TABLE DES MATIERES

GLOSSAIRE……..…..…….....
……..…7

INTRODUCTION GÉNÉRALE 9

A. ORGANISME D'ACCUEIL 11

B. CONTEXTE THEORIQUE 11

A. LES RESEAUX MOBILES 2G ET 3G 11
I. Le GSM 12
I.1. INTRODUCTION GSM 12
I.2 ARCHITECTURE DU GSM : 12
I.3 STRUCTURE DE LA TRAME GSM : 15
I.4 LES CANAUX : 15
II. Le GPRS / EGPRS: 16
II.1 PRESENTATION DU GPRS (GLOBAL PACKET RADIO SERVICE) 16
II.2 ATOUTS GPRS : 17
II.3 ARCHITECTURE GPRS : 17
II.4 LES SHEMAS DE CODAGE: 19
II.5 LES LIMITES DU GPRS : 19
II.6 LE EDGE (ENHANCED DATA RATE FOR GSM EVOLUTION) 19
II.7 AJOUTS POUR L'ARCHITECTURE DU EDGE : 20
II.8 LIMITATIONS DU EDGE 21
III. Les réseaux mobiles 3G 22
III.1 METHODES D'ACCES 22
III.2 COMPARAISON ENTRE LES DEUX MODES FDD WCDMA ET TDD TD-CDMA 22
III.3 PRINCIPES DE LA TRANSMISSION EN UMTS 23
III.3 PRINCIPE LE L'ETALEMENT DU SPECTRE 24
III.4 SERVICES ET APPLICATIONS UMTS 25
III.5 LES CLASSES DE QUALITES DE SERVICES 25
III.6 ARCHITECTURE GENERALE DU RESEAU UMTS 26
III.7 L'INTERFACE RADIO DE L'UTRAN 30
III.8 RADIO RESSOURCE MANAGEMENTS (RRM): [7] 32
B. LA TECHNOLOGIE HSDPA 34
I. INTRODUCTION 34
II. LES CANAUX RELATIFS A LA TECHNOLOGIE HSDPA[8] 35
II.1 Le canal HS-DSCH : 35

II.2 Le canal HS- SCCH : *36*
II.3 Le canal HS- DPCCH: *36*
III. SPECIFICATIONS HSDPA[9] ***37***
III.1 Modulation et codage adaptatif (AMC) *37*
III.2. Retransmission rapide: *40*
III.3 Ordonnancement rapide: *41*
IV. AMELIORATIONS APPORTEES PAR LA RASO6 [7] ***43***
IV.1 Le multiplexage de codes (Code multiplexing) *43*
IV.2 48 utilisateurs par cellule *44*
IV.3 Allocation de puissance : *44*
IV.4 Paramètre "16kbps Uplink DCH Return Channel ": *45*
IV.5 Gestion de mobilité: HSDPA Serving Cell Change *45*
V. CONCLUSION : ***47***

C. L'OPTIMISATION DU DEBIT UTILISATEUR DANS LA REGION DE TETOUAN POUR LA TECHNOLOGIE HSDPA **48**

I. INTRODUCTION ***48***
II. OUTILS D'ANALYSE ***49***
II.1 Le logiciel « MapInfo Professional » *49*
II.2 Le logiciel « Nemo » *49*
III. ANALYSE DU DRIVE TEST DE TETOUAN: ***51***
IV. ANALYSE DES KPI: ***60***
IV.1. Introduction des KPI *60*
III.2. Les types des KPI [10] *60*
V. CONCLUSION: ***69***

CONCLUSION GENERALE **70**

RÉFÉRENCES **71**

ANNEXE: **71**

Glossaire

16-QAM	**Q**uadrature **A**mplitude **M**odulation
3GPP	**3**rd **G**eneration **P**artnership **P**roject
ACK	**Ack**nowledgment
AGCH	**A**ccess **G**rant **Ch**annel
AMC	**A**daptive **M**odulation and **C**oding
ARQ	**A**utomatic **R**epeat re**Q**uest
AuC	**A**uthentication **C**enter
BER	**B**it **E**rror **R**ate
BCH	**B**roadcast **C**hannel
BG	**B**order **G**ateway
BLER	**B**lock **E**rror **R**ate
BMC	**B**roadcast/**M**ulticast **C**ontrol
BSC	**B**ase **S**tation **C**ontroller
BTS	**B**ase **T**ranceiver **S**tation
CCCH	**C**ommon **C**ontrol **Ch**annel
CDMA	**C**ode **D**ivision **M**ultiple **A**ccess
CE	**C**hannel **E**lement
CN	**C**ore **N**etwork
CPICH	**C**ommon **P**ilot **C**hannel
CQI	**C**hannel **Q**uality **I**ndicator
CRC	**C**ycle **R**edundancy **C**ode
CS	**C**icuit **S**witched
CS	**C**odage **S**cheme
DL	**D**own**l**ink
DS-CDMA	**D**irect **S**equence **CDMA**
DT	**D**rive **T**est
Eb/No	**E**nergie per **B**it/ **N**oise
Ec/No	**E**nergie per **C**hip/ **N**oise
EDGE	**E**nhanced **D**ata **R**ates for **G**SM **E**volution
EIR	**E**quipement **I**dentity **C**enter
FACH	**F**orward **A**ccess **Ch**annel
FCCH	**F**renquency **C**ontrol **Ch**annel
FDD	**F**requency **D**ivision **D**uplex
FEC	**F**orward **E**rror **C**orrection
GGSN	**G**ateway GPRS **S**upport **N**ode
GMSC	**G**ateway **MSC**
GMSK	**G**aussian **M**odulation **S**hift **K**eying
GPRS	**G**eneral **P**acket **R**adio **S**ervice

GSM	**G**lobal **S**ystem for **M**obile **C**ommunications
HARQ	**H**ybrid **A**utomatic **R**epeat re**Q**uest
HLR	**H**ome **L**ocation **R**egister
HSDPA	**H**igh **S**peed **D**ownlink **P**acket **A**ccess
HS-DPCCH	**H**igh **S**peed **D**ownlink **P**hysical **C**ontrol **CH**annel
HS-DSCH	**H**igh **S**peed **D**ownlink **S**hared **Ch**annel
HS-PDSCH	**H**igh **S**peed **P**hysical **D**ownlink **S**hared **CH**annel
HSUPA	**H**igh **S**peed **U**plink **P**acket **A**ccess
HO	**H**and**O**ver
IR	**I**ncremental **R**edundancy
ISDN	**I**ntegrated **S**ervices **D**igital **N**etwork
KPI	**K**ey **P**erformance **I**ndicators
MAC	**M**edium **A**ccess **C**ontrol
MCS	**M**odulation **C**ode **S**cheme
MS	**M**obile **S**tation
MSC/VLR	**M**obile **S**witching **C**enter/**V**isitor **L**ocation **R**egister
NACK	**N**egative **A**c**K**nowledgment
NSS	**N**etwork **S**witching **S**ervice
OVSF	**O**rthogonal **V**ariable **S**preading **F**actor
OMC	**O**peration and **M**aintenance **C**enter
PCH	**P**agin **CH**annel
PCU	**P**acket **C**ontrol **U**nit
PDCP	**P**acket **D**ata **C**onvergence **P**rotocol
PF	**P**roportional **F**air
PICH	**P**aging **I**ndicator **Ch**annel
PLMN	**P**ublic **L**and **M**obile **N**etwork
QoS	**Q**uality **o**f **S**ervice
QPSK	**Q**uadrature **P**hase **S**hift **K**eying
R5	**R**elease **5**
R99	**R**elease **99**
RACH	**R**andom **A**ccess **Ch**annel
RAN	**R**adio **A**ccess **N**etwork
RLC	**R**adio **L**ink **C**ontrol
RNC	**R**adio **N**etwork **C**ontroller
RNS	**R**adio **N**etwork **S**ubsystem
RR	**R**ound **R**obin
RRC	**R**adio **R**esource **C**ontrol
RRM	**R**adio **R**essource **M**anagement
RSCP	**R**eceived **S**ignal **C**ode **P**ower
SCH	**S**ychronization **C**hannel
SF	**S**preading **F**actor
SGSN	**S**erving **G**PRS **S**upport **N**ode
SHO	**S**oft **HO**
SNR	**S**ignal to **N**oise **R**atio

TCH	**T**raffic **Ch**annel
TDD	**T**ime **D**ivision **D**uplex
TD-CDMA	**T**ime **D**ivision **CDMA**
TDMA	**T**ime **D**ivision **M**ultiple **A**ccess
TS	**T**ime **S**lot
TTI	**T**ransmission **T**ime **I**nterval
UE	**U**ser **E**quipment
UL	**U**p**l**ink
UMTS	**U**niversal **M**obile **T**elecommunication **S**ystem
UTRAN	**U**niversal **T**errestrial **R**adio **A**ccess **N**etwork
W-CDMA	**W**ideband **CDMA**

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Depuis le début des années 90, nous assistons à un véritable développement des réseaux mobiles. Ces réseaux ont eu un succès tel que leur nombre d'abonnés dépasse largement celui des réseaux fixes. Cela est dû, d'une part, à un besoin de mobilité et, d'autre part, à la panoplie de nouveaux services offerts.

Le GSM (Global System for Mobile Communication) a permis la communication téléphonique mais son débit restait faible pour pouvoir supporter les services d'échange de données. sont apparu après, le GPRS (General Packet Radio Service) et le EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution) avec de nouvelles entités, de nouvelles modulations et de nouveaux débits supérieurs au 9.6 kbps du GSM, .Ces nouveaux débits ne dépassant pas les 180 kbps en pratique ont permis l'évolution des réseaux mobiles vers la commutation des paquets.

L'UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) est apparu pour pallier à certains de ces problèmes. Il apporte de nouveaux services par rapport aux systèmes déjà déployés. Son objectif est de permettre, à tout le monde, d'être joignable à tout moment où qu'il soit, et de bénéficier des services multimédia à valeurs ajoutées tels que l'accès Internet à haute vitesse, la visualisation des messages multimédia, des clips musicaux, etc.
Effectivement après ses promesses de départ d'offrir un débit maximal de 2 Mb/s, il s'est avéré par la suite que l'UMTS ne peut atteindre que des débits pratiques ne dépassant pas les 384kbps, une fois le nombre des utilisateurs qui accèdent au réseau est important. Ainsi, l'UMTS ne satisfaisait pas parfaitement les besoins des opérateurs et des utilisateurs. Pour cela, les organismes de normalisation ont standardisé une nouvelle technologie appelée HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) release 5 et qui représente la première étape d'évolution du réseau mobile UMTS avec ses débits atteignant théoriquement les 14.4 Mbps et ses nombreuses fonctionnalités permettant l'envoi et la réception simultanés de données et de bonnes qualités de services.
L'objectif de notre travail au sein d'NSN (Nokia Siemens Networks) est de montrer comment la technologie HSDPA du réseau de Méditel a pu améliorer la satisfaction des utilisateurs en termes de débit, d'étudier les limitations de celui-ci dans la région de Tétouan, localiser les zones à problème de débit et les causes de ces problèmes à partir de Drive Test et de statistiques KPI indiquant les performances du système et proposer des solutions pour pallier aux problèmes de débit faible.

Ce rapport comporte trois chapitres. Dans le 1er chapitre nous présentons la technologie 2G à savoir le GSM le GPRS et le EDGE pour faire le point sur leur architecture leurs ajouts par rapport aux anciennes technologies et leur limitations, nous nous focaliserons surtout sur la partie radio de la technologie en mentionnant les canaux utilisés pour l'envoi et la réception sur l'interface air .
Il s'agira ensuite de faire une présentation de la technologie UMTS afin d'avoir une vue générale sur son architecture, sa technologie d'accès WCDMA (Wide-Band code division multiple access), ses canaux et ses services. Nous montrerons également l'insuffisance de ce dernier et l'intérêt de mettre en place un système HSDPA.
Dans le 2ème chapitre, nous étudierons le système HSDPA adopté par NSN avec ses différentes versions et nous détaillerons ses fonctionnalités en mettant le point sur ses atouts et ses points forts.
Le 3ème chapitre de ce rapport, se focalisera sur le travail effectué pour la localisation des zones à problème de débit pour le réseau Méditel dans la région de Tétouan suivant des dates précises : le 12, 13 et 14 Avril 2010. Le logiciel Némo Analyse de NSN nous permettra de visualiser les Drives tests pris de la région à partir d'un mobile à catégorie déterminée, visualiser, entre autres, toutes les caractéristiques qui nous intéressent sur le déploiement de la technologie HSDPA concernant la qualité et le niveau du signal reçu, la technologie supportée par les différentes cellules, la qualité du canal reçue, le taux d'interférences et d'erreurs etc. Cela nous permettra de préciser les heures et les cellules responsables des bas débits dans les zones sélectionnées. Depuis ces Drives test nous pouvons proposer des solutions physiques pour améliorer le débit dans la zone en question.

Viendra ensuite une deuxième partie d'analyse de statistiques KPI pour chaque site suivant la date et l'heure précise où ont été détectés les limitations de débit, pour localiser la cause de ces problèmes, à savoir les interférences internes ou externes, la congestion des éléments hardware responsable de véhiculer le trafic sur BTS etc. Ces KPI pouvant être illustrés sur un logiciel MapInfo d'analyse de statistiques pour mieux visualiser les facteurs derrière les limitations de débit, et ensuite proposer des solutions convenables suivant les fonctionnalités de la technologie HSDPA version NSN.
Ces propositions, faites pour être validées, doivent respecter le caractère environnemental, social et économique pour l'opérateur Méditel.
Enfin pour terminer une conclusion et perspectives pour mettre un dernier point sur le travail effectué au sein d'NSN, les nouvelles versions et technologies à venir pour fournir des débits meilleurs et d'autres propositions pour l'amélioration de la qualité de service dans la région de Tétouan.

Organisme d'accueil

Nokia Siemens Networks (NSN) est l'un des fournisseurs de services de communications dont les plus grands défis à relever sont la réponse aux besoins des clients et des utilisateurs en croissance continue tout en restant en tête de la compétition. NSN de Casablanca permet à l'opérateur de Méditel qu'elle suit d'accroître sa part de marché et d'améliorer sa rentabilité en offrant les services et les solutions les plus attractifs aux clients.
Le service où le PFE a été effectué est celui de l'optimisation du réseau 2G et 3G de Méditel dans la totalité des régions marocaines.

Contexte théorique

Les réseaux mobiles 2G et 3G

Introduction

Dans le panorama des systèmes de télécommunication, les réseaux mobiles ont occupé depuis leur apparition, une place considérable en termes de recherche et d'investissement ainsi ont été fournies plusieurs normes dont la plus importante « Global System for Mobile Communication GSM ».
Avec plus d'un milliard d'abonnés, ce réseau est désormais le plus répandu dans le monde, et en parallèle au succès de ce réseau et avec la croissance de la demande des services de transmission de données, de nouvelles technologies qui intègrent à la fois le service voix et le service données sont apparues. Parmi ces nouvelles technologies, on cite les technologies GPRS et EDGE qui constituent une évolution de la norme GSM basées sur la même infrastructure.

Dans cette première partie, nous décrirons les caractéristiques de ces trois réseaux et les ajouts qu'ont apportés le GPRS et le EDGE sur le GSM.

rapport-gratuit.com

I. Le GSM

I.1. Introduction GSM

Le GSM, (Global System for Mobile communications), est un système cellulaire et numérique de télécommunication mobile. En 1987 l'Europe l'adopte comme standard européen pour mettre fin à la cacophonie qui régnait en matière de réseau de radiotéléphone.

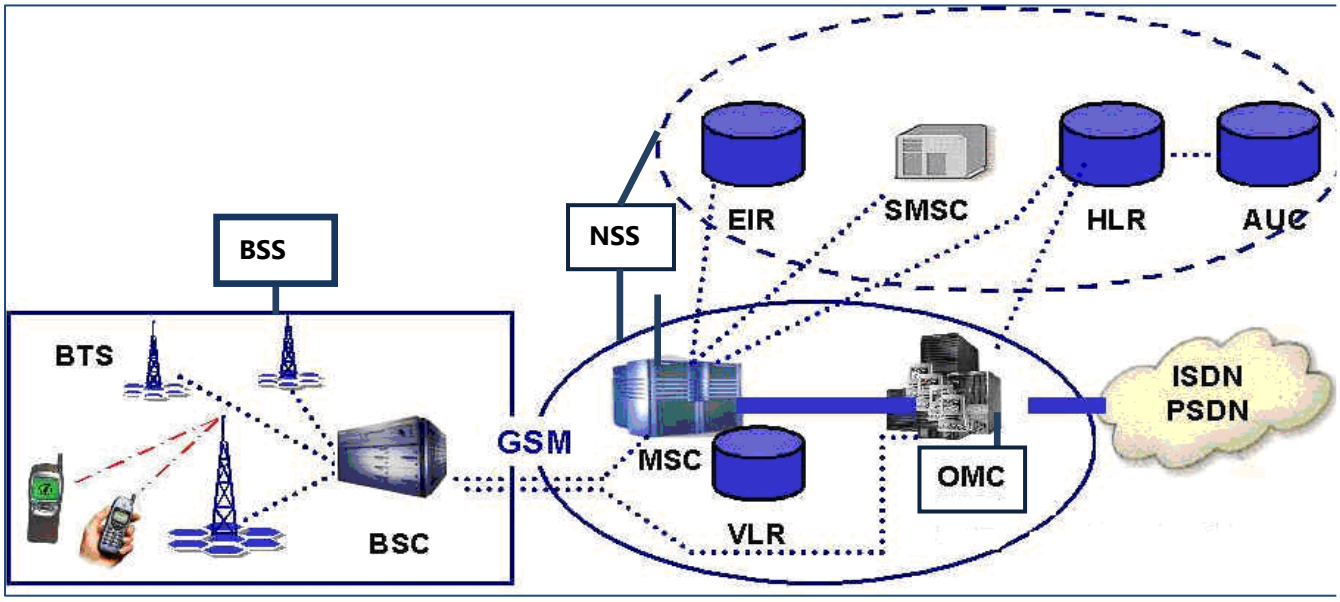
Les options techniques fixées alors étaient :

- la transmission numérique ;
- le multiplexage temporel des canaux radio ;
- une nouvelle loi sur le codage de la parole à débit réduit par rapport aux lois en vigueur dans les télécommunications.

I.2 Architecture du GSM :

L'architecture d'un réseau GSM peut être divisée en trois sous-systèmes comme illustré sur la figure 1:

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



BTS = Base Transceiver Station
BSC = Base Station Controller
HLR = Home Location Register
AuC = Authentication Center
MSC = Mobile Switching Center
VLR = Visitor Location Register
OMC = Operation and Maintenance Center
EIR = Equipment Identity Register

ISDN= Integrated Services Digital Network

Figure 1 : Architecture du réseau GSM.

I.2.1 Le sous-système radio (BSS)

Le sous-système radio gère la transmission radio. Il est constitué de plusieurs entités dont le terminal d'abonné (MS), la station de base BTS et un contrôleur de station de base BSC.

