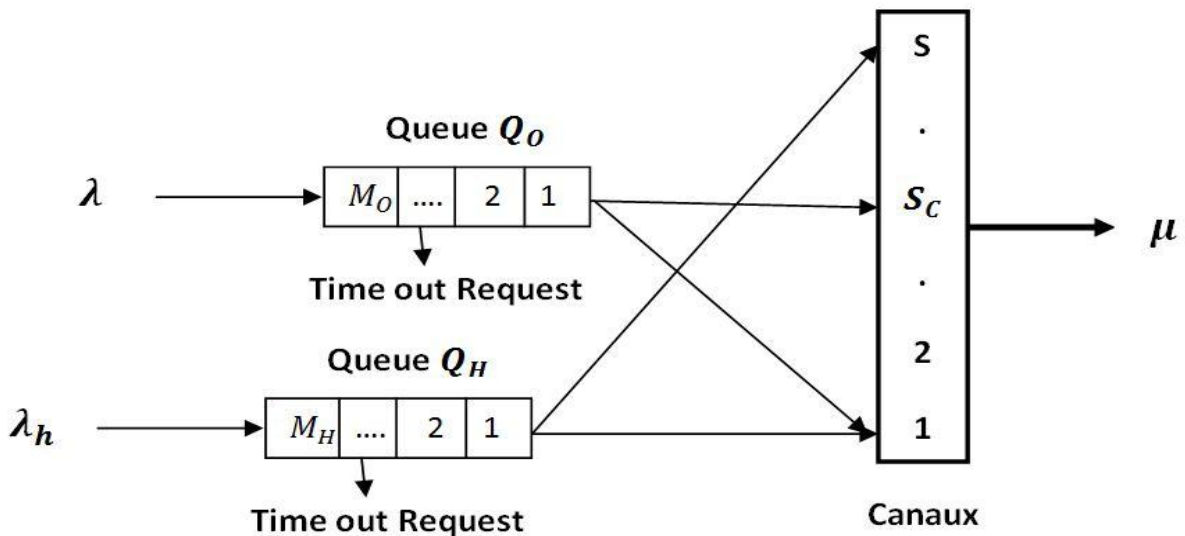


Fig III.13 :Processus d'arrivée des requêtes pour QPS (h+N) +RCS (h).

La capacité M_H de la file d'attente Q_H est assez grande de sorte que la probabilité de blocage du Handover peut être négligeable.

III.3.4.2. Calcul Analytique :

Le diagramme de transition d'état est donné par la figure (III.14).

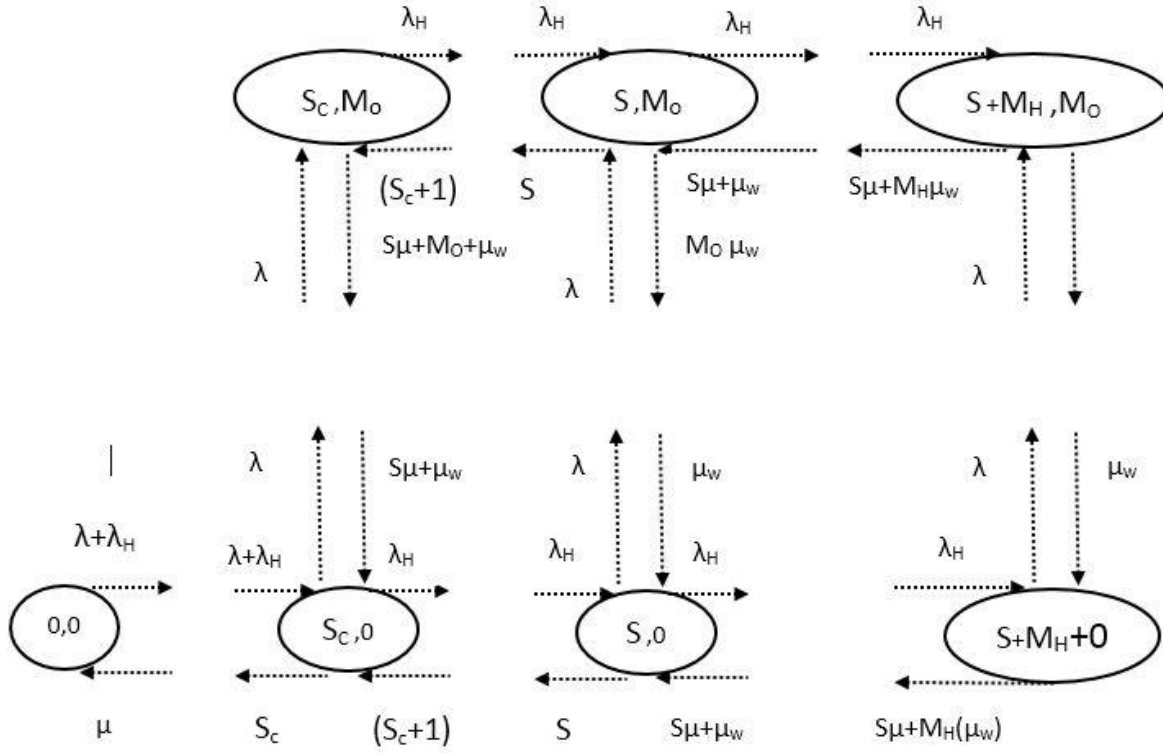


Fig III.14 : Diagramme d'état.