I.2.1.1 La station mobile (MS)

La station mobile est constituée du téléphone portable et d'une carte SIM (Subscriber Identity Module), qui est indispensable pour accéder au réseau. Cette carte contient, sur un microprocesseur, les informations personnelles de l'abonné.
Le téléphone portable est identifié par le numéro IMEI (International Mobile Equipment Identity). La carte SIM, elle, contient le numéro IMSI (International Mobile Subscriber Identity), mais aussi une clé secrète pour la sécurité, ainsi que d'autres informations.

I.2.1.2 La station de base (BTS):

Un ensemble d'émetteurs/récepteurs de 8 Timeslots pilotant une ou plusieurs cellules. Ses principaux rôles sont:

- l'activation et désactivation d'un canal radio
- le multiplexage temporel et saut de fréquence
- le codage canal, chiffrement des trames, modulation, démodulation et décodage du signal
- le contrôle de la liaison
- la surveillance des niveaux de champ reçus et de la qualité des signaux
- le contrôle de la puissance d'émission.

I.2.1.3 Le contrôleur de station de base (BSC) :

Il gère une ou plusieurs stations de base et communique avec elles par le biais d'une l'interface. Ce contrôleur:

- remplit le rôle de concentrateur ou de commutateur de données selon leur provenance.
- joue un rôle de relais pour les différents signaux d'alarme destinés à l'OMC.
- alimente la base de données des BTS
- fait la gestion des ressources radio pour la zone couverte par les différentes stations de base qui y sont connectées.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

I.2.2 Le sous-système réseau (Network Switching Center NSS)

Les éléments du *NSS* prennent en charge toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues dans des bases de données nécessaires à l'établissement de connexions utilisant une ou plusieurs des fonctions suivantes : chiffrement, authentification ou roaming.

Le *NSS* est constitué de :

- *Mobile Switching Center* (MSC)
- *Home Location Register* (HLR)
- *Authentication Center* (AuC)
- *Visitor Location Register* (VLR)

II.2.2.1 Le centre de commutation mobile (MSC)

Son rôle principal est d'assurer la commutation entre les abonnés du réseau mobile et ceux du réseau commuté public (RTC) ou le réseau RNIS. Il:

- participe à la fourniture des différents services aux abonnés.
- permet de mettre à jour les différentes bases de données (HLR et VLR)
- Des MSC servant de passerelle (*Gateway Mobile Switching Center*, GMSC) sont placées en périphérie du réseau d'un opérateur de manière à assurer une interopérabilité entre réseaux d'opérateurs.

I.2.2.2 L'enregistreur de localisation nominale (HLR)

Une base de données qui contient :

- toutes les informations relatives aux abonnés : le type d'abonnement, la clé d'authentification Ki connue d'un seul HLR et d'une seule carte SIM, les services souscrits, le numéro de l'abonné (IMSI)…
- un certain nombre de données dynamiques telles que la position de l'abonné dans le réseau (VLR) et l'état de son terminal (allumé, éteint, en communication, libre, . .)

I.2.2.3 L'enregistreur de localisation des visiteurs (VLR)

Cette base de données ne contient que des informations dynamiques qui lui sont transmises par le HLR avec lequel elle communique lorsqu'un abonné entre dans la zone de couverture du centre de commutation mobile auquel elle est rattachée. Lorsque l'abonné quitte cette zone de couverture, ses données sont transmises à un autre VLR .

I.2.2.4 Centre d'authentification (AuC)

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

1. Le chiffrement des transmissions radio.
2. L'authentification des utilisateurs du réseau au moyen d'une clé Ki.

I.2.3 Le centre d'exploitation et de maintenance (OMC)

Chargé de la gestion administrative, la gestion commerciale et la gestion technique.

Ce centre gère les alarmes, les pannes, la sécurité, ... etc. Ce réseau s'appuie sur un réseau de transfert de données, totalement dissocié du réseau de communication GSM.[1]

I.3 Structure de la trame GSM :

Pour le partage en temps comme montré sur la figure suivante , chaque porteuse est divisée en intervalles de temps (IT) ou *timeslots* (TS).

- La durée d'un slot en GSM est fixée à environ 0.577 ms.
- Le slot accueille un élément de signal radioélectrique : le *burst*.

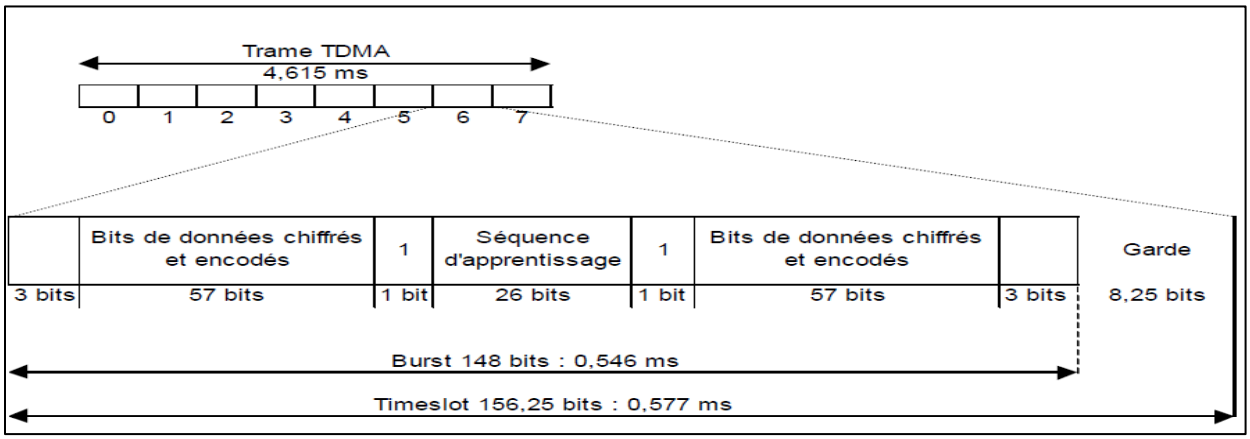


Figure 2: Structure du burst normal

- Par porteuse, les *timeslots* sont regroupés par 8 (multiplexage de 8 canaux physiques) : Ttdma(durée de la trame TDMA) = 8 Tslot= 4.6152 ms
- À chaque utilisateur en communication est alloué un slot par trame TDMA.
- Les trames générées par une BTS dans le sens descendant sont synchronisées et les trames du sens montant ont un retard de 3 slots. Cela permet aux mobiles d'émettre et de recevoir sur le même slot distinctement.

I.4 Les canaux :

En veille ou en communication, un mobile travaille toujours avec plusieurs canaux. On en distingue 2 sortes dans le système GSM, le canal physique et le canal logique.

On distingue deux types de canaux logiques : les dédiés, qui allouent une ressource réservée à un mobile afin qu'il puisse communiquer avec le réseau, et ceux, dans les deux sens (UL et DL). Et les non-dédiés qui sont des canaux partagés par plusieurs mobiles, ils sont diffusés à l'ensemble des mobiles en veille dans la cellule. Ces canaux sont unidirectionnels et sont tous dirigé dans le sens BTS - Mobile exception fait du canal RACH, qui lui, est dans l'autre sens. Ces canaux sont décrits sur le tableau suivant :

Tableau 1: Différents types des canaux logiques

Broadcast CHannel (BCH) ↓ unidirectionnel en diffusion (voie balise)	Frequency Correction CHannel (FCCH) ↓	Calage sur fréquence porteuse
	Synchonisation CHannel (SCH) ↓	Synchronisation + Identification
	Broadcast Control CHannel (BCH) ↓	Information système
Common Control Channel (CCCH) ↓↑ accès partagé	Paging CHannel (PCH) ↓	Appel du mobile
	Random Access CHannel (RACH) ↑	Accès aléatoire du mobile
	Access Grant CHannel (AGCH) ↓	Allocation de ressources
	Cell Broadcast CHannel (CBCH) ↓	Messages courts diffusés
Dedicated Control Channel ↑↓	Stand-alone Dedicated Control CHannel (SDCCH) ↑↓	Signalisation
	Slow Associated Control CHannel (SACCH) ↑↓	Supervision de la liaison
	Fast Associated Control CHannel (FACCH) ↑↓	Exécution du handover
Traffic Channel (TCH) ↑↓	Traffic CHannel for coded speech (TCH) ↑↓	Voix plein/demi-débit
	Traffic Channel for data ↑↓ (user rate) 9,6 kbps, 4,8 kbps, < 2,4 kbps	Données utilisateurs

II. Le GPRS / EGPRS:

II.1 Présentation du GPRS (Global Packet Radio Service)

Le GPRS était un nouveau standard de transmission de données pour les téléphones mobiles avec des débits théoriques allant jusqu'à 171.2 bits/s (21.4 * 8 = 171.2 kbps), mais qui ne seront en pratique que de 20 à 40 kbpss. Contrairement au GSM qui utilise la commutation de circuits, le GPRS exploite la commutation de paquets, autorisant un débit par time slot compris entre 9.05 et 21.4 kbits/s selon la qualité de la liaison radio et le schéma de codage implémenté .

Le déploiement du GPRS nécessite la mise en place d'une infrastructure réseau basée sur la commutation de paquets et l'introduction de passerelles pour s'adosser aux réseaux GSM existants.

II.2 Atouts GPRS :

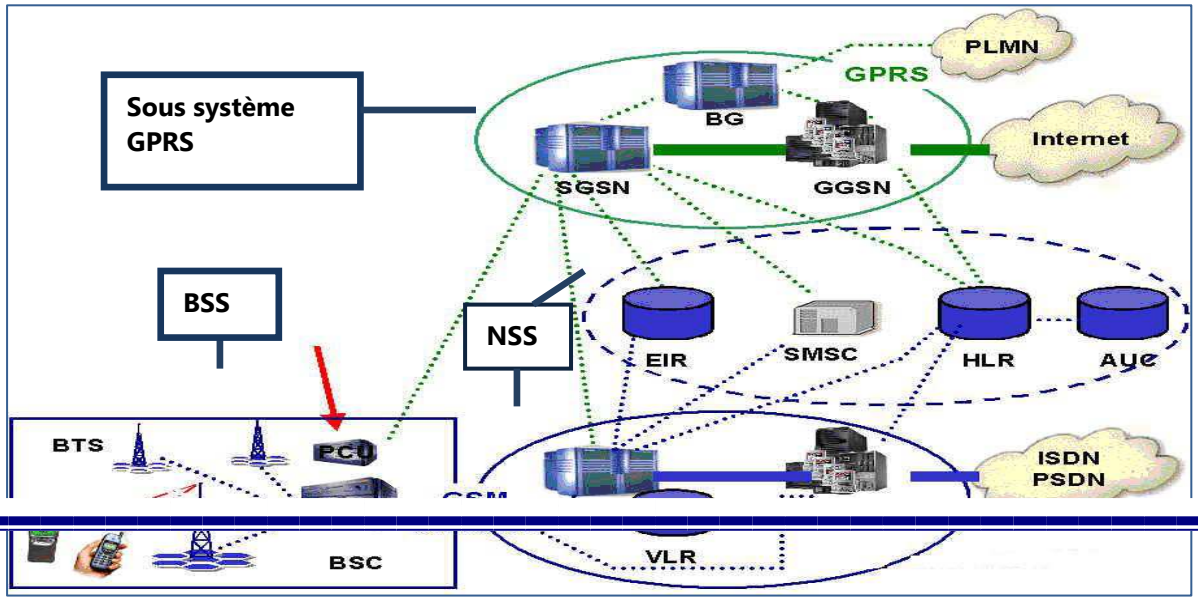
II.2.1 GPRS Vs GSM

Parmi les avantages qu'apporte le GPRS par rapport au GSM on distingue :

- **Des débits élevés** : Les débits proposés par GPRS sont supérieurs au débit de 9,6 kbit/s offert par GSM pour le transfert de données et atteignent un débit théorique maximal de *171,2* kbits/s.
- **Une connexion permanente** : Le temps d'établissement de session GPRS et l'accès au service est plus court qu'avec GSM. Alors que le GSM actuel fonctionne en mode "connecté", appelé également mode "circuit", le GPRS utilise pour sa part le mode de connexion virtuel. En mode "virtuel" l'IT est partagé entre un certain nombre d'utilisateurs.
- **Un support pour de nouveaux services**: La navigation sur Internet à partir d'un portable ou d'un PDA, l'envoi et la réception de photos ou cartes postales ou de séquences vidéo, l'usage des groupes de discussions, la télémétrie...
- **Une intégrité du transfert des données** : Les données de l'usager sont encodées avec des redondances afin d'améliorer la résistance aux mauvaises conditions radio. GPRS définit quatre schémas de codage, CS1 à CS4.
- **Des mécanismes de sécurité sophistiqués** : Lorsqu'une station mobile tente d'initier une session GPRS, elle est authentifiée grâce à des clés d'authentification et des calculs réalisés par la carte SIM et l'AuC.

II.3 Architecture GPRS :

Sur la figure suivante nous retrouvons l'architecture du GSM à laquelle s'ajoute un module PCU au niveau du BSC, et des entités pour véhiculer le traffic de données dans un sous système GPRS.



S.G.S.N : Service GPRS Support Node
G.G.S.N : Gateway GPRS Support Node
PLMN : Public Land Mobile Network
PCU : Packet Control Unit
BG : Border Gateway

Figure 3: Les ajouts du GSM nécessités par le GPRS.

II.3.1 MS (Mobile Station)

Une station mobile GPRS peut fonctionner dans l'une des classes suivantes :

- *Classe A :* L'usager mobile peut disposer simultanément d 'un service GPRS et d 'une communication téléphonique.
- *Classe B :* Un mobile GPRS classe B peut s'enregistrer auprès d'un MSC/VLR et d'un SGSN simultanément afin de pouvoir disposer des services GSM et GPRS
- *Classe C :* L'usager doit positionner son mobile soit en mode GSM, soit en mode GPRS. En mode GSM, il a accès à toutes les fonctionnalités d'un terminal GSM

II.3.2 PCU (Packet Control Unit)

Le PCU permet de contrôler les transferts de données en mode paquet GPRS. Il:

- dirige le trafic de données vers le réseau GPRS
- est responsable du découpage des paquets et de leur réassemblage
- contrôle le trafic data, ex le contrôle d'accès
- contrôle le canal radio, ex le contrôle d'alimentation.

II.3.3 SGSN (Service GPRS Support Node)

Cette entité se charge des services de transmissions de données entre les stations et le réseau.Elle :

- Authentifie les stations mobiles GPRS ;
- Prend en charge l'enregistrement des stations mobiles au réseau GPRS (attachement) ;
- Prend en charge la gestion de la mobilité des stations mobiles ;
- Relaie les paquets de données de la station mobile au réseau externe ou ceux du réseau à la station mobile ;
- Collecte les données de taxation de l'interface air.

II.3.4 GGSN (Gateway GPRS Support Node)

L'entité GGSN joue le rôle d'interface à des réseaux de données externes. Elle décapsule des paquets GPRS provenant du SGSN les paquets de données émis par le mobile et les envoie au réseau externe correspondant. Elle:

- Joue le rôle d'interface aux réseaux externes de type IP ou X.25
- Route les paquets émis par la station mobile à la destination appropriée.
- Filtre le trafic usager…

II.4 Les Shémas de Codage:

Le débit utilisateur maximum offert par le GPRS est de 22.2 kbps , 12 kpbs réservés pour la transmission de données et 10.2 kbps pour les bits de codage.

Les Shémas de Codage sont attribués par le BSC aux stations mobiles selon le taux d'interférence et la quantité de bruit détectés grâce au Link Adaptation Protocol, ils consistent en l'ajout de bits de redondance sur les bits de données pour la protection contre les interférences, et tant que la protection des données augmente, le débit diminue comme montré la figure suivante :

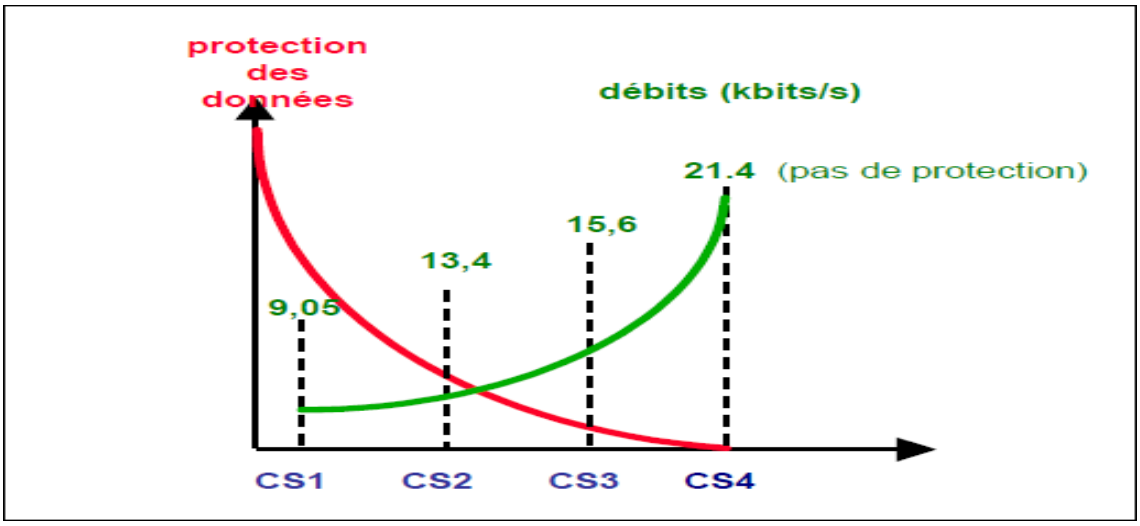


Figure 4: Schémas de codage du GPRS

II.5 Les limites du GPRS :

Bien que le GPRS apporte une réelle avancée dans le monde de l'Internet mobile, il existe des limites : La première est que le débit réel observé est très inférieur à celui annoncé dans les spécifications du protocole et également, le coût de la mise en place de l'infrastructure GPRS.

Un autre souci est également pour certains opérateurs GSM la saturation des fréquences GSM. En effet, avec le GPRS, si le volume du trafic augmente, la vitesse diminue, il faut donc que le nombre de nœuds GPRS augmente afin que l'efficacité du réseau augmente également. De plus, avec l'arrivée des nouvelles technologies (*3G*, *4G*), les opérateurs de téléphonie mobile hésitaient à investir dans une technologie qui a été dépassée.

II.6 Le EDGE (Enhanced Data rate for GSM Evolution)

L'EDGE a été développé pour les opérateurs de réseaux mobiles n'ayant pas de licences UMTS. Il ne demande qu'une mise à niveau du réseau GSM sans changement de l'infrastructure, tout en offrant un débit multiplié par 2 à 3 par rapport au GPRS.

L'EDGE permet d'augmenter le trafic moyen offert dans la cellule. Elle fait correspondre à chaque condition radio le schéma de modulation et de codage MCS (Modulation Code Scheme) le plus approprié en regard de la qualité de service requise sur la liaison. En effet l'EDGE a introduit de nouveaux MCS (9 schémas de codage) et une nouvelle modulation

linéaire à huit états appelée 8-PSK, qui permet de multiplier par un facteur 3 le débit bit en ligne. La figure 5 montre les schémas de codage du GPRS et les schémas de modulation et de codage du EGPRS avec les débits y correspondants :

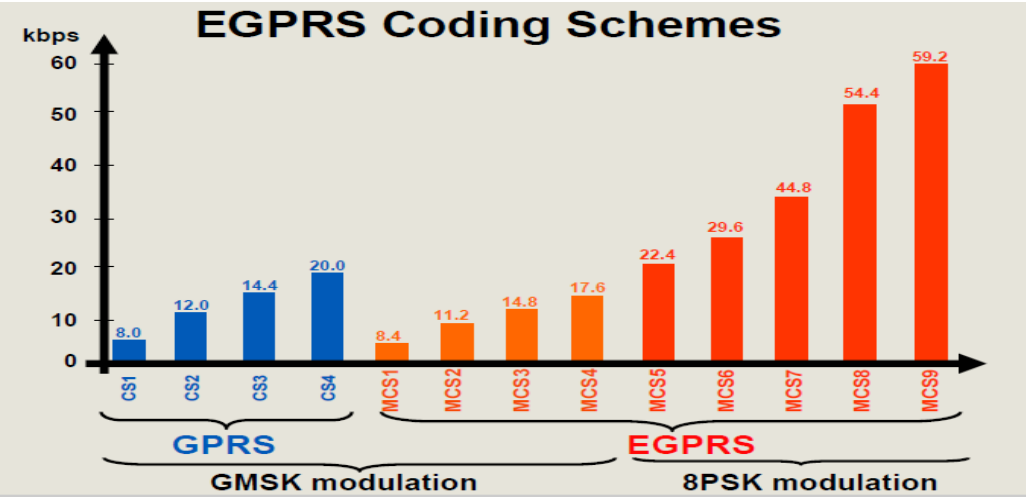


Figure 5:Les schémas de codage du EGPRS

II.7 Ajouts pour l'architecture du EDGE :

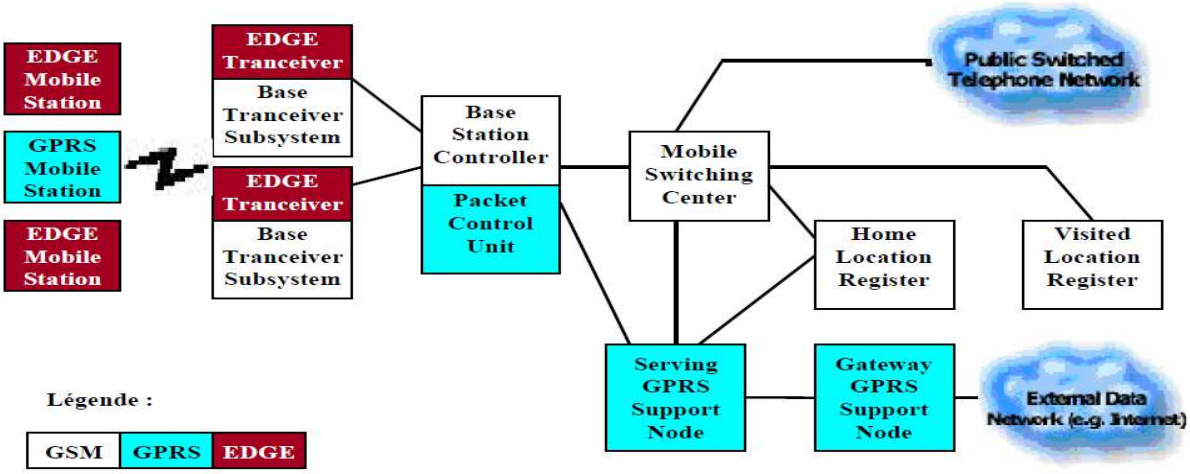


Figure 6:L'architecture du EDGE

Comme montré sur la figure ci-dessus, de nouveaux protocoles ont été ajoutés sur les stations mobiles et BTS du GPRS pour supporter la nouvelles technologie EGPRS.

II.8 Limitations du EDGE

L'EDGE présente plusieurs problèmes techniques :

- EDGE utilise une nouvelle modulation 8-PSK qui est moins robuste que la GMSK utilisé pour le GSM et le GPRS(1 bit par symbole). En effet cette modulation est à enveloppe non constante ce qui impose des conditions sur la linéarité de l'amplificateur de puissance.
- Le débit très important implique une moindre résistance aux trajets multiples, un effet accru de la dispersion, de l'évanouissement de Rayleigh donc une moindre résistance en cas de mobilité.

Enfin, l'EDGE est considéré comme une bonne solution pour les opérateurs n'ayant pas de licences UMTS ou ceux qui souhaitent couvrir des zones rurales à moindre frais. Cette alternative permet de faire des offres grand public satisfaisantes tant en qualité qu'en rapidité, à des coûts évidemment compétitifs et attractifs sans prendre de grands risques financiers.

Cependant, à long terme, le choix de l'UMTS s'impose comme une solution incontournable pour les grands opérateurs désirant intégrer le développement technologique.

Rapport-Gratuit.com

III. Les réseaux mobiles 3G

Introduction

L'UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) est un système de téléphonie mobile de troisième génération dont les objectifs sont :

- L'unification de l'ensemble des systèmes existants à travers le monde en définissant une norme internationale ;
- La compatibilité avec les systèmes de 2ème génération ;
- Le support de services mobiles multimédias à haut débit ;
- La définition de quatre classes de services en tenant compte de trois contraintes (le délai de transfert de l'information, la variation du délai de transfert des informations et la tolérance aux erreurs de transmission).

L'UMTS présente les caractéristiques suivantes :

- Mode paquet et circuit à l'interface radio ;
- Large gamme de QoS (BER, délai, …) ;
- Débits multiples et variables, par utilisateur ;
- Efficacité spectrale accrue.

Le débit maximal atteint pour l'UMTS est de 384 kbps.

III.1 Méthodes d'accès

Au niveau de l'UMTS deux technologies d'accès différentes ont été définies ; le *W-CDMA* et le *TD-CDMA*, qui proviennent de la fusion des trois méthodes d'accès classiques : le *FDMA*, le *TDMA* et le *CDMA*.

- ***W-CDMA*** (*Wideband CDMA)* combine le CDMA et le FDMA,
- ***TD-CDMA*** *(Time Division CDMA)* combine le TDMA, le CDMA et le FDMA.

Chacune de ces méthodes d'accès est associée à une technologie qui gère les ressources liées à l'émission et la réception de chaque utilisateur. Ces technologies (appelées méthodes ou modes de duplexage) sont :

- le **FDD** qui est le mode de duplexage lié au W-CDMA,
- le **TDD** qui est la méthode associée au TD-CDMA.

III.2 Comparaison entre les deux modes FDD WCDMA et TDD TD-CDMA

Ci-après une comparaison entre les modes d'accès en UMTS selon plusieurs critères de performances :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Critère de comparaison	Mode FDD W-CDMA	Mode TDD TD/CDMA
Déploiement et Couverture	Adapté aux grandes cellules	Limité aux petites cellules à cause des contraintes de synchronisation
Services supportés	Adapté aux services symétriques (voix et services de données à bas et moyen débit en mode symétrique)	Adapté aux services de données en mode paquet, à haut débit symétrique et asymétrique
Contrôle de puissance	Contrôle rapide nécessaire pour limiter l'interférence intracellulaire	Contrôle lent suffisant grâce à la détection conjointe
Transfert intercellulaire	Le "soft handover" (macro diversité) est obligatoire	Transfert intercellulaire normal utilisé dans tous les cas
Synchronisation entre stations de base	Aucune synchronisation n'est requise.	Synchronisation au niveau trame requise.
Planification	La couverture d'une cellule varie fortement en fonction du trafic supporté. La planification doit donc prendre en compte couverture et capacité dans un même temps. Pas de plan de fréquences.	La couverture d'une cellule est à peu près indépendante du trafic supporté, grâce à la détection conjointe. Couverture et capacité peuvent être planifiées en deux temps. Plan de fréquences nécessaire.

Tableau 2: Comparaison des deux modes FDD et TDD [1]

III.3 Principes de la transmission en UMTS

Par rapport au GSM, en UMTS les bits de données sont d'abord étalés et ensuite modulés en QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) , une modulation de phase qui fait correspondre 2 bits par symbole.

La W-CDMA développée à partir du CDMA, est une technologie adaptée aux communications radios numériques à large bande. Optimisée pour les services multimédias à hauts débits tels que l'accès à Internet et à la vidéoconférence, cette technologie permettra d'atteindre des vitesses de transmission jusqu' à 2 Mbit/s.
La technique W-CDMA est utilisée en mode FDD. Elle est caractérisée par un débit chip de 3.84 Mchips/s. Elle utilise un facteur d'étalement variable (de 4 à 256) permettant de supporter facilement une large gamme de débits services. Le débit maximal supporté par un seul code est de 384 kbits/s.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

III.3 Principe le l'étalement du spectre

III.3.1 L'étalement de spectre

L'étalement de spectre en UMTS se fait en deux étapes : La première, dite de canalisation ou «spreading», transforme chaque symbole de données en un certain nombre de chips. La seconde, dite d'embrouillage ou «scrambling», s'applique aux chips.
Ces deux étapes sont nécessaires pour:

- ✓ séparer les différentes applications issues d'une même source par l'utilisation des séquences de Hadamard ;
- ✓ séparer les différentes stations de bases : En mode FDD on utilise des séquences de Gold, de période 10 ms et de débit chip égal à 3,84 Mchip/s.

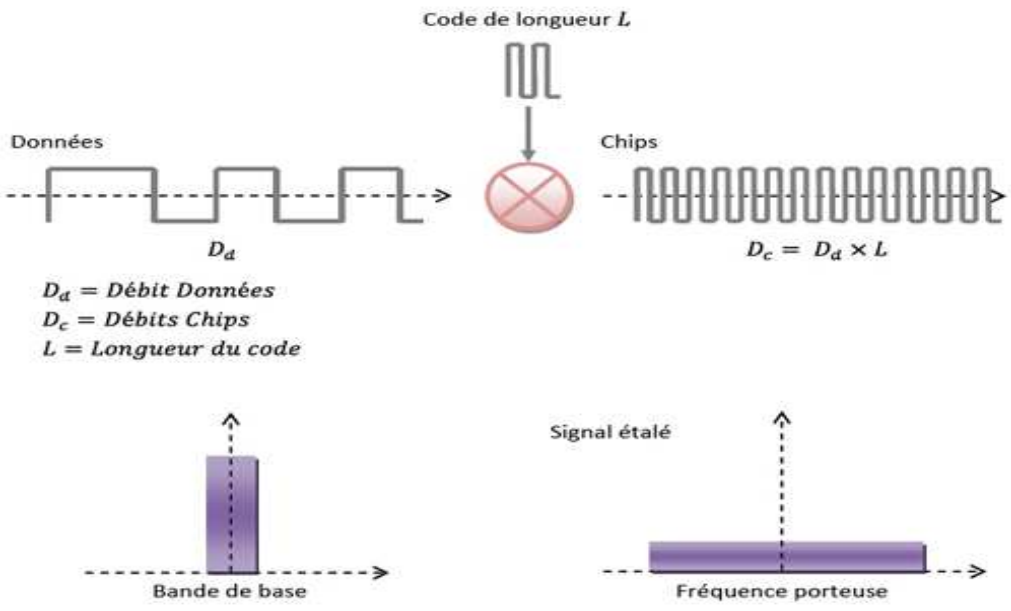


Figure 7: Processus d'étalement du spectre [3]

III.3.2 Codes de canalisation :

- En Uplink: Séparation des canaux de données d'un même terminal. En Downlink: Séparation des connexions des différents utilisateurs d'une même cellule.
- Utilisation de codes orthogonaux OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor Code) afin de modifier le facteur d'étalement et de conserver l'orthogonalité des différents codes d'étalement.
- Ces codes sont définis par un arbre OVSF où chaque nœud possède 2 fils.

- SF for the DL transmission in FDD mode = {4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512}
- SF for the UL transmission in FDD mode = {4, 8, 16, 32, 64, 128, 256}

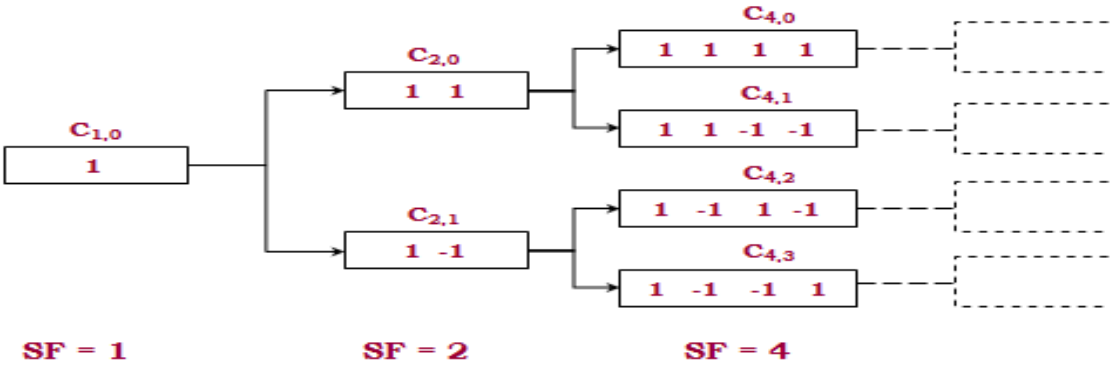


Figure 8 : Les codes OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor Code)[3]

III.3.3 Codes d'embrouillage

Ce sont des codes d'embrouillage propre à chaque utilisateur qui ne provoquent pas d'étalement, il s'agit simplement d'une multiplication "chip à chip" d'un signal étalé par une séquence dite d'embrouillage.

- Réalise l'étalement de données;
- Sépare les cellules ayant la même fréquence porteuse en DL et les users/MS en UL.
- Se base sur les codes de Gold.
- Les Primary codes sont divisés en 64 groupes 8 codes chacun.

III.4 Services et Applications UMTS

La possibilité d'offrir aux utilisateurs des débits bien supérieurs à ceux offerts par les systèmes 2G est le plus important avantage de la 3G. Ces débits faciliteront l'introduction de nouveaux services tels que la vidéo-téléphonie ou le streaming. La transmission de paquets TCP/IP dans le réseau UMTS est supportée vue l'utilisation active de l'internet. Les caractéristiques qui définissent le transfert de l'information peuvent être le débit, le temps de transfert ainsi que le taux d'erreur toléré (BLER).

III.5 Les classes de qualités de services

Les quatre classes de trafic suivantes ont été définies pour l'UMTS :

- **Classe conversationnelle :** une classe qui concerne la téléphonie mobile et les applications multimédia Internet, telles que la voix sur IP. Elle permet aux conversations vocales de proposer une bande passante contrôlée avec échange interactif en temps réel en respectant un minimum de délai entre les paquets.
- **Classe interactive :** une classe destinée à des échanges entre l'équipement usager et le réseau comme la navigation Web, l'accès à une base de données ou des

recherches automatiques d'informations qui engendrent une requête et une réponse par le serveur distant. Cette classe est caractérisée par le maintien du contenu et une réponse selon le mode demandé.

- **Classe streaming :** Cette classe est utilisée lorsqu'un utilisateur est en train de regarder une vidéo ou écouter de la musique. Elle permet aux services de streaming de fournir une bande passante continue et contrôlée afin de pouvoir transférer la vidéo et l'audio dans les meilleures conditions.
- **Classe background :** Cette classe est concernée lorsque l'utilisateur effectue un téléchargement. Elle affiche la plus faible priorité, permet des transferts de type traitements par lots qui ne demandent pas de temps réel et un minimum d'interactivité.

Les deux classes conversationnelles et streaming seront transmises en tant que connections temps réel (RT) sur l'interface air WCDMA, alors que les classes interactive et background le seront en tant que connections données (NRT).

III.6 Architecture générale du réseau UMTS

Les éléments de réseau du système UMTS sont répartis en deux groupes. Le premier correspond au réseau d'accès radio, RAN *(Radio Access Network)* ou UTRAN, qui supporte toutes les fonctionnalités radio. Le deuxième correspond au réseau cœur CN *(Core Network)* qui est responsable de la commutation et du routage des communications vers les réseaux externes. On définit également le terminal utilisateur UE *(User Equipement)* qui se trouve entre l'utilisateur proprement dit et le réseau d'accès radio. Cette architecture est montrée sur la figure suivante :

Figure 9: Les blocs structurels d'un réseau UMTS.[4]

Le UE et le RAN doivent supporter de nouveaux protocoles qui doivent être capables de répondre aux besoins de la nouvelle interface air WCDMA. En revanche, de nombreuses caractéristiques et fonctionnalités du réseau cœur proviennent des réseaux GSM. Ce dernier point est un avantage indéniable qui permettra de faciliter l'introduction de l'UMTS. L'architecture générale d'un réseau UMTS est donnée ci-dessous :

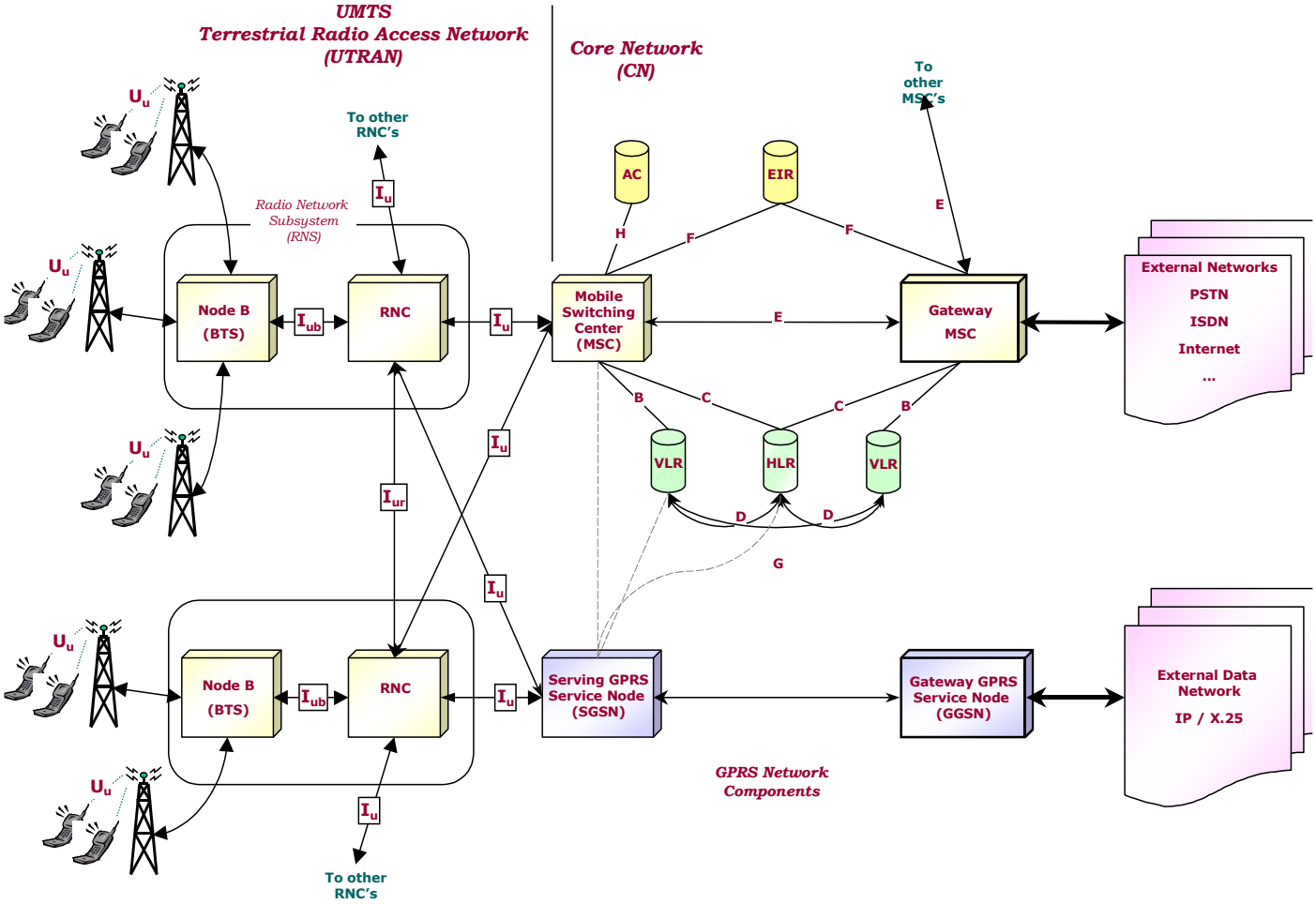


Figure 10: L'architecture du réseau UMTS [4]

III.6.1 Terminal utilisateur

L'UE est composé des deux parties suivantes:

- **Le terminal mobile ME** (Mobile Equipement) correspond au terminal radio utilisé pour les communications radio sur l'interface Uu.
- **La carte USIM** (UMTS Subscriber Identity Module) est une carte à puce qui stocke l'identité de l'abonné, les algorithmes et les clefs d'authentification, les clefs de chiffrement ainsi que certaines données relatives à l'abonnement de l'utilisateur.