Nous considérons le cas pour $M_0 = 0$. Le diagramme bidimensionnel d'état de transition devient unidimensionnel ($j = 0$). Par conséquent, les probabilités d'état peuvent facilement être obtenues comme suit:

$$\begin{cases} \left(\frac{a^i}{i!} P(0,0) \right) & 0 \leq i \leq S_c \\ \left(\frac{a}{b} \right)^{S_c} \frac{b^i}{i!} P(0,0) & S_c \leq i \leq S \\ \left(\frac{a}{b} \right)^{S_c} \frac{b^i}{S! \prod_{j=1}^{i-S} (S+jh)} P(0,0) & S+1 \leq i \leq S+MH \end{cases} \quad (III.20)$$

Ou

$$a = \frac{\lambda + \lambda_h}{\mu}, \quad b = \frac{\lambda_h}{\mu} \quad \text{et} \quad h = \frac{\mu_c + \mu_{h-dwell}}{\mu}$$

$$P(0,0) = \left\{ \sum_{i=0}^{S_c} \frac{a^i}{i!} + \left(\frac{a}{b} \right)^{S_c} \sum_{i=S_c+1}^S \frac{b^i}{i!} + \frac{\left(\frac{a}{b} \right)^{S_c}}{S!} \sum_{i=S+1}^{S+MH} \frac{b^i}{\prod_{j=1}^{i-S} (S+jh)} \right\}^{-1} \quad (III.21)$$

ET

$$\lambda_h = E[C]\mu_{c-dwell} = \mu_{c-dwell} \sum_{i=1}^S iP(i, 0) \text{ (III.22)}$$

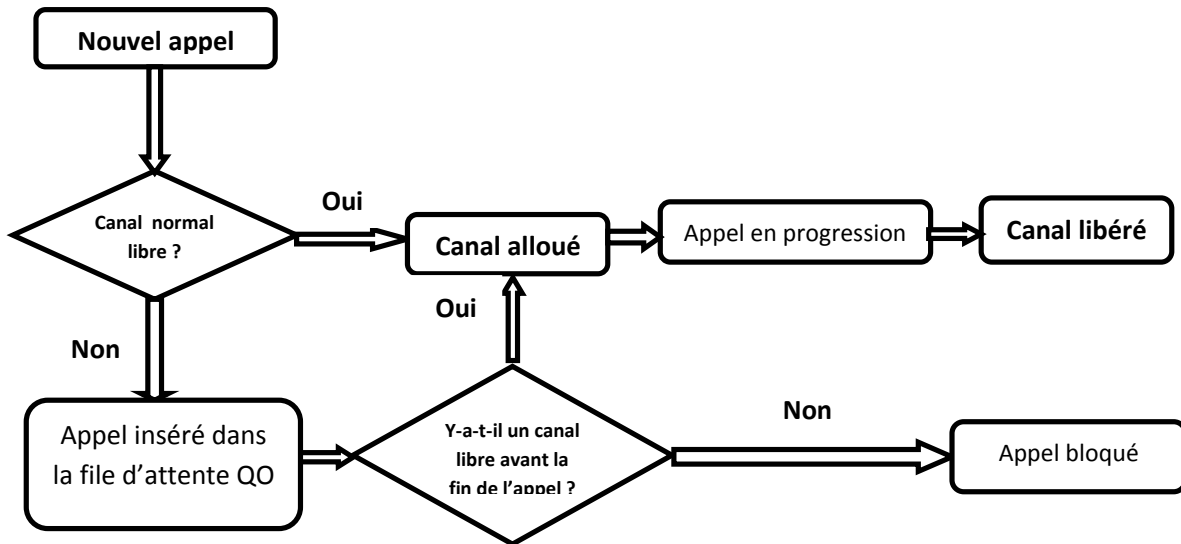
Par conséquent, la probabilité de blocage P_b des nouveaux appels est :

$$P_b = \sum_{i=S_c}^{S+MH} P(i, 0) = \left[\frac{a^{S_c}}{S_c!} + \left(\frac{a}{b}\right)^{S_c} \sum_{i=S_c+1}^S \frac{b^i}{i!} + \frac{\left(\frac{a}{b}\right)^{S_c}}{S!} \sum_{i=S+1}^{S+MH} \frac{b^i}{\prod_{j=1}^{i-S} (S+jh)} \right] \text{ (III.23)}$$

La longueur moyenne L_H de la file d'attente QH est :

$$L_H = \sum_{i=S_c}^{S+MH} (i - S)P(i, 0) \text{ (III.24)}$$

III.3.4.3.L'organigramme de la stratégie de La mise en queue des nouveaux appels et du Handover avec la réservation des canaux de gardes:



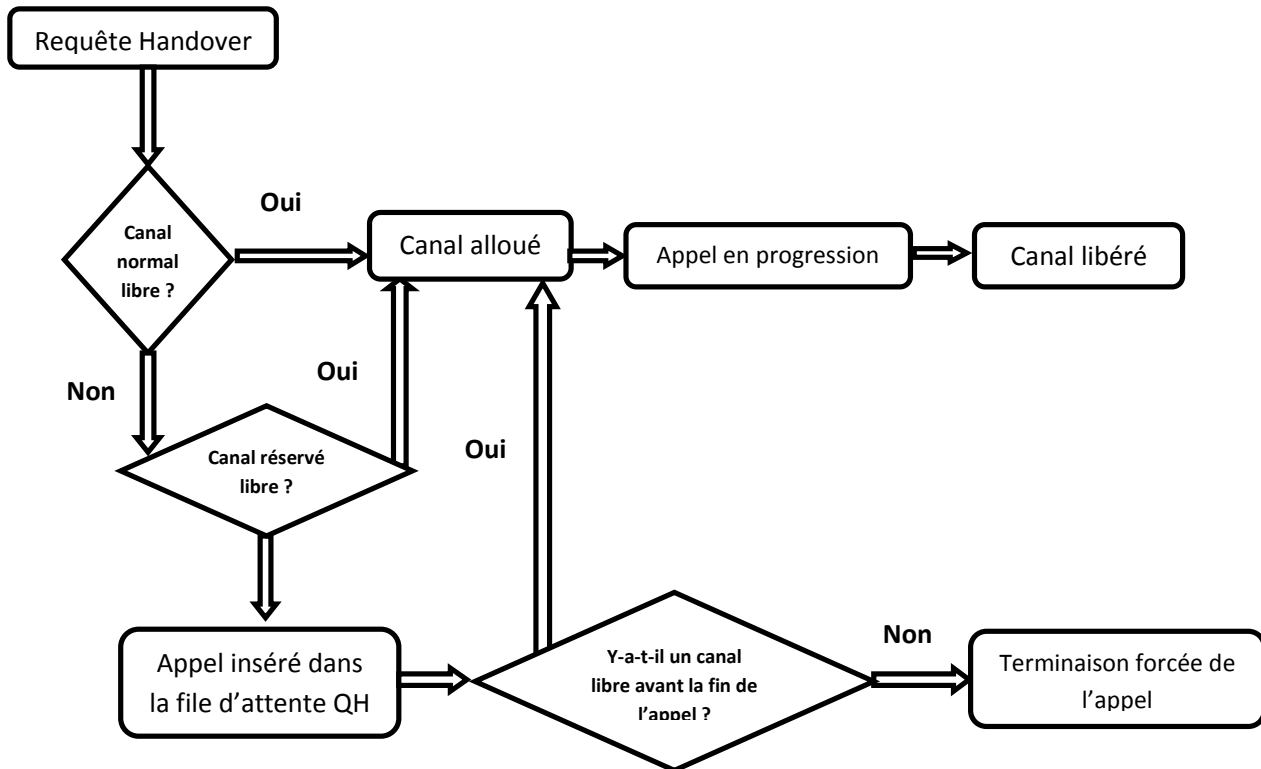


Fig III.15:L'organigramme de la stratégie de priorité

«La mise en queue des nouveaux appels et du Handover et la réservation des canaux de gardes».

III.4.Conclusion :

Dans ce chapitre, on a vu une modélisation mathématique des différentes méthodes de la gestion des différentes requêtes de service (nouveau et handover) pour les systèmes utilisant un seul type de trafic.. Ces méthodes sont résumées dans les deux cas suivants :

- Une requête de Handover est servie sans priorité (Non PrioritizedScheme : NPS)
- Une requête de Handover est servie avec priorité par rapport aux nouveaux appels (PrioritizedScheme : PS).

Chapitre IV:

Résultats de la simulation

IV.1 – Introduction :

Dans ce chapitre. Nous allons aborder l'idée d'utiliser une file d'attente pour chaque transmetteur (TRX) de la cellule, avec la stratégie de réservation des canaux de garde exclusivement pour les requêtes de Handover. Ainsi, nous allons faire une comparaison entre les deux modèles du trafic Hong et Rappaport et le modèle de Zeng et al.

Les résultats de simulation concernent les trois techniques suivantes :

Le Modèle d'une seule file d'attente avec une priorité FIFO.

Le Modèle multi-files d'attente avec une priorité FIFO.

Le Modèle multi-files d'attente avec une priorité montante.

IV.2 - Le Modèle multi-files d'attente :

Dans [7] [8] [29], les auteurs ont supposé qu'il existe trois transmetteurs différents (TRX) par cellule, couvrant la même zone géographique. Ces trois TRX ont un certain nombre de canaux assignés exclusivement pour les appels de handover et ont également une file d'attente pour les tentatives de handover, alors qu'il n'y a pas de file d'attente similaire pour les nouvelles tentatives d'appel. Les trois files d'attente de la même taille, et chaque TRX possède le même nombre de canaux de garde. Ainsi, les auteurs ont considéré que le modèle classique (une file d'attente par cellule) a un rapport c_h/c de canaux qui sont affectés exclusivement aux appels de handover parmi l'ensemble des canaux disponibles dans la cellule, et k positions dans la file d'attente, alors que dans le modèle proposé, chaque TRX aurait $c_h/3$ canaux affectés exclusivement aux appels de handover et $k/3$ positions dans chaque file d'attente, comme illustre dans la figure IV.1.