III.6.2 Le réseau coeur

Le réseau cœur de l'UMTS est scindé en 2 domaines de service :

- le CS (*Circuit Switched*) domain.
- le PS (*Packet Switched*) domain.

Les éléments du réseau cœur sont répartis en 3 groupes, le domaine CS comprend le MSC, le GMSC et le VLR. Le domaine PS comprend le SGSN et le GGSN. Le dernier groupe comprend les éléments communs aux domaines PS et CS, le HLR, l'EIR, et l'AuC. Ces différents éléments sont ceux d'un réseau GSM/GPRS existant mais qui ont étés mis à niveau pour supporter le service UMTS.

III.6.3 L'UTRAN (Universel Terrestrial Radio Access Network)

Comme vu sur la figure ci-dessus, cette entité constitue la partie d'accès radio du réseau UMTS. Il est connecté au Core Network via l'interface Iu. Chaque RNS est composé d'un ou plusieurs NodeB et d'un RNC comme montré ci-dessous :

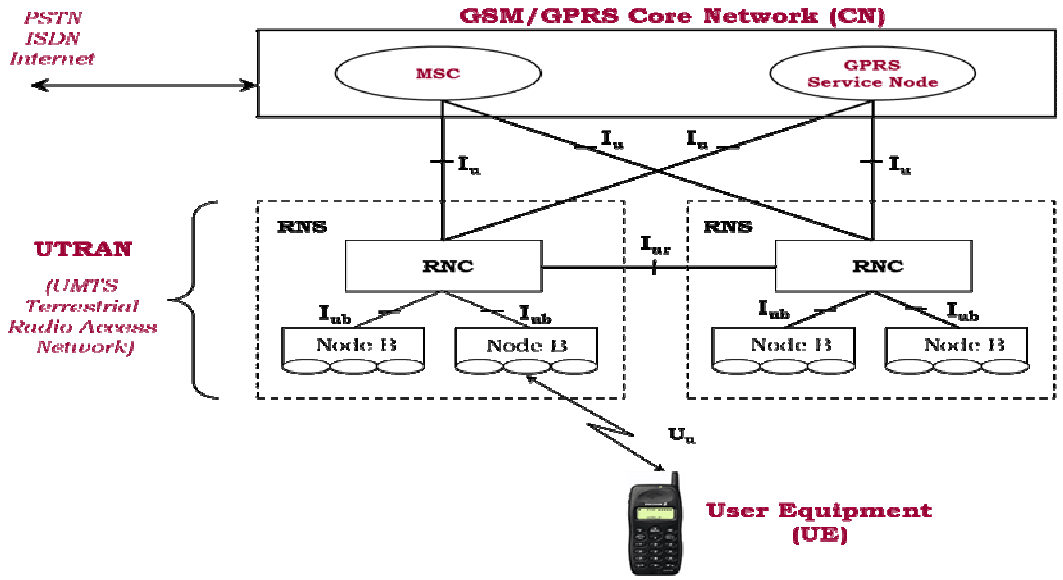


Figure 11: Les interfaces au niveau du réseau UTRAN[4]

III.6.2.1 le RNC

Le RNC est l'élément de réseau en charge du contrôle des ressources radio de l'UTRAN, il s'interface avec le CN, généralement à un MSC et à un SGSN et il gère le protocole RRC *(Radio Ressource Control)* qui définit les messages et les procédures entre le mobile et l'UTRAN. Les spécifications distinguent deux types de RNC, en fonction de leur rôle respectif pour chaque communication.

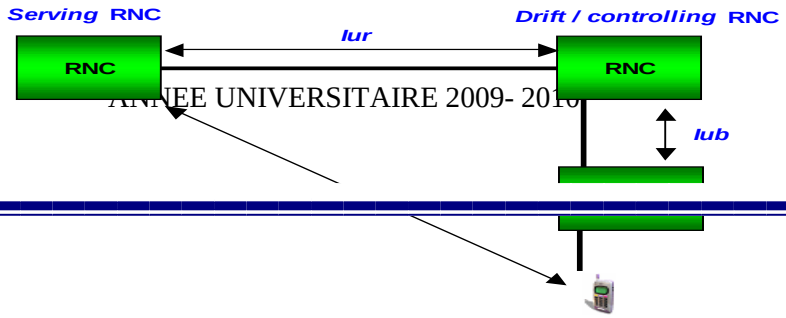


Figure 12: Le Drift/Serving RNC

Lorsqu'un mobile est en communication, une connexion RRC est établie entre le mobile et un RNC de l'UTRAN. Le RNC en charge de cette communication est appelé SRNC *(Serving RNC).*
Lorsque l'usager se déplace dans le réseau, il peut être conduit à changer de cellule en cours de communication et peut même se retrouver dans une cellule faisant partie d'un NodeB ne dépendant plus de son SRNC. Le RNC en charge de ces cellules distantes est appelé *Controlling* RNC ou *Drift RNC.*

III.6.2.2 le NodeB

La principale fonction du NodeB est de gérer la couche physique de l'interface air. Il s'agit principalement du codage du canal, de l'entrelacement, de l'adaptation du débit et de l'étalement. Le NodeB supporte également quelques fonctions de gestion des ressources radio comme le contrôle de puissance en boucle fermée. Le NodeB est composé de plusieurs stations de base et de contrôleurs de sites. Ces derniers sont chargés entre autres de gérer le softer Handover.

III.6.2.3 Les fonctionnalités de l'UTRAN

- Les fonctions relatives à tous les systèmes de contrôle d'accès :
  - Contrôled'admission
  - Contrôle de congestion
  - Diffusion de l'information système
- Chiffrement et déchiffrement des canaux radio
- Les fonctions relatives à la mobilité (Handover et relocalisation du SRNS).
- Les fonctions relatives au contrôle et la gestion des ressources radios :
  - Configurationet opération des ressources radio
  - Surveille de l'environnement radio
  - Contrôle de la fonction *combining/splitting*
  - Radio bearer connection set-up and release (Radio Bearer Control)
  - Allocation et désallocation des radios Bearers
  - Fonction des protocoles radio
  - Contrôle de puissance RF

- Codage décodage des canaux radio
- Contrôle de codage canal

III.7 L'interface radio de l'UTRAN

III.7.1 L'architecture en couches

Les protocoles de l'interface radio s'appliquent aux 3 premières couches du modèle OSI (Open System Interconnexion), qui sont la couche physique, la couche liaison de données et la couche réseau comme montré sur la figure suivante :

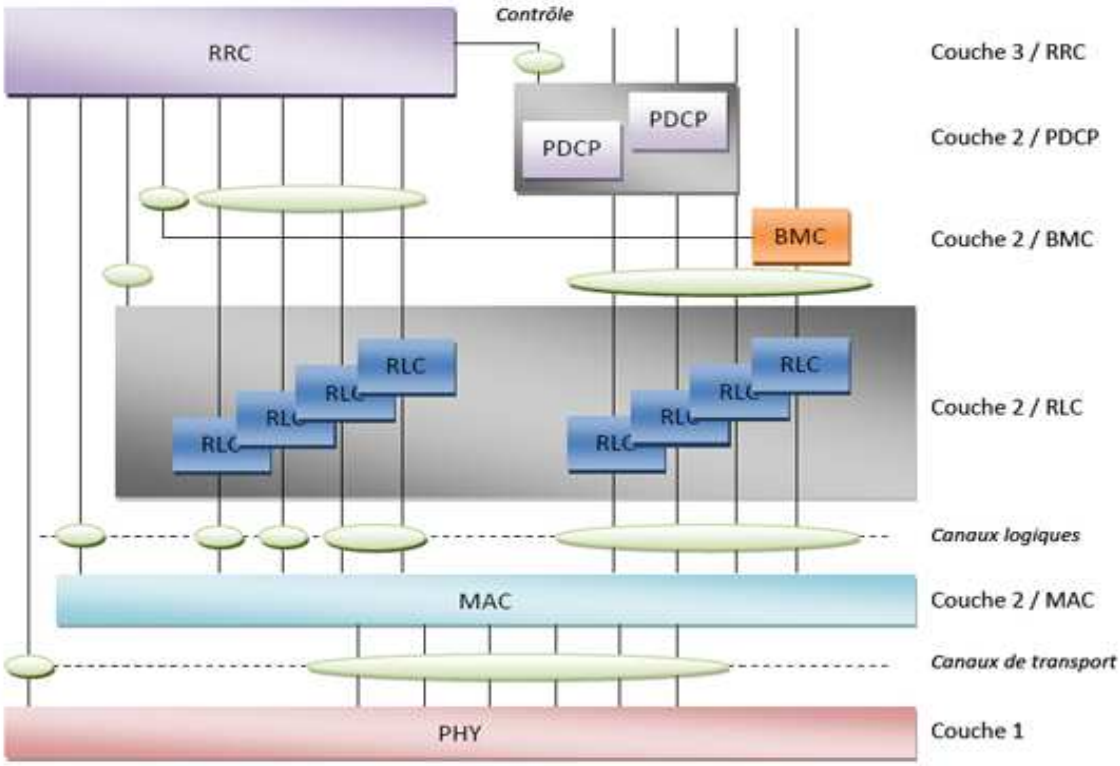


Figure 13: Le protocole en couche de l'interface radio UMTS [3]

<u>Le niveau 1 (PHY)</u> : représente le couche physique de l'interface radio. Elle réalise entre autres les fonctions de codage de canal, d'entrelacement et de modulation.

<u>Le niveau 2 (réseau) :</u> Le niveau 2 comprend les couches PDCP, RLC, MAC et BMC. La couche **MAC (**Medium Access Control**)** a pour fonction principale le contrôle de l'accès à la voie radio.

Cette fonction est réalisée grâce aux deux sous-fonctions suivantes :

- Le multiplexage des données sur les canaux de transport
- Le choix du canal de transport et du format des données transportées *(transport format)*

La couche **RLC** est la couche de protocole qui assure la fiabilité de la transmission d'informations en provenance du plan usager ou du plan de contrôle sur l'interface radio. Elle fournit des services (canaux logiques) aux signaling radio bearers dans le plan de

contrôle et radio bearers dans le plan usager. Elle permet également de segmenter / ré assembler les unités de paquets PDU (Protocol Data Unit)

La couche **PDCP** ***(****Packet Data Convergence Protocol****)*** a deux fonctions principales. Tout d'abord elle permet d'assurer l'indépendance des protocoles radio de l'UTRAN (couches MAC et RLC) par rapport aux couches de transport réseau. D'autre part, la couche PDCP offre les algorithmes de compression de données ou d'entêtes de paquets de données, permettant un usage plus efficace des ressources radios.

La couche **BMC** ***(****Broadcast/Multicast Control****)*** assure les fonctions de diffusion de messages sur l'interface radio pour les besoins du service SAB *(Service Broadcast Service).*

Le niveau 3 : contient la couche RRC a pour fonction principale la gestion de la connexion de signalisation établie entre l'UTRAN et le mobile. Cette connexion est utilisée lors des échanges de signalisation entre le mobile et l'UTRAN, par exemple à l'établissement et à la libération de la communication.

Elle s'occupe également des fonctions suivantes :

- Diffusion des informations système transportées par le canal logique BCCH .
- Paging.
- Sélection de la première cellule et re-sélection en mode veille.
- Etablissement, maintient et relâchement d'une connexion RRC entre un terminal et l'UTRAN.
- Contrôle des supports radio, canaux de transport et canaux physiques.
- Contrôle des mesures effectuées par le terminal
- Gestion de la mobilité en mode connecté (HO et relocalisation (SRNC relocation)).

III.7.2 Les canaux de l'UMTS (Voir Annexe)

Le standard 3GPP a normalisé 3 types de canaux en UMTS, les canaux logiques, de transport et physiques :

- Canaux logiques (BCCH, PCCH, DCCH, CCCH, DTCH, CTCH): ils font référence aux différentes données véhiculées par les protocoles radio de l'UTRAN.

- Canaux de transport : définissent la manière dont les données sont transmises sur l'interface radio. On distingue deux catégories de canaux de transport : les canaux dédiés (*dedicated channels*) qui sont affectés à un seul et unique utilisateur du réseau, le seul canal dédié qui existe est le DCH, et les canaux non dédiés, ou communs (*communs/shared channels*) qui sont : BCH, FACH, PCH, RACH, CPCH, DSCH.

- Canaux physiques comme P/S-CCPCH, PRACH, PDSCH, DPDCH : Les canaux physiques sont utilisés sur l'interface radio pour supporter les canaux de transport. Un

Rapport-Gratuit.com

canal physique est caractérisé par une fréquence porteuse, un code de canalisation (*Channelization code*), un code d'embrouillage (*scrambling code*). Ainsi, un canal physique peut supporter plusieurs canaux de transport ou un canal de transport soit supporté par deux canaux physiques distincts.

Correspondance entre les canaux

La figure suivante donne la correspondance entre les canaux logiques, les canaux de transport et les canaux physique.

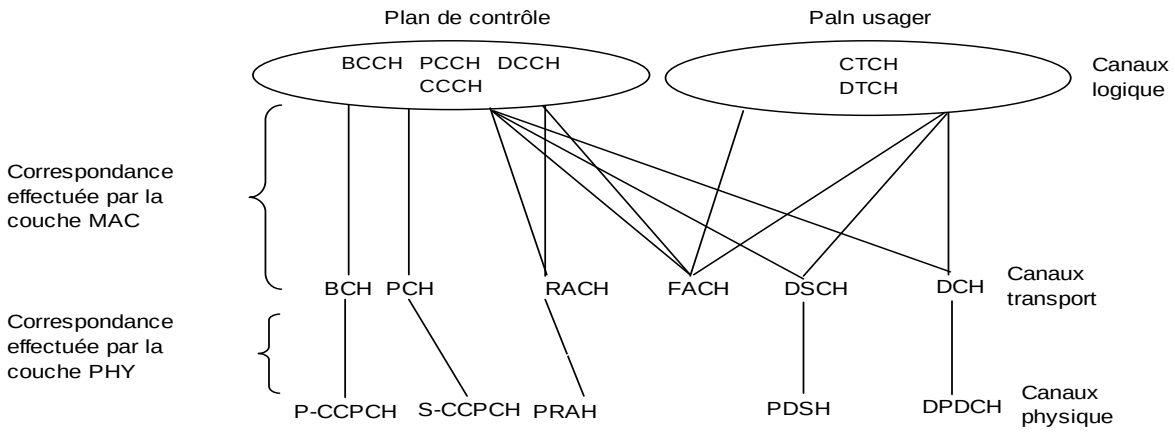


Figure 14: La correspondance entre les canaux

On remarque d'après la figure que certains canaux logiques comme le BCH et le PCCH ont un seul choix de correspondance, Les informations qui transitent par ces canaux sont connues et décrites par les spécifications de l'UTRAN. Un nombre restreint de canaux de transport est donc suffisant. Par contre, dans le cas des canaux logiques dédiés DCCH et DTCH, un grand nombre de possibilités sont offertes par la norme, utilisant des canaux de transport communs (RACH, FACH, DSCH) ou un canal de transport dédié (DCH). Il est donc possible d'allouer le canal de transport le mieux adapté aux caractéristiques du trafic de chaque usager.[1]

III.8 Radio ressource managements (RRM): [7]

III.8.1 Contrôle d'admission

Le Contrôle d'Admission sert pour éviter des situations de surcharge dans le réseau radio. Basé sur les mesures d'interférence et de charge nette dans la cellule , le RNC décide si des connexions en plus peuvent être permises. Chaque nouvelle connexion occupe

certaines des ressources disponibles. S'il n'y a plus aucune ressource disponible, le RNC refuse l'accès d'un nouvel UE au réseau.

III.8.2 Contrôle de congestion:

Si les abonnés actifs dans une cellule provoquent une situation de surcharge, le Contrôle de Congestion fournit des fonctions qui rendent le système à un état stable. Le Contrôle de Congestion peut, par exemple,

- forcer un handover à un différent Node B
- forcer un handover au système GSM
- réduire le débit des abonnés actifs.

III.8.3 Allocation de codes :

Le Contrôleur de Réseau radio est responsable de l'allocation des codes, c-à-d d'assigner les codes à chaque connexion. Le RNC contrôle constamment les codes utilisés dans ses Nodes B. Les codes doivent être uniques.

III.8.4 Contrôle de puissance:

Le contrôle de puissance est primordial. Sans lui, un seul terminal mobile émettant à une puissance trop élevé pourrait empêcher tous les autres terminaux mobiles de la cellule de communiquer, puisque tous les utilisateurs émettent dans la même bande de fréquence. Chaque utilisateur peut être une source d'interférence pour les autres. Il est donc important de mettre en oeuvre un mécanisme qui permet aux terminaux mobiles d'ajuster leur puissance d'émission tout en garantissant une bonne réception à la station de base.