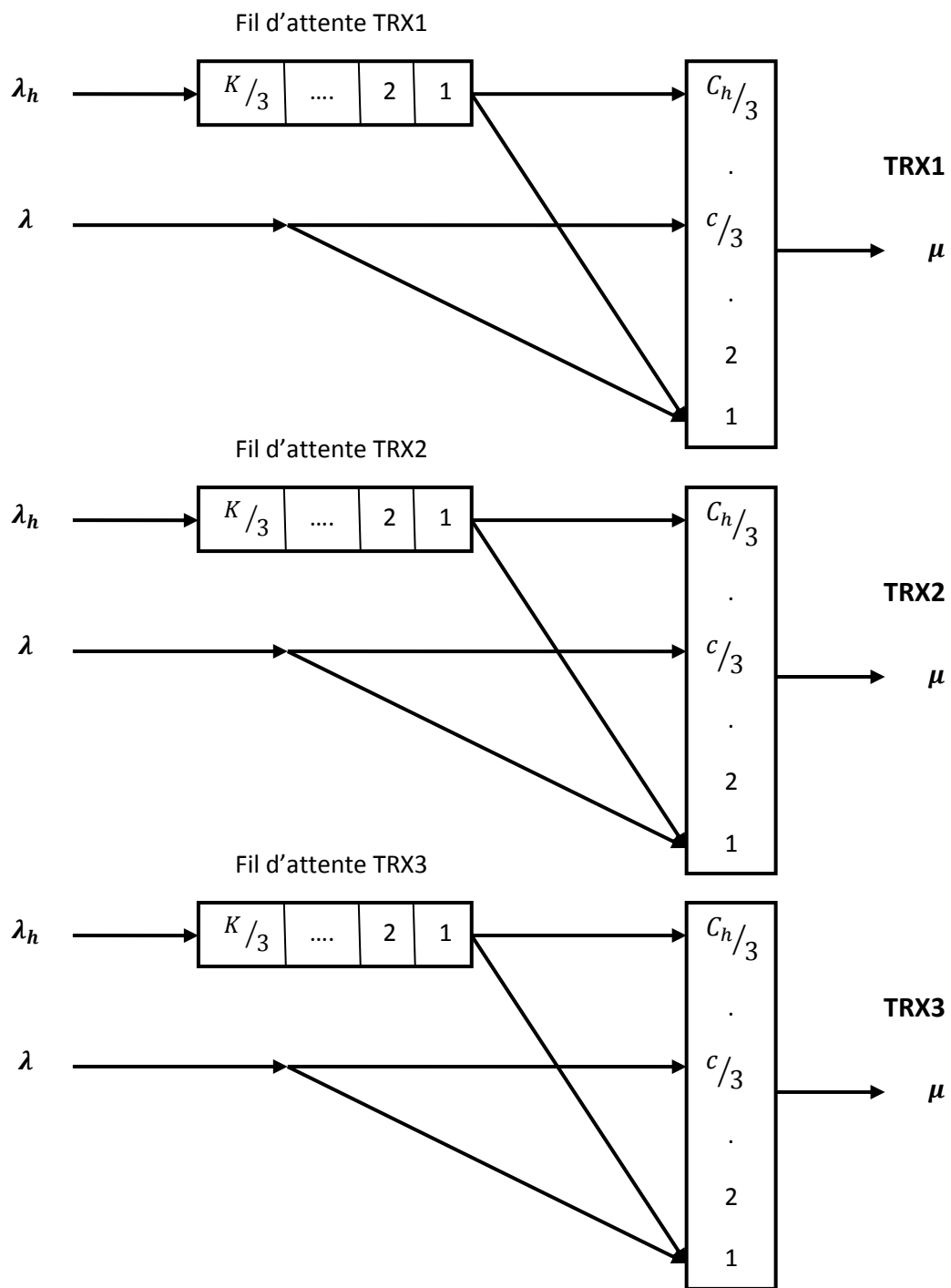


Fig IV.1 : Le Modèle multi-files d'attente.

Chaque nouvel appel et tentative de handover sont servis au hasard par l'un des trois TRX jusqu'à ce que tous les canaux C de la cellule soient occupés. À partir de cela, chaque nouvel appel est bloqué, tandis que chaque tentative de handover entre en séquence dans n'importe quelle file d'attente du système.

Par conséquent, la probabilité de blocage d'un nouvel appel P_b est égal au produit de

Probabilités de blocage des trois TRX, donnée par l'équation (IV.1).

$$P_{B_{new}} = \sum_{J_1=C-C_H}^{c+k} P_{J_1} \cdot \sum_{J_2=C-C_H}^{c+k} P_{J_2} \cdot \sum_{J_3=C-C_H}^{c+k} P_{J_3} \quad (IV.1)$$

$$P_{B_{new}} = P_{B_1} \cdot P_{B_2} \cdot P_{B_3} \quad (IV.2)$$

La Probabilité d'échec du handover est donnée par :

$$p_h = \frac{(K+1)\mu_Q}{C\mu_h + (K+1)\mu_Q} \quad (IV.3)$$

IV.3 - Le Modèle multi-files d'attente avec une priorité montante :

Dans Le modèle précédent, la discipline de queue est supposé FIFO (c.-à-d.les requêtes de Handover sont mises en queue suivant leur ordre d'arrivée), cependant les utilisateurs mobiles se déplacent avec des vitesses différentes, (c'est-à-dire qu'ils accélèrent et ralentissent).

Dans ce travail, on propose un ajustement du modèle précédent en faisant remplacer la file d'attente de type fifo par une file d'attente ayant une priorité montante dont le principe est le suivant :

Si tous les canaux d'une cellule sont occupés, les appels arrivants à cette cellule seront tout simplement bloqués, pendant que les requêtes de handover sont mises en file d'attente avec une priorité dynamique. Plus haute priorité (occupent la tête de la file d'attente) réservée aux MS ayant un temps résiduel le plus court, par contre, celui ayant un long temps résiduel ont une priorité basse (occupent la fin de la file d'attente). Le temps résiduel est mesuré de façon continue, et la priorité d'un MS change dynamiquement en fonction du temps d'attente dans la queue.