III.8.4.1 Le contrôle de puissance Open-loop (Slow)

Le contrôle de puissance Open-loop est utilisé pour initialiser le niveau de puissance au début de la communication. Le mobile ajuste la puissance d'émission de sa demande d'accès en fonction de la perte de propagation mesurée grâce au CPICH. La perte de propagation est la même sur les deux liens.

Perte de propagation = Puissance émise - Puissance reçue

III.8.4.2 La boucle fermée intérieure entre le NodeB et le mobile (innerloop)

Il contrôle la puissance d'émission du mobile pendant chaque slot, soit avec une fréquence de 1500 Hz.

Pour lutter contre les effets des évanouissements, Le NodeB dispose d'une consigne *Eb/N* qui dépend de la nature de la communication en cours. Chaque slot, le NodeB envoie une consigne au mobile lui demandant d'augmenter ou de réduire sa puissance d'émission en fonction du*Eb/N* mesuré.

III.8.4.3 La boucle extérieure entre le RNC et le Node B (Contrôle de puissance outerloop)

C'est une boucle lente qui fixe la valeur de la consigne *Eb/N*. Cette valeur est fixée d'après une mesure du pourcentage de trames erronées. La boucle extérieure permet d'éviter l'effet d'éblouissement.

III.8.4.4 Contrôle de puissance sur le lien descendant

Il y a uniquement un contrôle de puissance rapide en boucle fermée. Chaque mobile demande au Node B d'augmenter ou de diminuer sa puissance d'émission tous les slots sur le code de canalisation correspondant .

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

III.8.5 Contrôle de Handover

En UMTS, il y a la possibilité de changer de cellule si la qualité de transfert se détériore. On appelle ce processus le handover. Il y a deux types de remise dans UMTS :

- Le soft handover (soft - softer)
- Le hard handover (l'Inter-fréquence ou le handover Inter-système)

III.8.5.1 Le soft handover

Le soft handover permet au mobile d'être connecté simultanément à plusieurs stations de base, donc la transmission n'est pas interrompue au cours du changement de cellule.
Le RNC sélectionne une liste de Node B candidats à entrer en Soft Handover selon le critère suivant : *Eb/N* (Noeud courant) - *b/N*(Noeud candidat) < Seuil

III.8.5.2 Le softer handover

Le softer handover se produit quand les stations de base sont sectorisées. Ainsi, quand le terminal mobile se trouve dans une zone de couverture à deux secteurs adjacents d'une station de base, les communications avec la station de base empruntent simultanément deux canaux radio, un pour chaque secteur. Les signaux sont ainsi combinés au niveau de la station de base RNC

III.8.5.3 Le Hard handover

Il permet de réaliser des Hard handover interfréquences ou intrafréquences. Il est utilisé pour les procédures suivantes : Reconfiguration d'un canal physique, établissement, reconfiguration ou libération du support radio, reconfiguration d'un canal de transport.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons introduit le cadre général de l'étude en décrivant la technologie WCDMA, ses caractéristiques techniques, sa nouvelle architecture coté UTRAN, ses nouvelles fonctionnalités, couches et types de canaux, les débits qu'elle offre aux utilisateurs suivant un management des ressources radio disponibles et les différents services en temps réel et temps non réel .
Pour améliorer encore les débits en DL et UL et atteindre plus de 384kbps on a eu recours à d'autres technologies 3.5G à savoir l'HSDPA (High Speed DL Packet Access) et HSUPA (High Speed UL Packet Access) utilisant la même structure du réseau de la WCDMA et d'autres spécificités propres aux nouvelles technologies.
Le chapitre suivant décrit l'HSDPA et ses nouvelles fonctionnalités apportées par la version RASO6 développée par NSN sur lesquels nous nous focalisons sur l'optimisation du débit dans la région sélectionnée.

La technologie HSDPA

I. Introduction

Une nouvelle technologie est apparue comme amélioration du système UMTS. Cette technologie appelée HSDPA vise à atteindre des débits descendants théoriques de 14.4 Mb/s dans le but de supporter des services multimédias notamment le streaming vidéo. Pour atteindre ces objectifs l'HSDPA, est basé sur les évolutions suivantes :

- Utilisation de ressources partagées
- Introduction d'une nouvelle modulation 16QAM (4 bits par symbole)
- Raccourcissement des intervalles d'envoi des paquets
- Adaptation rapide du lien radio
- Mise en place d'un nouveau mécanisme d'acquittement des paquets
- Affectation rapide des liens radio

II. Les canaux relatifs à la technologie HSDPA[8]

Dans ce paragraphe, nous allons présenter les différents canaux introduits par la technologie HSDPA :

II.1 Le canal HS-DSCH :

Le HSDPA introduit le canal de transport HS-DSCH (High Speed Downlink Shared Channel) comme une évolution du canal DSCH de l'UMTS. Ce canal doit coexister avec les canaux déjà présents dans la Release 99 et dans la Release 4 des spécifications techniques du 3GPP.

Le HS-DSCH est un canal haut débit dont le rôle est de convoyer l'information du nœud B vers l'UE tout en garantissant la qualité de service requise. Les canaux HS-PDSCH (canaux physiques pour le transport des données) sont envoyés sur l'interface radio sous forme de trame ayant la structure présentée sur la Figure suivante :

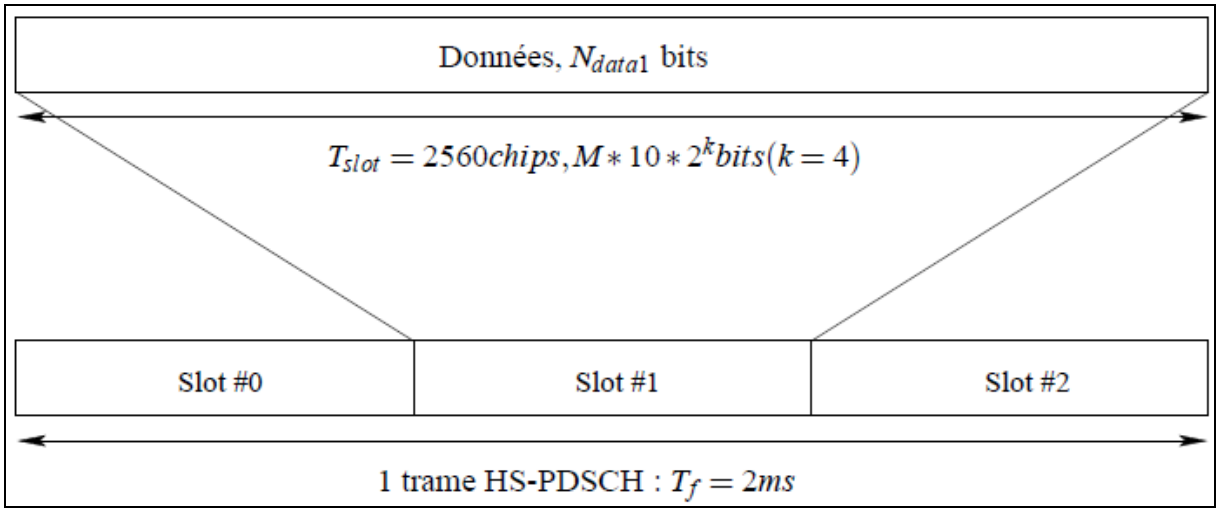


Figure 15: Structure de la trame HS-PDSCH

Chaque trame est d'une durée de 2 ms et est divisée en 3 slots de 2560 chips chacun. Le nombre de bits par slot dépend du type de la modulation utilisée, et est calculé par la formule suivante :

$$N_{data1} = M*10*2^k$$

Où M est le nombre de bits par symbole modulé : M=2 pour QPSK et M=4 pour 16-QAM. Dans le but de résumer les caractéristiques liées à ce canal, le tableau suivant montre les ressources associées aux canaux DCH et HS-DSCH du lien descendant :

Canal	**HS-DSCH**	**Downlink DCH**
Spécification	Release 5	R99
Facteur d'étalement	Fixé, 16	Fixé (512-4)
Modulation	QPSK/ 16-QAM	QPSK
Contrôle de puissance	Pas de controle de puissance	Rapide
Entrelacement	2 ms	10-80 ms
Schémas de codage canal	Codage Turbo	Codage Turbo Et convolutionel

Tableau 3: Comparaison du canal HS-DSCH avec le canal DCH en DL

II.2 Le canal HS- SCCH :

Il prend en charge l'information de contrôle nécessaire de la couche physique afin de permettre le décodage des données sur le canal HS-DSCH.
Chaque bloc HS-SCCH est composé de trois slots et divisé en deux parties fonctionnelles.
Les paramètres de la première partie indiquent :

- les codes à désétaler. Ceci renvoie aux capacités du terminal à désétaler un maximum de 5, 10 ou 15 codes
- le type de modulation utilisé : QPSK ou 16QAM

Les deux autres slots, correspondant à la deuxième partie, contiennent des paramètres moins sensibles au temps. Parmi les paramètres indiqués par cette deuxième partie :

- le nombre de processus ARQ pour indiquer à quel processus ARQ appartiennent les données.
- l'indicateur de première et dernière retransmission afin de savoir si la transmission doit être combinée avec les données existantes dans le buffer (dans le cas où le décodage échoue) ou si le buffer doit être vidé et ensuite rempli avec de nouvelles données.

II.3 Le canal HS- DPCCH:

Comme montré sur la figure suivante Le HS-DPCCH transporte les paramètres suivants :

- les transmissions ACK/NACK afin de refléter les résultats de la vérification CRC après le décodage de paquets
- le CQI (Channel Quality Indicator) qui indique la taille de bloc de transport, le type de modulation ainsi que le nombre de codes parallèles pouvant être correctement reçus (avec un taux d'erreurs raisonnable) sur le lien descendant.

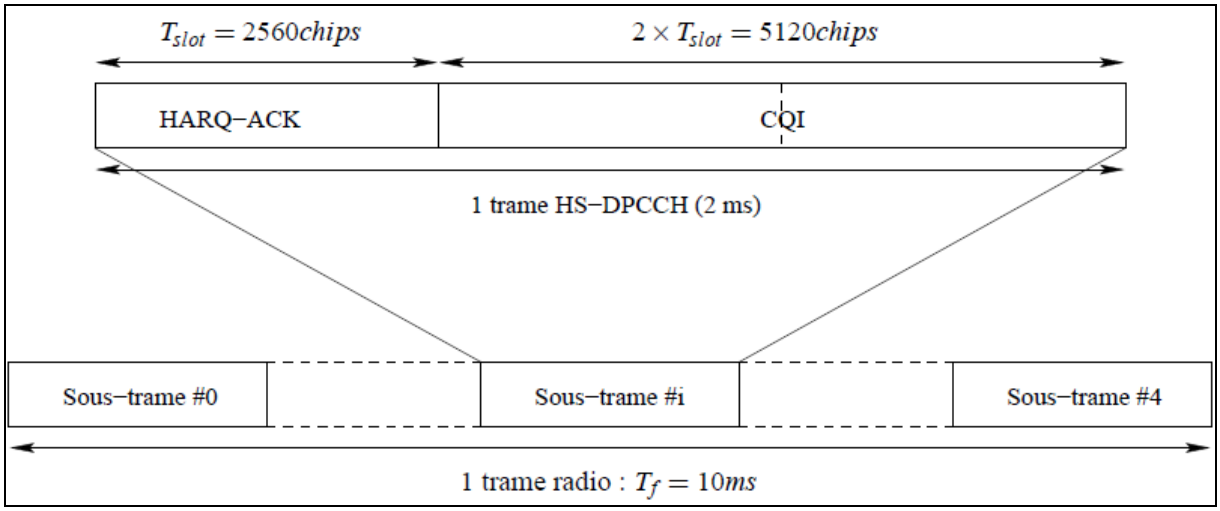


Figure 16: Structure de la trame HS-DPCCH

Le HS-DPCCH est étalé avec un facteur d'étalement de 256. Il y a donc 10 bits par slot dans une trame HS-DPCCH. Le format d'un slot HS-DPCCH est présenté dans le tableau suivant :

Débit binaire (kbps)	**Débit symbole (Ksps)**	**SF**	**Nombre de bits par trame**	**Nombre de bits par slot**
15	15	256	30	10

Tableau 4 : Formats d'un slot HS-DPCCH.

III. Spécifications HSDPA[9]

III.1 Modulation et codage adaptatif (AMC)

Dans le but d'améliorer la performance d'un système, en termes de débit de données et de fiabilité de la couverture radio, le signal transmis vers et par un utilisateur particulier est modifié de façon à prendre en compte les variations de la qualité du signal à travers un processus connu sous le nom d'adaptation au lien radio, connu également sous le nom de AMC (Modulation et Codage Adaptatif).

Au lieu de garder une qualité de signal constante au niveau du récepteur, on peut changer la modulation et le code du signal transmis de telle façon que le maximum d'informations soit transmis lorsque l'état du canal est bon, et le moins possible lorsque le canal est détérioré. Cette technique est l'AMC. Comparé à la technique conventionnelle de contrôle de puissance, l'AMC apporte une capacité beaucoup plus élevée pour les systèmes radio à transmission de paquets. Un autre avantage de l'AMC est que la puissance d'émission est fixe pendant toute la durée de la trame, ainsi les interférences provenant des autres utilisateurs sont significativement réduites.
De plus une nouvelle modulation est proposée dans la Release 5, la modulation 16QAM. Mais contrairement à la modulation QPSK, celle-ci est optionnelle et dépend du type de terminal utilisé. La modulation 16QAM soutient 4 bits/symboles au lieu des 2 bits/symboles de la modulation QPSK.

Figure 17 : Constellation des modulations 16QAM et QPSK

Les débits sont ainsi augmentés de manière significative. La modulation 16QAM requiert de bonnes conditions de canal et une bonne performance des récepteurs comparée à la modulation QPSK.
La décision d'une transmission en 16QAM ou QPSK est faite dans le réseau en utilisant la qualité du canal d'information provenant du mobile via un canal de control montant (HS-DPCCH). En effet, les mobiles HSDPA effectuent des mesures de la qualité du canal physique descendant et transmettent un indicateur de qualité du canal (CQI : Channel Quality Indicator). Il faut noter que l'introduction d'un ordre de modulation plus élevé est accompagnée d'une plus grande complexité dans les terminaux mobiles, qui doivent estimer l'amplitude relative des symboles reçus.

CQI	Modulation	Rendement de codage	Débit binaire utile (Kbps)
1	QPSK	0.1677	80.50
10	QPSK	0.4465	643.00
15	QPSK	0.6964	1671.50
16	16-QAM	0.3739	1794.50
25	16-QAM	0.7518	7217.50
30	16-QAM	0.8883	12791.00

Tableau 5: Exemples de schémas de codage et modulation.[11]

En combinant le type de modulation, le taux de codage et le nombre de codes supportés, nous obtenons 5 combinaisons 5, appelées également schéma de modulation et de codage MCS (Modulation and Coding Scheme), qui ont été proposées par le 3GPP dans la Release 5.
L'AMC a été intégré aux fonctionnalités des Nodes B supportant la technologie HSDPA. Par conséquent, la station de base a la responsabilité de sélectionner l'algorithme de modulation et de codage approprié.
Selon le nombre de codes parallèles pouvant être supporté par le terminal, nous obtenons plusieurs classes de terminaux HSDPA spécifiées dans la Release 5 avec un total de 12 catégories. Ces catégories permettent d'avoir des débits pics allant de 0.9 à 14.4 Mb/s. Les dix premières classes de terminaux doivent être capables de supporter la modulation 16-QAM, alors que les deux dernières supportent uniquement la modulation de base QPSK.

Catégorie	Nombre maximum de codes parallèles	Bits des canaux de transport par TTI	Type de HARQ	Débits (Mbps)
1	5	7298	Soft combining	1.2
2	5	7298	IR	1.2
3	5	7298	Soft combining	1.8
4	5	7298	IR	1.8
5	5	7298	Soft combining	3.6
6	5	7298	IR	3.6
7	10	14411	Soft combining	7.2
8	10	14411	IR	7.2
9	15	20251	Soft combining	10.2
10	15	27952	IR	14.4
11	5	3630	Soft combining	0.9
12	5	3630	IR	1.8

Tableau 6 :Catégories de terminaux supportant la technologie HSDPA[12]

III.2. Retransmission rapide:

Afin d'assurer la fiabilité des transmissions, on distingue deux grandes classes de mécanismes: les mécanismes réactifs ARQ (Automatic Repeatre Quest) et les mécanismes proactifs FEC (Forward Error Correction).
Dans les mécanismes réactifs, l'émetteur réagit à la signalisation d'une perte de paquet en retransmettant ce paquet.
En ce qui concerne le fonctionnement des mécanismes proactifs, l'émetteur rajoute des paquets de redondance permettant au récepteur de récupérer des paquets perdus. Ces paquets de redondance sont calculés en utilisant des codes correcteurs d'erreurs.
Ces deux mécanismes sont souvent combinés en utilisant des acquittements pour ajuster la quantité de redondances des codes FEC. Une telle combinaison de mécanismes est appelée « ARQ hybride » ou HARQ (Hybrid Automatic Repeatre Quest).
Le HARQ peut être caractérisé par certains paramètres tels que la synchronisation, l'adaptabilité ainsi que la manière dont est faite la combinaison.
On dit qu'un système HARQ est adaptatif si on peut réaliser des retransmissions en utilisant un autre type de modulation autre que celui qui a été utilisé pour la transmission originale.

On distingue deux variantes de l'HARQ selon que l'on combine ou non les retransmissions:

- **HARQ de type I** : dans cette variante, appelée aussi chase combining ou soft combining, il n'y a pas de combinaison des retransmissions. Le Soft combining fait

appel à la retransmission par l'émetteur du même paquet de données codées. Le décodeur au niveau du récepteur combine ces copies multiples du paquet envoyé, pondéré par le rapport signal/bruit reçu.