Pour le modèle classique (une seule file d'attente), nous supposons un total de 21 canaux Par cellule ($C = 21$) avec trois canaux de garde par cellule, nous supposons

également une seule file d'attente disponible avec six positions ($K = 6$). pour ce qui est de deux modèles utilisant trois files d'attente par cellule ; une file par TRX, nous supposons que chaque TRX a un total de sept Canaux ($C = 7$) avec un seul canal de garde pour les requêtes de handover et une file d'attente avec deux positions ($K = 2$).

IV.4 - Résultats de simulation :

Les paramètres suivants sont introduits pour évaluer les performances du système:

- 1 - probabilité de blocage pour les nouvelles tentatives d'appel P_b .
- 2 – probabilité d'échec de handover P_h .

Les résultats sont évalués pour une stratégie d'allocation de type FCA en supposant que:

- l'arrivée de nouveaux appels λ , et les requêtes de handover forment un processus de poisson avec une moyenne λ_h . λ et λ_h sont reliés entre eux par la relation suivante :

$$\lambda_H \approx \frac{\mu_{c-dwell}}{\mu_c} \lambda \tag{IV.4}$$

Ou $\mu_{c-dwell} = \mu_w = 1/t_{wmax}$ est le temps de séjour dans la file d'attente.

- la durée d'appel est exponentiellement distribuée avec une moyenne de 3 minutes,
- Le temps d'expiration de l'intervalle de dégradation est exponentiellement distribué
- les appels bloqués sont perdus, et aucune tentative de rappel ne sera prise en compte.
- Le système a un total de 21 canaux disponibles par cellule (7Canauxparchaque TRX),avec 3 canaux de garde par cellule (1canal dans chaque TRX).
- La longueur de la queue est 6 files par cellule (2 files par chaque TRX).
- les résultats de la simulation sont pris après 10,000 secondes.

IV.4.1 - Discussion des résultats

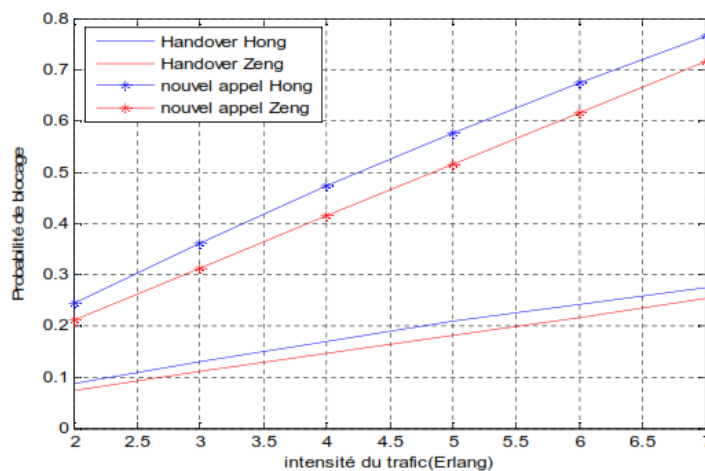


Fig IV.2 : comparaison entre les deux modèles de trafic.

Les résultats obtenus, dans la figure IV.2 présentent la probabilité de blocage des nouveaux

appels et la probabilité d'échec du Handover en fonction de l'intensité du trafic pour les deux modèles du trafic Hong et Rappaport et le modèle de Zeng et al. Nous remarquons que le modèle de Zeng et al du trafic assure la meilleure performance pour la probabilité d'échec du Handover par rapport au deuxième modèle.

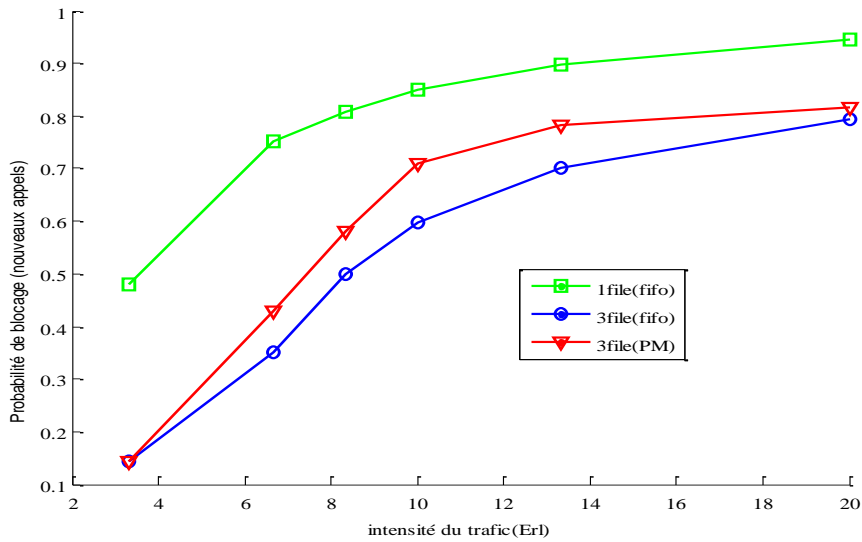


Fig IV.3 : probabilités de blocage des nouveaux appels pour les 3cas.

La figure IV.3 montre la probabilité de blocage de nouveaux appels en fonction de l'intensité du trafic. On remarque que la probabilité de blocage de nouveaux appels est importante pour la technique d'une seule file d'attente avec la discipline fifo, et diminue d'une manière importante pour les deux technique 3files (fifo) et 3files (PM), cette diminution s'améliore pour le modèle 3files (fifo).

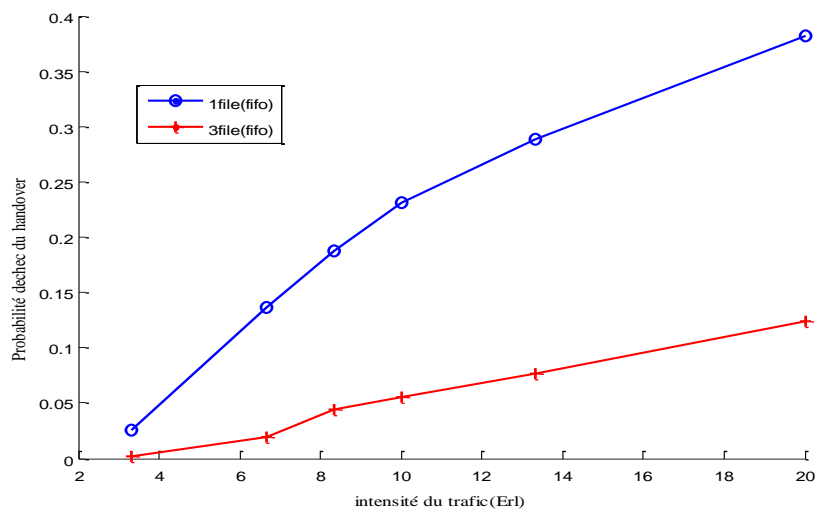


Fig IV.4 : probabilité d'échec du handover pour le modèle simple et le modèle de 3files.

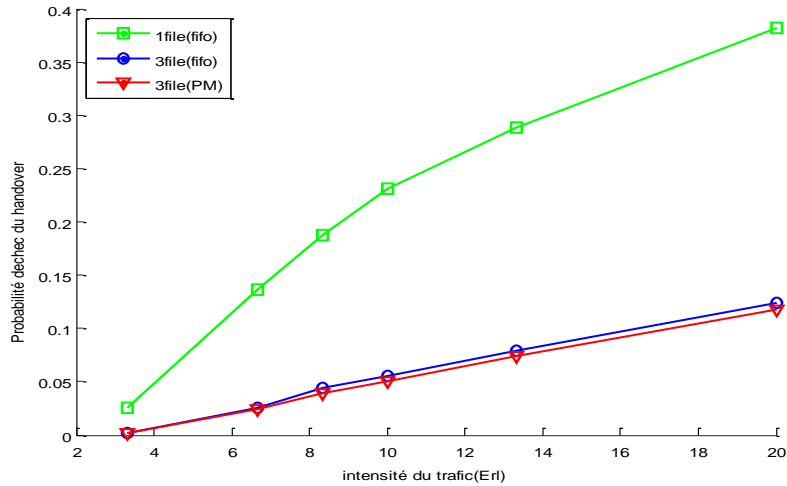


Fig IV.5 : probabilité d’échec du handover pour le modèle classique et le modèle de 3files.

Pour ce qui est de la Probabilité d’échec de requêtes de Handover, les figures 4 et 5 montrent que les techniques 3files (Fifo) et 3 files (PM) donnent la meilleure réduction de la probabilité d’échec du Handover par rapport au modèle classique utilisant une seule file d’attente.

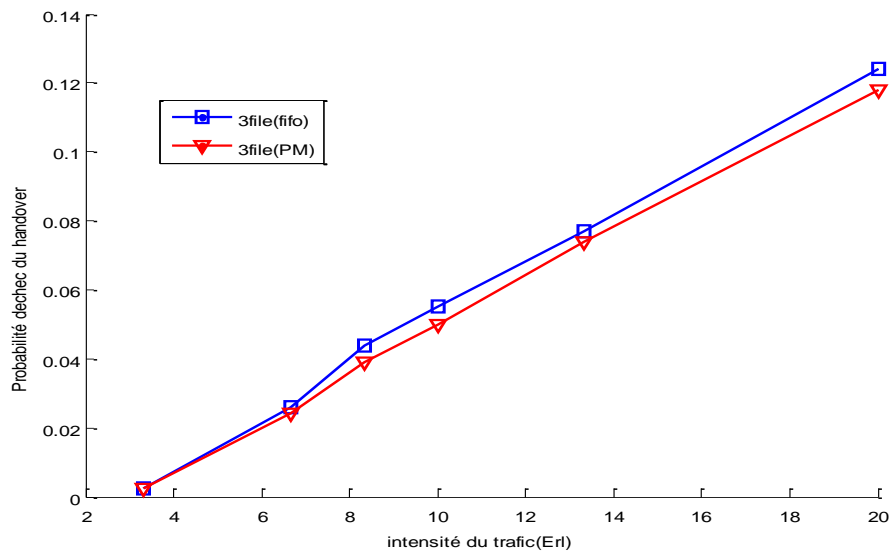


Fig IV.6: probabilité d’échec du handover pour le modèle 3files (Fifo) et 3 files (PM).

La figure IV.6 montre la probabilité d’échec du Handover (termination forcée), en fonction de l’intensité d’arrivée d’appels, d’après cette figure, on remarque que le modèle utilisant la discipline de priorité montante assure une certaine réduction de la probabilité d’échec du Handover, cette réduction devient importante surtout lorsque la densité d’arrivée d’appels augmente.

IV.5 - Conclusion :

Dans ce chapitre, La réduction de la probabilité de terminaison forcée d'appel en cours par suite de l'échec de handover était notre objectif, la technique proposée, qui considère la discipline dynamique pour mettre en file d'attente les requêtes de handover, basée sur la mesure du temps résiduel de l'utilisateur au sein de la zone de handover, a été simulée. Ainsi, que la stratégie d'allocation de canaux de type FCA a été prise en considération. Une comparaison avec le modèle utilisant 3file d'attente pour chaque cellule suivant la discipline fifo a également été faite pour mettre en évidence les meilleures performances de la technique proposée. En outre, les résultats obtenus dans cette section montrent que la technique proposée offre une meilleure réduction dans la probabilité de terminaison forcée de l'appel en cours.