- **HARQ de type II** : cette technique, connue aussi sous le nom de IR (Incremental Redundancy), envoie, contrairement à la précédente qui envoie des répétitions simples de tout le paquet encodé, une information redondante additionnelle d'une manière incrémentale si le décodage échoue à la première tentative.
  Il est à noter qu'avec la deuxième variante, on obtient de meilleures performances, mais elle nécessite plus de mémoire dans le récepteur du terminal mobile pour stocker les informations de redondance

III.3 Ordonnancement rapide:

L'ordonnancement est l'un des plus importants mécanismes de gestion de ressources dans les réseaux HSDPA, qui permet de déterminer à quel utilisateur il convient de transmettre dans un intervalle de temps donné. C'est un élément déterminant dans la conception puisqu'il répartit l'allocation du canal entre les utilisateurs et ainsi, d'une manière générale, détermine le comportement global du système.
L'ordonnancement pour HSDPA est désigné comme rapide dû au fait que, comparé avec les spécifications du Release 99 , l'ordonnancement est déplacé du RNC au Node B pour réduire les délais, ainsi des décisions de séquencement plus rapides peuvent être prises.
Les données à transmettre aux utilisateurs sont placées dans différentes files d'attentes, dans un buffer et l'ordonnanceur doit déterminer l'ordre séquentiel dans lequel les flux de données sont envoyés. Ainsi, en choisissant différents algorithmes d'ordonnancement, les opérateurs peuvent adapter sur mesure le comportement du système à leurs besoins.
Les algorithmes d'établissement du programme généralement utilisés sont :

III.3.1 L'algorithme « Round-Robin (RR) »:

Utilisé dans la solution RAS05, cet algorithme choisit les paquets d'utilisateur de façon cyclique sans prendre en compte les conditions radio pour chacun. Il y a deux inconvénients liés à la méthode de RR. Le premier est qu'il néglige les conditions de qualité du canal radio pour chaque utilisateur, ainsi les utilisateurs de qualité radio mauvaise peuvent se connecter avec de faibles débits, tandis que les utilisateurs en bonne qualité radio peuvent même ne recevoir aucune donnée. Cela va à l'encontre des objectifs du HSDPA car les débits seraient moindres. Le deuxième inconvénient de l'ordonnanceur RR est qu'il n'y a aucune différentiation de la qualité de service pour différentes classes d'utilisateurs.

rapport-gratuit.com

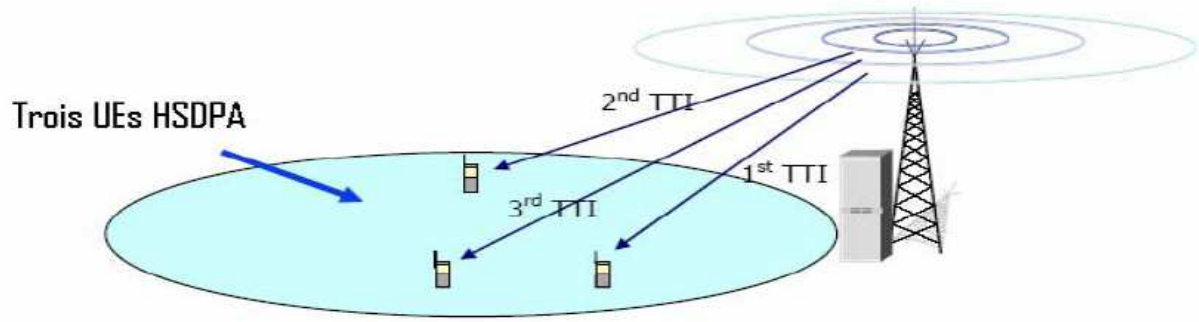


Figure 18 : Principe de « Round Robin Scheduling »

III.3.2 L'algorithme « Proportional Fair Scheduling (PF) »

Cet algorithme est utilisé dans la solution RAS05.1, il consiste à faire une allocation des ressources aux utilisateurs en tenant en compte des conditions du canal radio afin que l'utilisateur ayant les meilleures conditions radio soit prioritaire en terme de ressources. La Figure suivante montre deux courbes qui représentent les variations du profile canal de deux utilisateurs HSDPA. L'utilisateur ayant de bon rapport Es/No est sélectionné pour utiliser le canal HS-DSCH.

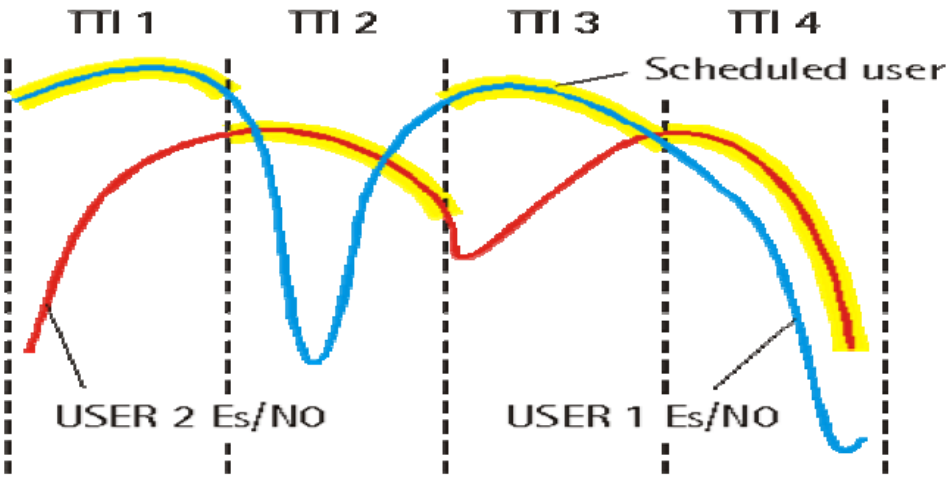


Figure 19 : Le principe de l'algorithme « Proportional Fair Scheduling ».

Pour chaque terminal, l'information disponible pour l'ordonnanceur inclut l'estimation de la qualité du canal (CQI) reçue sur le HS-DPCCH, la connaissance des files d'attente

prioritaires, et les processus de HARQ et la capacité du terminal. Basé sur l'information, l'ordonnanceur exécute les fonctions suivantes :

- Programme tous les utilisateurs de HSDPA à l'intérieur de la cellule.
- Entretient des files d'attente prioritaires.
- Basé sur les rapports de statut à partir des processus HARQ, le programmateur détermine si une nouvelle transmission ou une retransmission serait faite.
- Détermine une version de redondance appropriée et un algorithme de modulation pour chaque PDU MAC-hs transmise et retransmise et indique la version de redondance aux couches inférieures.

IV. Améliorations apportées par la RASO6 [7]

IV.1 Le multiplexage de codes (Code multiplexing)

Le multiplexage de codes est une fonctionnalité de HSDPA qui n'est pas implémentée de Nokia Siemens Networks qu'au niveau de la solution RASO6. En RAS05 et RAS05.1, les utilisateurs sont multiplexés en temps dans des intervalles de 2ms. Le multiplexage de codes permet d'envoyer des données à plusieurs utilisateurs sur le même TTI en utilisant différentes listes de codes pour chaque utilisateur. Par exemple, si on a deux utilisateurs HSDPA et si dix codes sont réservés pour le canal HS-PDSCH, cinq peuvent être utilisés pour transmettre des données au premier utilisateur et cinq pour le deuxième utilisateur sur le même TTI. Par contre, sans cette fonctionnalité, les dix codes seront utilisés, par exemple, juste pour le premier utilisateur sur un seul TTI.

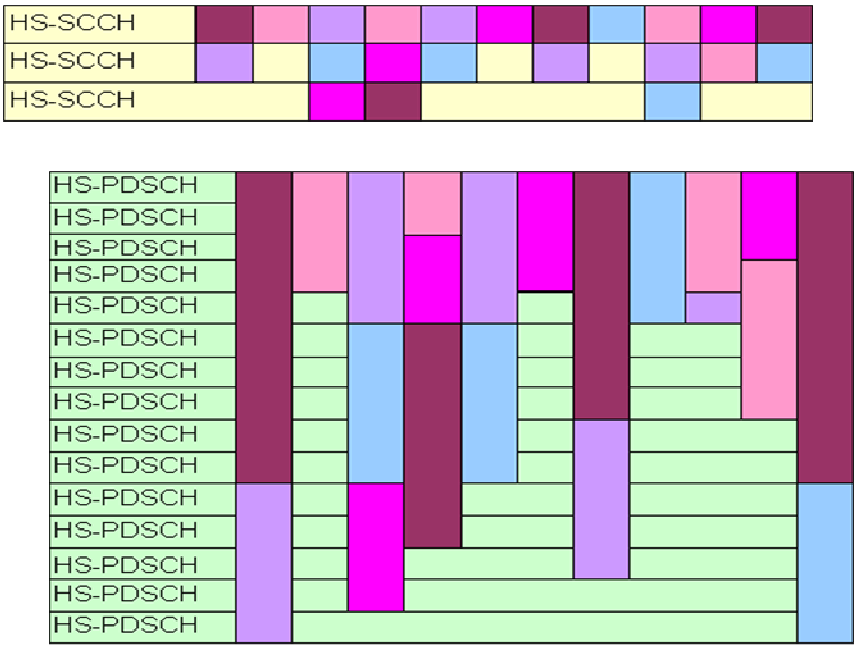


Figure 20 : Exemple de multiplexage de codes (couleur = utilisateur)[7]

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

IV.2 48 utilisateurs par cellule

La solution RASO6 de NSN, a permis d'atteindre un nombre de 48 utilisateurs par cellule, contre 16 utilisateurs dans les versions précédentes. Cette fonctionnalité peut être déployée en activant certaines fonctionnalités comme l'utilisation de 15 codes, et le multiplexage de codes.

IV.3 Allocation de puissance :

Le PS est responsable de la détermination de la puissance de transmission du canal HS-PDSCH, et ceci dépend du mode de fonctionnement :

- Allocation statique de la puissance HSDPA : la puissance allouée à la HSDPA est toujours limitée par **un seuil**, qui est conFigureurable et envoyé régulièrement par le RNC au Node-B

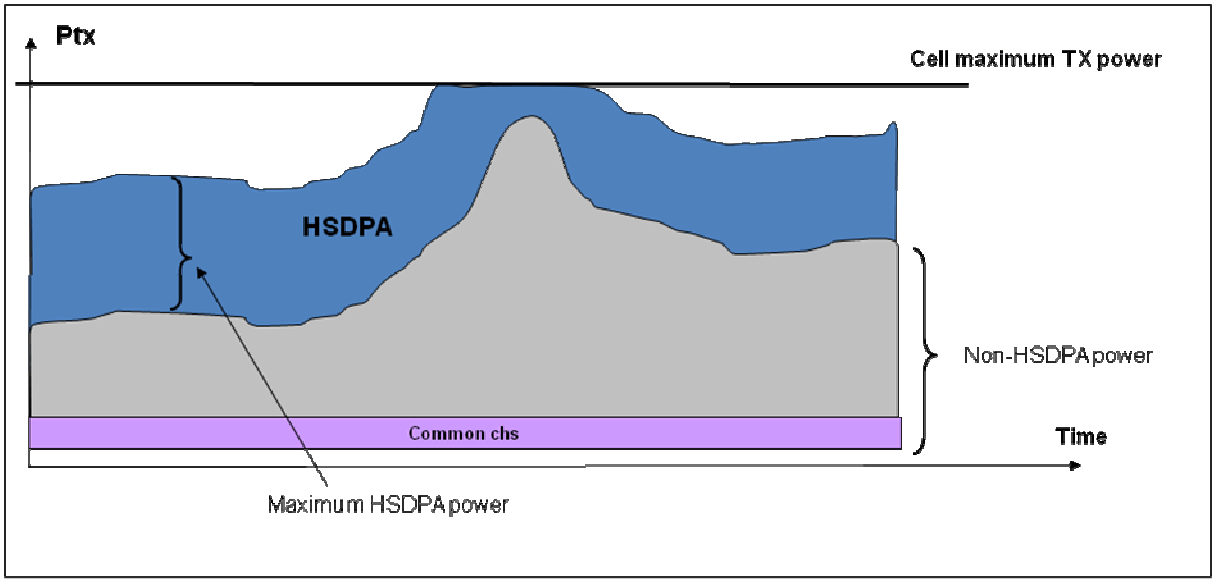


Figure 21: Limitation de la puissance de la HSDPA[7]

- Allocation dynamique de la puissance HSDPA : implémenté en RASO6, la puissance allouée à la HSDPA est le reste de la puissance disponible au niveau du Node-B, c'est à dire qui n'est pas utilisée par le trafic RT (DCH, canaux communs), et qui se partage dynamiquement entre les utilisateurs :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

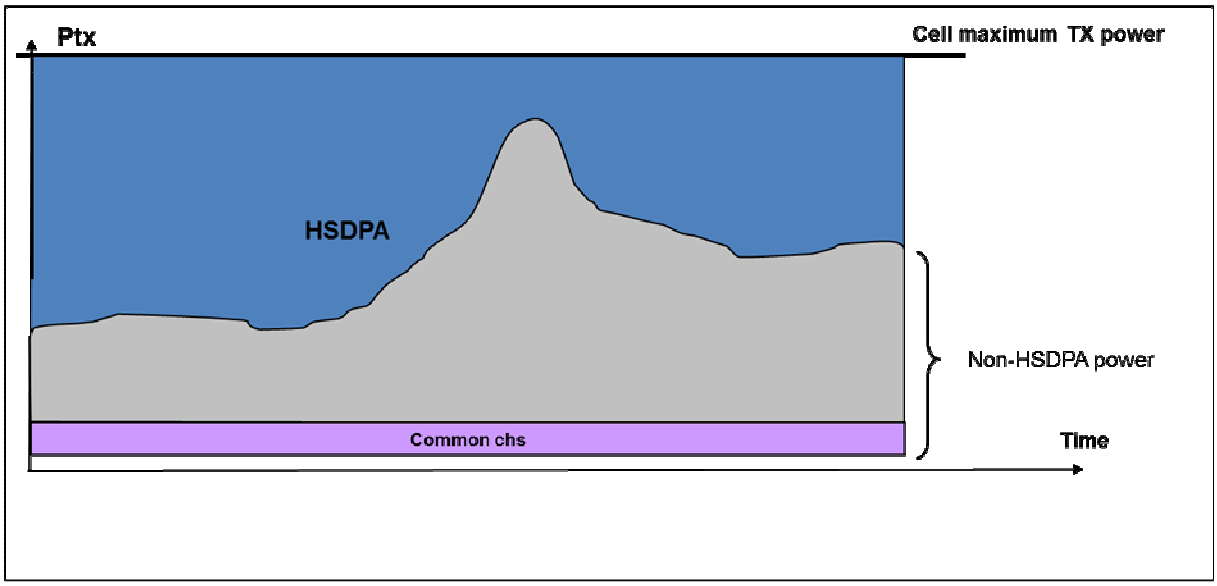


Figure 22: Allocation dynamique de la puissance HSDPA[7]

IV.4 Paramètre "16kbps Uplink DCH Return Channel ":

En HSDPA, on utilise un canal de retour DCH dans la liaison montante (Uplink DCH Return Channel). Les débits supportés par ce canal sont 64, 128 et 384 kbps, les deux premiers consomment 4 CE (Channel Element) de la capacité du NodeB, et 16 CE pour un débit de 384kbps, ce qui peut saturer facilement la capacité totale du Node B (240 CE). Par contre, une nouvelle fonctionnalité a été ajouté lors de la version NSN RASO6, il s'agit du 16kbps UL DCH Return Channel, qui peut allouer un débit plus faible, certes, mais l'activation d'une telle fonctionnalité nous permettra d'attribuer un seul CE pour chaque utilisation, ce qui améliorera ainsi la capacité et permettra une consommation accrue de CE par plusieurs utilisateurs simultanément.

IV.5 Gestion de mobilité: HSDPA Serving Cell Change

Une nouvelle fonctionnalité a été introduite au niveau de la RASO6 pour la gestion de la mobilité des utilisateurs lors du changement de la cellule servante vers une autre, c'est la HSDPA Serving Cell Change. L'ancienne méthode utilisée dans les versions précédentes DCH Switching consistait en la substitution du canal de transfert de données avec la cellule servante HS-DSCH par son canal DCH qui supporte le Soft HandOver comme montré dans la Figure suivante. Ce passage n'est plus nécessaire avec la HSDPA Serving Cell Change, il est désormais possible de substituer directement le canal HS-DSCH de l'ancienne cellule par un autre HS-DSCH de celui de la nouvelle dans le cas du handover intra RNC inter Node B. Ceci permettera de garder les débits supportés par les canaux HSDPA instantanément pour le mobile connecté.

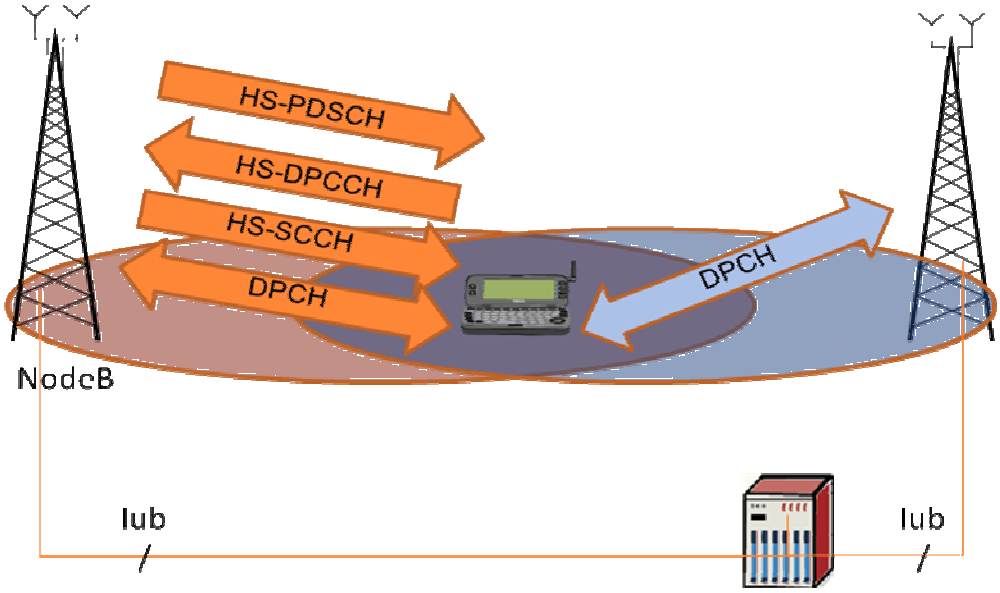


Figure 23: Handover intra RNC inter Node B[7]

Dans le 2ème cas du handover entre deux Nodes B appartenant à deux RNC différents, lors d'un handover , le mobile devait changer de canal de transmission HS-DSCH et le substituer par le canal FACH pour garder une connexion établie entre la cellule servante et la nouvelle cellule comme illustré ci dessous, chose qui causait une diminution du débit et un échec de transfert de tous les packets.
Dans la RASO6, cette fonctionnalité de gestion de mobilité permet de switcher au canal DCH et conserver la totalité des données transmises .