C Conclusion Générale

Le Handover (ou transfert automatique intercellulaire/intracellulaire) est une fonction qui permet d'assurer la continuité de communication entre le terminal mobile et le réseau. Il joue en effet un rôle très important dans la qualité de service offerte à l'abonné. Donc, globalement, le Handover est l'une des procédures critiques de la communication dans les réseaux mobiles. La gestion de ce mécanisme doit être paramétrée de manière appropriée dans le but de maintenir la communication de ses utilisateurs, et donc de garantir un niveau acceptable de qualité de service.

Dans ce travail, après avoir donné un aperçu sur les réseaux cellulaires mobiles : GSM GPRS UMTS et LTE, nous avons étudié ensuite le mécanisme du Handover. L'évaluation de la probabilité d'échec du Handover était notre but dans ce mémoire. Nous avons étudié les deux différentes techniques qui ont été préalablement proposées. Ces techniques concernent en fait la gestion des requêtes de Handover pour les systèmes utilisant un seul type de trafic (voix ou données). Les deux méthodes sont :

- Une requête de Handover servie sans priorité (Non Prioritized Scheme :NPS)
- Une requête de Handover servie avec priorité par rapport aux nouveaux appels (Prioritized Scheme : PS).

Dans ce mémoire, en premier lieu, nous avons fait une comparaison des performances entre le modèle de trafic proposé par Hong et rapport avec l'autre modèle proposé par Zeng et al. La réduction de la probabilité de blocage du Handover est par conséquent beaucoup mieux dans le deuxième modèle.

En second lieu, nous avons étudié les techniques de gestion de handover dans le but de réduire la probabilité de terminaison forcée d'appel en cours. La stratégie d'allocation fixe des canaux (FCA) est adoptée pour les résultats de la simulation.

Trois modèles sont étudiés. Le premier modèle est le modèle classique, Nous utilisons une seule file d'attente avec une priorité FIFO, dans le deuxième modèle, nous utilisons des

Conclusion Générale

multi-files d'attente avec une priorité FIFO. Et dans le troisième modèle, nous utilisons des multi-files d'attente avec une priorité dynamique

Le modèle proposé, qui considère 3 files d'attente pour chaque cellule et la mise en queue dynamique des requêtes de handover basée sur la mesure du temps résiduel de l'utilisateur dans la région de handover a été simulé et comparé à d'autres modèles, les résultats obtenus montrent que le modèle proposé offre une meilleure réduction dans la probabilité de blocage des nouveaux appels et requêtes de handover à la fois que les deux autres modèles.

Finalement, Nous concluons que le modèle multi-files d'attente avec une priorité montante donne une meilleure qualité de service (QOS) pour les appels de Handover.

Références Bibliographiques

- [1] TONYE.E et EWOUSSAOUA.L, “Planification et Ingénierie des Réseau de Télécoms ”, mémoire pro 2 de télécommunication, Université de Yaounde I, Cameroun, 2011.
- [2] B. Jabbari, “ Teletraffic aspects of evolving and next-generation wireless communication networks,” IEEE Pers. Commun. , vol. 3, Dec.1996, pp. 4–9.
- [3] N. D. Tripathi, J. H. Reed and H. F. Vanlandingham, “Handoff in cellular systems” IEEE Pers. Commun., Dec. 1998, pp. 26-37
- [4] Abdelali Achachi, Djamel Benatia, Messaoud Gareh”Satellite Handover Techniques for LEO Networks Serving Air Traffic Control Communication”International Journal of Future Generation Communication and Networking” vol 7(2014) pp 49-62
- [5] Nour El Houda Hedjazi, Malika Ouacifi, Rachida Bouchouareb, Meriem Ourghi, Messaoud Gareh, Djamel Benatia”The Handover in the Constellations of Satellites in Low Orbit”International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 41, April, 2012 pp.39-48
- [6] E. D. Re, R. Fantacci, and G. Giambene, “Handover queuing strategies with dynamic and fixed channel allocation techniques in low earth orbit mobile satellite systems”, IEEE Trans. Commun, vol. 47, issue 1, (1999) Jan, pp. 89–102.
- [7] S. Louvros , J. Pylarinos, S. Kotsopoulos “Handoff multiple queue model in microcellular networks” Computer Communications vol30 ,2007,pp396-403
- [8] Geetanjali Sharma, G.N. Purohit and Rakhee “Analysis of Multiple Queue Model in Cellular Networks with Sub Rating of Channels” JKAU: Eng. Sci., Vol. 23 No. 1, pp: 85-128 (2012).
- [9] B.Hadjer, S.Riyad , “Etude des performances des reseaux 4g (LTE)”, Mémoire de Master en Télécommunication, Université de Tlemcen, Algérie, 2013.
- [10] I.Farik, “Géolocalisation d’un mobile par mesure d’atténuation (application au filtrage particulière)”, Mémoire de Master en Télécommunication, Université Mohamed Khider Biskra, Algérie, Juin 2014.
- [11] BENHAMIDOUCHE.S, “Evaluation de la probabilité d’échec du handover pour les différents modèles du trafic”, Mémoire de Master en Télécommunication, Université de M’SILA, Algérie, 2012.
- [12] Réseau de téléphonie mobile , [https://fr.wikipedia.org/wiki,Mai 2017](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mai_2017).
- [13] LTE(réseaux mobiles), [https://fr.wikipedia.org/wiki,Mai 2017](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mai_2017).
- [14] Q. A. Zeng and D. P. Agrawal, “Handoff in wireless mobile networks,” Department of Electrical Engineering and Computer Science, University of Cincinnati, Edited by Ivan Stojmenovic, John Wiley & Sons, Inc, 2002.
- [15] S. DJIDEL, “Gestion de la mobilité radio dans une constellation de satellite basse orbite (LEOs)”, Mémoire de Master en Electronique, Université de M’SILA, Algérie, 2012.
- [16] N. Efthymiou, Y.F. Hu, A. Properzi and R.E. Sheriff, “Inter-segment handover algorithm for an integrated terrestrial/satellite-UMTS environment,” 9thIEEE International Symposium on Personal Indoor and Mobile Radio Communications, vol. 2, pp. 993–998, Sep.8–11, Boston, MA,1998.

Références bibliographiques

- [17] L.BENAOUDA, S.BELHADI, “Etude et gestion de la mobilité dans le reseau NEMO”, Mémoire de Master en Télécommunication, Université de Tlemcen, Algérie, 2013.
- [18] A. Rahil, “Gestion du Handover dans les réseaux hétérogènes mobiles et sans fil”, Réseaux et télécommunications, Université de Bourgogne, France, 2015.
- [19] UMTS Handover, <http://www.umtsworld.com/technology/handover.htm>, 2017.
- [20] M. D. Kulavaratharajah and A. H. Aghvami, “Teletraffic performance evaluation of microcellular personal communication networks (PCN’s) with prioritized handoff procedures,”, IEEE transactions on vehicular technology, pp. 137-152, vol. 48, no.1, January 1999.
- [21] A. E. Xhafa and O. K. Tonguz, “Dynamic priority queuing of handover calls in wireless networks: An analytical framework,”, IEEE journal on selected areas in communications, pp. 904-916, vol. 22, no. 5, June 2004.
- [22] P. Boedihartono and G. Maralz, “Evaluation of the guaranteed handover algorithm in satellite constellations requiring mutual visibility,” International Journal of Satellite Communications and Networking Int. J. Satell. Commun. Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications (ENST/TeSA), John Wiley & Sons, Ltd. France 2003.
- [23] R. Steele and M. Nofal, “Teletraffic performance of microcellular personal communication networks,” IEEE Proc. I, vol. 139, no. 4, Aug. 1992.
- [24] M. Ruggieri, D. Giancristofaro, F. Graziosi, and K. Santucci, “an optimizable guard channel-based handover procedure for mobile microcellular systems,”, Sixth IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC’95, ‘Wireless: Merging onto the Information Superhighway’, Toronto, pp.1357-1361, vol. 3, 1995.
- [25] R. Risuefio, F. Delicado, P. Cuenca, A. Garrido, and L. O. Barbosa, “Performance evaluation of handover mechanisms in wireless network,” Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, IEEE CCECE, vol. 2, pp. 897-900, May 2003.
- [26] H.Nour el houda , “Optimisation du problème du Handover dans les constellations de satellites en orbites basses”, Mémoire de magister, Université de Batna, Algérie, 2009.
- [27] M. Garah, “Minimisation de la Probabilité d’échec du Handover dans les réseaux cellulaires mobiles”, Thèse Doctorat en science, Université de Batna, Algérie.
- [28] V. Santos, R. Silva, M. Dinis, and J. Neves, “Performance evaluation of channel assignment strategies and handover policies for satellite mobile networks ” , Fourth IEEE International Conference on Universal Personal Communications, Tokyo, pp. 86-90, Nov. 1995.
- [29] O .D. Uchechukwu, A.C. Ikechukwu, “A Model For Balancing Grade Of Service For Originating And Handoff Calls In Wireless Asynchronous Transfer Mode Networks”, Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST), Dec.2015.

Résumé :

Par suite du mouvement de l'utilisateur par rapport à la station de base(BTS), il est nécessaire de transférer fréquemment dans le processus de communication. Dans ce mémoire, en supposant que l'emplacement et la vitesse de l'utilisateur peuvent être déterminés, nous proposons une méthode appropriée pour gérer la mise en file d'attente des requêtes de handover dans le réseau cellulaire sans fil. Le principe de la méthode est: au lieu d'utiliser une seule file d'attente, nous utilisons une file d'attente distincte pour chaque transmetteur dans la cellule (3TRX par cellule). L'allocation fixe de canaux est considérée et les résultats de simulation obtenus concernent: probabilité de blocage du nouvel appel (CBP), probabilité d'échec de handover(CDP). En outre, les résultats de simulation sont comparés au modèle Classique pour choisir le meilleur qui réduit considérablement ces probabilités.

Abstract :

Due to the mobile station motion with respect to the base station, it is required to handover frequently in the process of communicating , In This paper ,assuming that the user location and speed can be determined , we proposes a suitable scheme for managing a queuing of handover requestes in wireless cellular network. The principle of the method is: instead of using a single queue, we use a separate queue for each transceiver in the cell (3TRX per cell) . Fixed channel allocation is considered and simulation results obtained concern: call blocking probability (CBP), handover failure probability. Also simulation results are compared to the Classic model to choose the best one which reduces significantly these probabilities.

Mots clés:

Handover, File d'attente, Réseaux cellulaire, Les modèles du trafic.