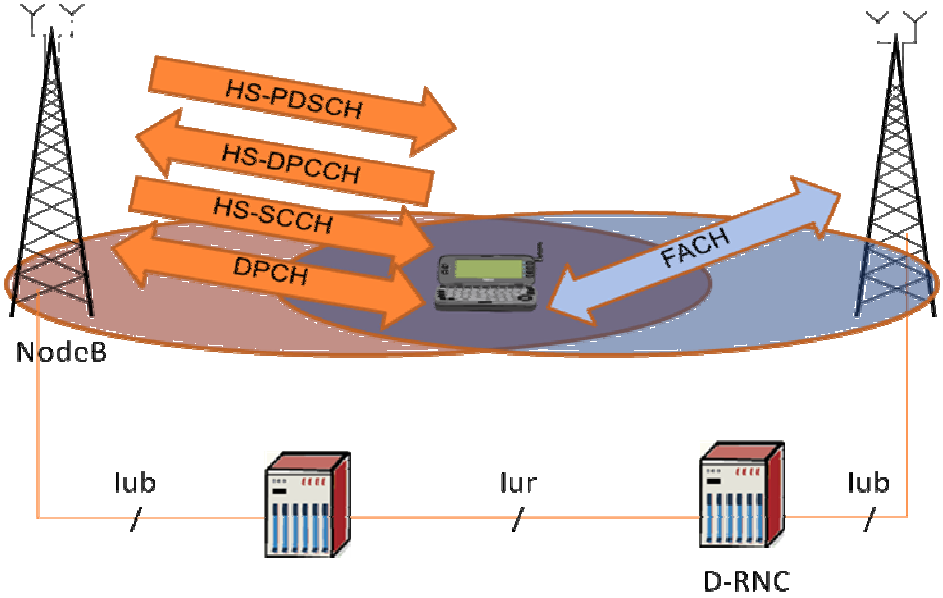


Figure 24: Handover inter RNC[7]

V. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté les techniques utilisées dans l'une des évolutions de l'UMTS à savoir l'HSDPA. En effet, nous avons mis l'accent les caractéristiques introduites comme le HARQ, l'ordonnancement rapide, et l'AMC ainsi que les canaux ajoutées : HS-DSCH, HS-SCCH et HS-DPCCH.

Nous avons aussi introduit les ajouts de la norme RASO6 de NSN. Cette étude va nous faciliter la compréhension de l'influence de l'introduction de l'HSDPA dans le réseau UMTS pour mener à bien la prochaine étape de notre travail à savoir l'optimisation du débit utilisateur.

Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques Fès
Département Génie Electrique

L'optimisation du débit utilisateur dans la région de Tétouan pour la technologie HSDPA

I. Introduction

Dans ce quatrième chapitre, il s'agira essentiellement de la présentation du travail effectué au sein d' NSN concernant l'optimisation du réseau de la région de Tétouan à partir de Drives test et d'analyse de statistiques KPI (Key Performance Indicators) des zones à débits faibles.

Une première partie portera sur l'optimisation à partir de la visualisation des zones à problèmes de débit sur le logiciel Nemo. Les DT pris sont selon quatre journées du mois de avril 2010 : 12,13, 14 du mois 4. De ces DT nous pouvons localiser les zones où le débit fourni par le réseau Méditel suivant la technologie HSDPA connait une faiblesse, les sites auxquels appartiennent ces zones et l'heure où ont été relevés ces débits. Nous pouvons aussi déceler si l'origine de ces limitations était la mauvaise qualité ou le niveau faible du signal reçu, une qualité médiocre du canal, un taux d'interférence ou d'erreur élevé….

Les propositions d'amélioration de débit dans ce cas là seraient physiques en jouant sur les azimuts et les tilts.

En effet les secteurs sont identifiés par leurs **azimuts et le tilt** de leurs antennes:

L'Azimut correspond à l'angle de l'axe du lobe principal de l'antenne par rapport au Nord, et le Tilt à l'angle entre l'axe de l'antenne et la verticale.

- Le Tilt d'une antenne sectorielle permet de :
  - Limiter la couverture dans la zone objet de l'étude,
  - Minimiser l'interférence dans le réseau,
  - Améliorer la couverture indoor aux alentours de la station

La valeur nominale du tilt d'une antenne sectorielle est comprise entre 2 et 10°

- La normalisation des azimuts des secteurs permet :
  - Une meilleure réutilisation des ressources spectrales,
  - Une complémentarité de couverture,
  - Une simplicité de maintenance

La deuxième partie portera sur l'analyse des paramètres KPI de la technologie HSDPA par jour et par heure suivant des rapports remontés par le RNC, dans ces rapports nous retrouveront les taux de disponibilité du réseau dans la zone en question, les tentatives de connexion, les échecs d'appels et de handover, les interférences à vide, les indicateurs de qualité remontés par le HS-DPCCH….etc

Ces paramètres peuvent être visualisés sur un logiciel MapInfo professional pour l'analyse des statistiques et sur Excel comme montré dans le chapitre suivant.

Les propositions que nous suggérerons par la suite seront concaténés avec les propositions déjà faites des DT, pour permettre une amélioration accrue et optimale du débit utilisateur respectant les facteurs technico économique de l'opérateur Méditel.

II. Outils d'analyse

II.1 Le logiciel « MapInfo Professional »

MapInfo Professional est un Système d'Information Géographique à l'origine Bureautique créé dans les années 1980 au État-Unis. C'est un logiciel qui permet de réaliser/construire des cartes en format numérique. Il permet de représenter à l'aide d'un système de couches des informations géo-localisées : points, polygones, image raster ... Il incorpore un grand nombre de formats de données, de fonctions cartographiques et de gestion de données... Le moteur d'édition de cartes de MapInfo est probablement le plus puissant des SIG. MapInfo est ouvert vers le Web et les globes virtuels ; il permet de publier sur le web des cartes réalisées sur un PC, de faire de la cartographie interactive, d'incorporer des informations des globes virtuels …MapInfo Professional est utilisé aussi bien dans le secteur privé que dans le secteur public pour sectoriser des territoires géographiques, optimiser des réseaux d'agences, administrer des patrimoines, gérer des infrastructures, prévenir les risques naturels, etc.

II.2 Le logiciel « Nemo »

II.2.1 NemoOutdoor

NemoOutdoor est un outil de DT (Drive Test) fournissant en temps réel des informations détaillées pour toutes activités comme audit, optimisation, benchmark de réseaux mobiles 2G, 3G, 3,5G, etc. NemoOutdoor supporte les options « indoor », les mesures PoC, ainsi que les mesures de qualité vocale basées sur les algorithmes ITU-R/PESQ. Toutes les technologies, GSM, HSCSD, GPRS, EDGE, WCDMA, HSxPA, AMPS, TDMA, CDMAOne, CDMA2000, Tetra, LTE sont aujourd'hui reconnues et implémentées. Les terminaux de test du marché de Nokia, Sagem, Samsung et Qualcomm sont également supportés.

II.2.2 NemoAnalyze

NemoAnalyze est une solution globale permettant de stocker et d'analyser un grand nombre d'informations de mesures provenant de sources « AniteNemo » et externes. C'est un outil d'analyse de post-processing performant qui peut être utilisé sur site ou au bureau. Il fournit entre autres un générateur de rapports de mesures de qualité permettant de surveiller de façon efficace les différents KPIs du réseau.

II.2.3 Les techniques de supervision de la QoS

Pour la mise à jour de l'état de fonctionnement du réseau, plusieurs outils d'analyse de la QoS sont mis en place. La comparaison des indicateurs obtenus par ces techniques et les paramètres de seuil, permet l'identification des origines des problèmes (échec d'établissement de TBF, coupure de session, etc.…). Ces techniques se basent sur des analyses de l'interface radio (DT) et sur des analyses systèmes.

II.2.4 Drive test

La méthode de mesure du DT consiste en la caractérisation précise des canaux radio. Cette technique d'analyse permet la récupération d'une trace des mesures faites par le mobile à différents instants enregistrés à l'aide du logiciel Nemo.

I.2.4.1 Chaîne de mesure

La méthode du drive test consiste à embarquer sur une voiture les équipements suivants:

- Un MS : un mobile de test équipé d'un logiciel spécial. Il est appelé généralement mobile à trace, pour NSN c'est Nokia N95 de catégorie 6 supportant toutes les technologies.
- Un système de localisation GPS (*Global Positionner System*) : utilisé pour la localisation exacte de la position dont on veut étudier l'environnement radio.
- Un PC portable : permet d'automatiser l'acquisition et le stockage des données. Le PC doit être équipé d'une carte interface RS 232 pour assurer le lien entre la sortie série de la MS et le port série du PC.
- Un onduleur d'alimentation permettant d'alimenter les différents appareils de mesure.

Tout le long du trajet, la MS effectue des mesures instantanées. Les données sont présentées en temps réel et seront stockées dans des fichiers .dt.

II.2.4.2 Mesures effectuées

Le DT offre une série de mesures en mode circuit ou paquet, dont les principales sont :

- Longitude, latitude (X, Y) : à l'aide du système de localisation GPS
- BLER, *Bloc Error Rate* : le taux d'erreur bloc est un indicateur de qualité spécifique au mode paquet. Un BLER très petit implique un grand taux de retransmission.
- CPICH Ec/N0 : énergie reçue par « chip », divisée par la densité de puissance reçue sur toute la bande, ces valeurs étant mesurées sur le canal pilote (CPICH) ; cette mesure reflète le niveau du champ reçu au niveau de la station mobile.
- CPICH RSCP (Received Signal Code Power) : puissance reçue sur un code, mesurée sur le canal pilote ; utilisée pour l'évaluation du handover, contrôle de puissance à boucle extérieure, contrôle de puissance à boucle ouverte en UL et pour le calcul du pathloss ; cette mesure reflète le niveau de la couverture.
- UE transmitted power : Cette mesure est la puissance totale transmise par UE dans une porteuse. Le point de référence pour la puissance transmise de l'UE est le connecteur de l'antenne.
- SIR : rapport signal à interférences, mesuré sur le canal DPCCH (canal de contrôle physique dédié)

- Packet Technology, indique la technologie déployée dans la région.
- L'Indicateur de Qualité de Canal (CQI) est une mesure de la qualité de communication des canaux sans fil envoyé par l'UE vers la node B sur le canal HS_DPCCH .

III. Analyse du Drive Test de Tétouan:

Détection du problème :

A partir des Drive Test de Tétouan visualisés sur Nemo Analyse, nous nous sommes intéressés en premier temps à la technologie régnante dans la totalité de la région pour détecter les zones où le réseau HSDPA pourra être optimisé, et les zones où règne le réseau UMTS et qui explique les limitations du débit que nous observons, et par conséquent déterminer principalement les zones à optimiser. La figure ci-dessous illustre la technologie déployée dans notre région :

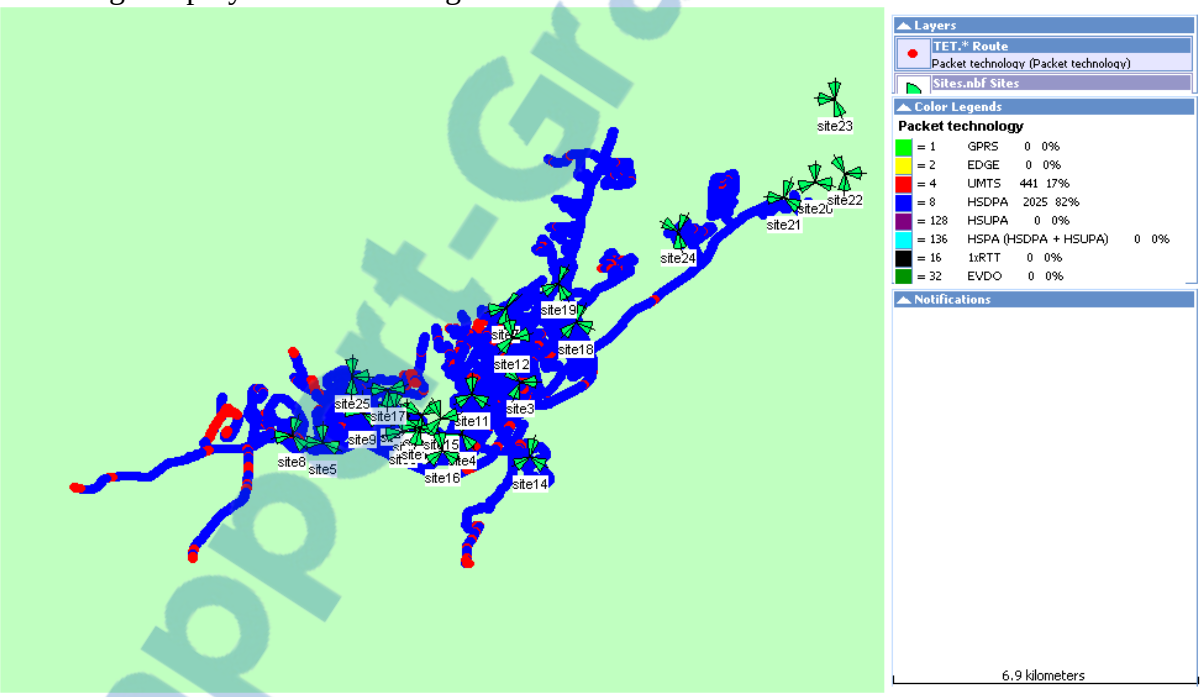


Figure 25 : Technologie régnante

Nous remarquons à partir de ce DT que la totalité de la zone est desservie en HSDPA avec un taux de 82%, les 17% de la région sont couvert par l'UMS principalement dans les bords de la région qui ne présente pas une agglomération importante.
Nous avons essayé par la suite de déterminer les zones qui présentent une faible couverture, à savoir un faible niveau et une faible qualité de champ reçus considérés à partir des maps Ec/No et RSCP. Nemo Analyse nous a permis de visualiser ces paramètres présents dans la zone de Tétouan suivant les cellules dont nous omettons de mentionner les noms pour une raison de confidentialité pour l'opérateur Méditel.

Rapport-Gratuit.com

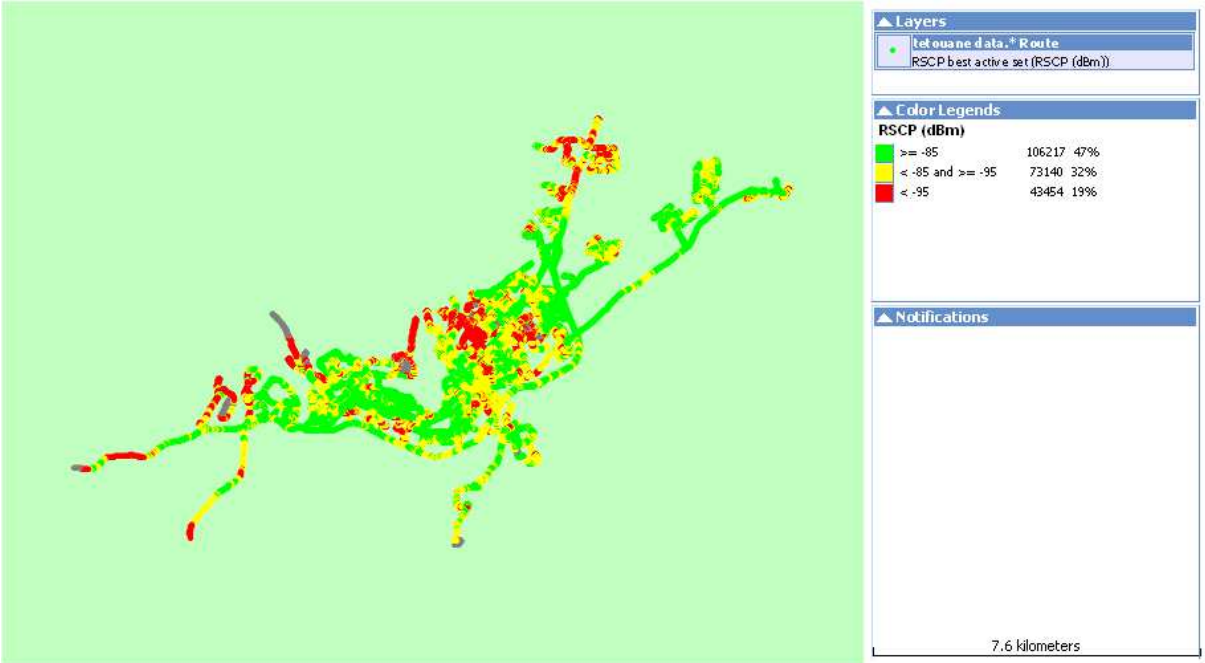


Figure 31 : RSCP Global de la zone de Tétouan

La figure ci dessus met en évidence le niveau de couverture de la zone de Tétouan Martil. Suivant la légende du DT indiquant 19% de la zone ayant un niveau de champ inférieur à -95 dBm, considéré comme le seuil qui indique la dégradation du niveau de champ reçu, on retrouve principalement trois zones à faibles RSCP, la zone gauche ne sera pas étudié à cause de sa faible agglomération.
Le RSCP est généralement accompagné d'une dégradation de la qualité du signal reçue par cette zone, à cause du bruitage extérieur comme on le voit sur la figure suivante :

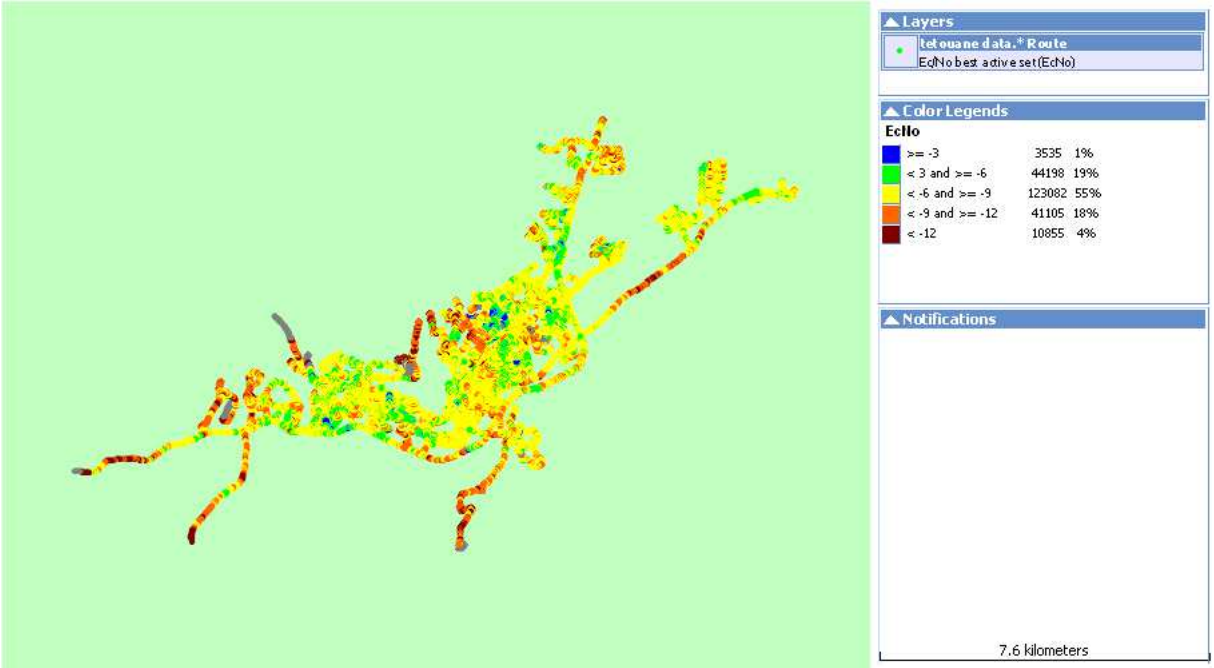


Figure 26 : Ec/No global de la zone de Tétouan

Dans les zones à EcNo faible < -12 dB et à RSCP < -95 dBm le problème est principalement dû à une mauvaise planification initiale de la couverture, à savoir les azimuts et les tilts initiaux des antennes qui ne desservent pas principalement les zones à proximité qu'ils sont censé couvrir et peuvent créer ainsi des interférences aux autres sites.
La figure suivante présente la dégradation du débit dans la zone à étudier :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

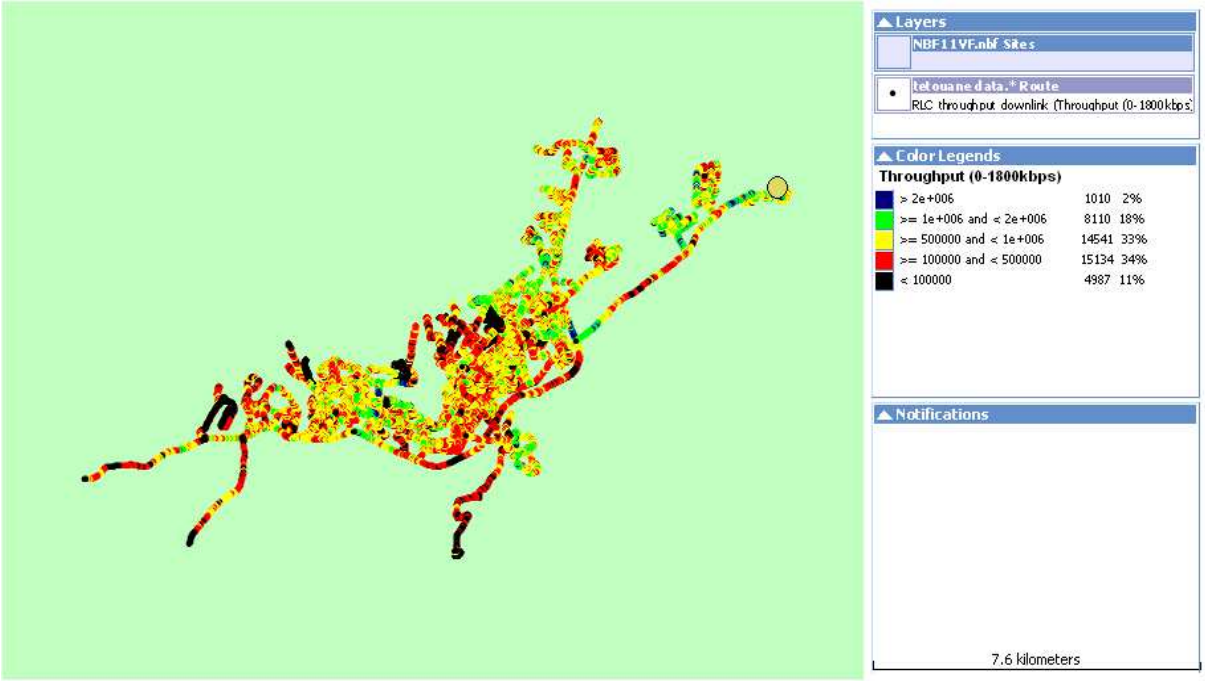


Figure 27 : Ec/No global de la zone de Tétouan

11% de la zone connait un débit faible inférieur à 100kbps et 34% connait un débit ne dépassant pas les 500 kbps.

Pour remédier à ce problème nous mettons en évidence certaines causes derrière ces limitations de débit comme suit :

Problème 1 :

Les figures suivantes montrent que le mobile se connecte généralement au site12 avec un faible Ec/No et un faible RSCP inférieurs aux seuils prescrits pour une bonne couverture ce qui se reflète automatiquement sur le débit HSDPA fourni par ses sites en DL:

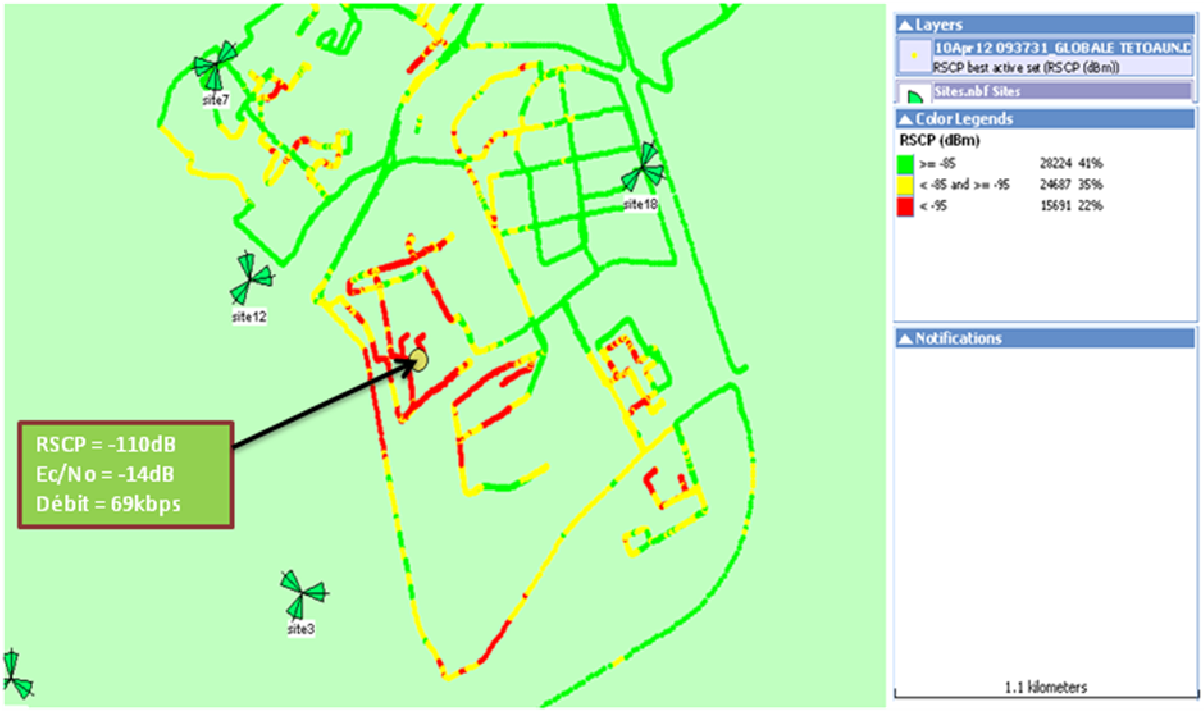


Figure 28: Niveau du RSCP au voisinage du site12

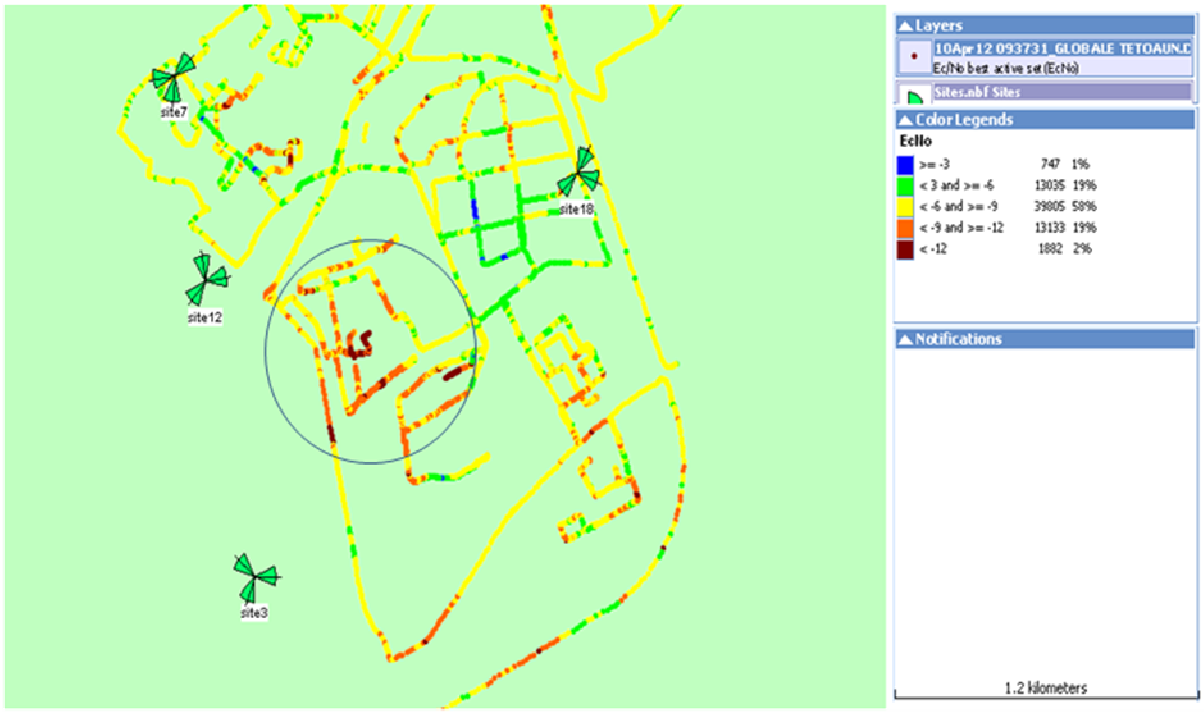


Figure 29: Niveau de l'Ec/No au voisinage du site12

Ce genre de problème peut être résolu par l'application d'un down tilt de l'antenne en question. Pour remédier au problème de bas débit dans cette zone, nous proposons donc un down tilt du secteur 2 du site 12 afin d'incliner l'antenne et permettre une bonne couverture dans la zone sélectionnée.

Problème 2 :

L'ajout d'un nouveau site s'avère parfois nécessaire, surtout dans une zone qui présente une densité démographique très importante, une grande agglomération et un manque de sites à proximité pour desservir parfaitement la zone sans créer des interférences sur les autres sites, et permettre une bonne connexion pour l'ensemble des utilisateurs souscrits à des débits HSDPA de 3.6 Mbps.

Dans la figure qui suit, nous observons un faible niveau et une mauvaise qualité du champ reçu où 34 % de la zone est couverte par un RSCP <-95%:

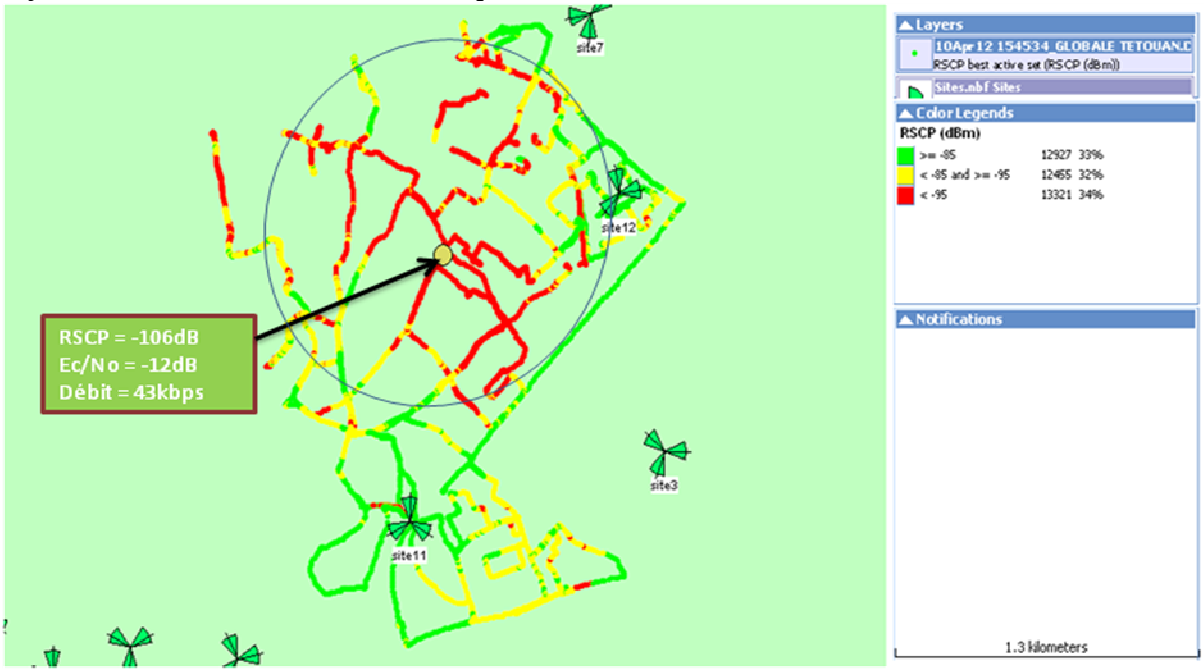


Figure 30: Niveau du RSCP dans la zone nordique de Tétouan.

Ceci a un impact très important sur le débit, car généralement il ne dépasse pas 500 kbps comme on peut le distinguer sur la figure suivante où nous retrouvons un débit < 100kbps pour 17% de la zone sélectionnée, entre 100 et 500 kbps pour 48%, ce qui ne correspond pas aux débits promis par Méditel atteignant les 3.6 Mbps:

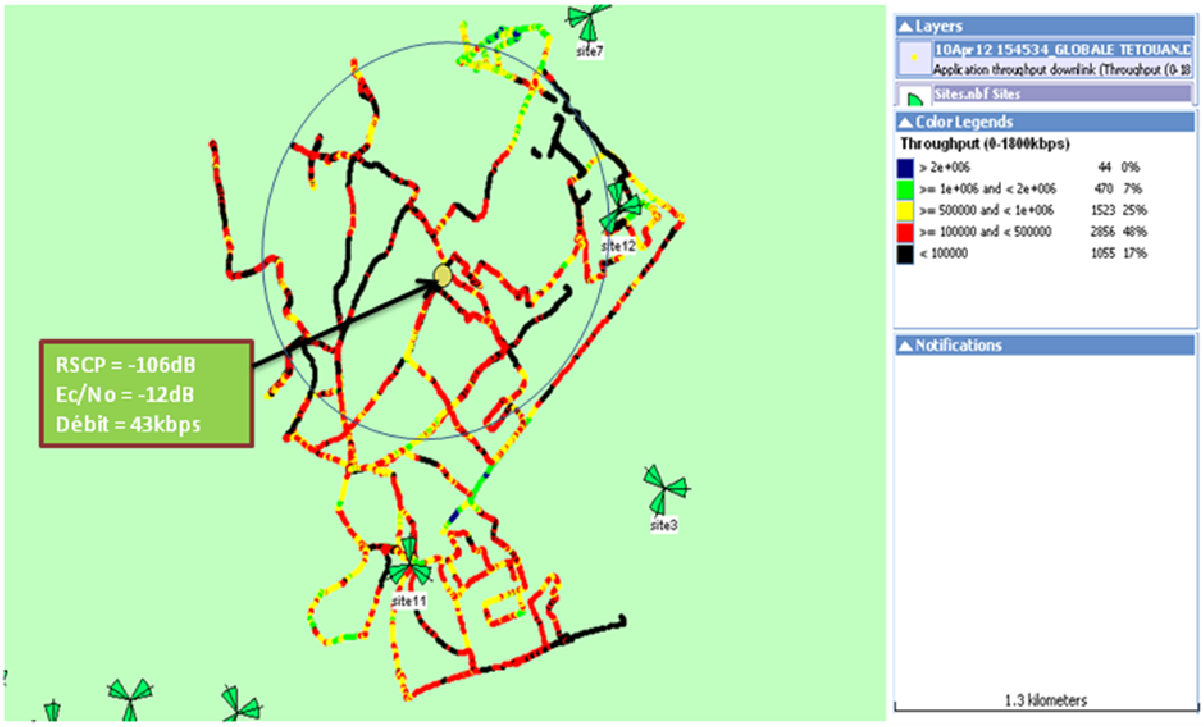


Figure 31 : Débit utilisateur dans la zone nordique de Tétouan.

Dans ce cas, il est nécessaire d'ajouter un nouveau site pour améliorer la couverture, ainsi que le débit utilisateur présent dans cette zone, comme montré sur la figure suivante prise sur Google Earth où sont affichés les sites 3G déjà existants et notre proposition d'ajout.

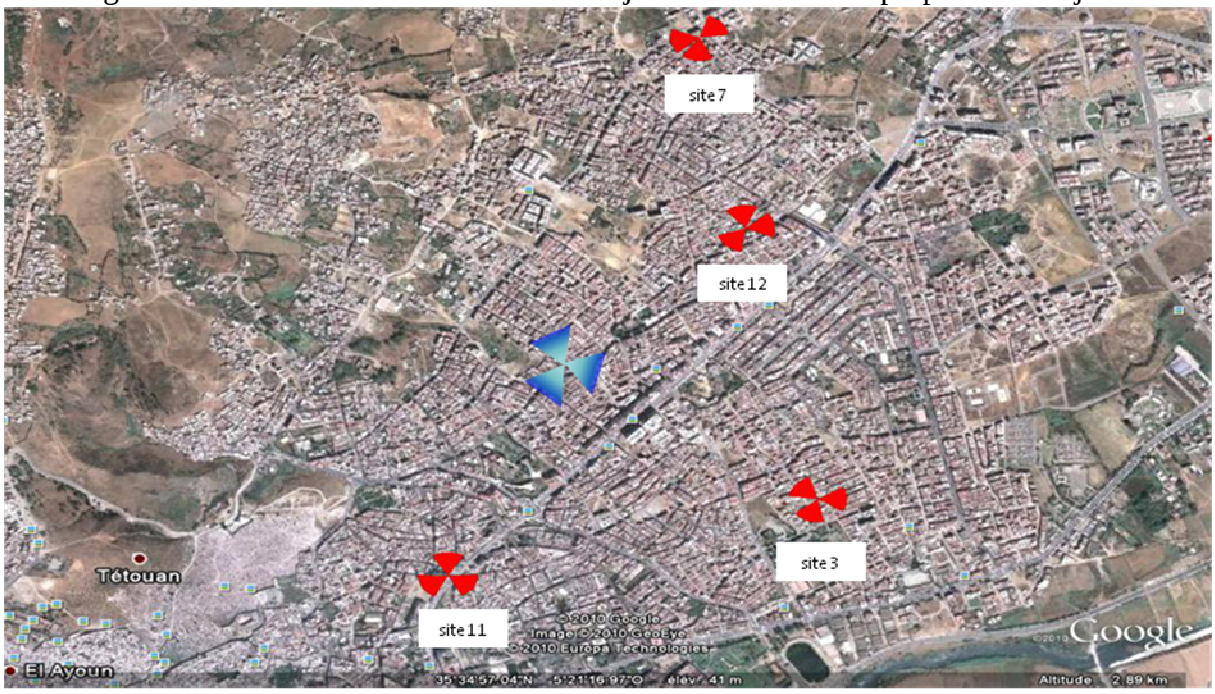


Figure 32: Proposition d'ajout d'un nouveau site à Tétouan.

Problème 3 :

Parmi les problèmes que nous pouvons aussi détecter à partir des DT, il existe le problème de « Pilot Pollution » causé par les interférences avec les autres sites, nous pouvons observer ce problème sur les maps illustrant les couvertures des sites utilisés. Ces maps nous permettent de visualiser quelle distance la portée d'un certain secteur peut atteindre.
Dans les figures suivantes nous retrouvons une bonne couverture de la zone selectionnée, cependant le débit reste limité et non satisfaisant aux demandes des utilisateurs:

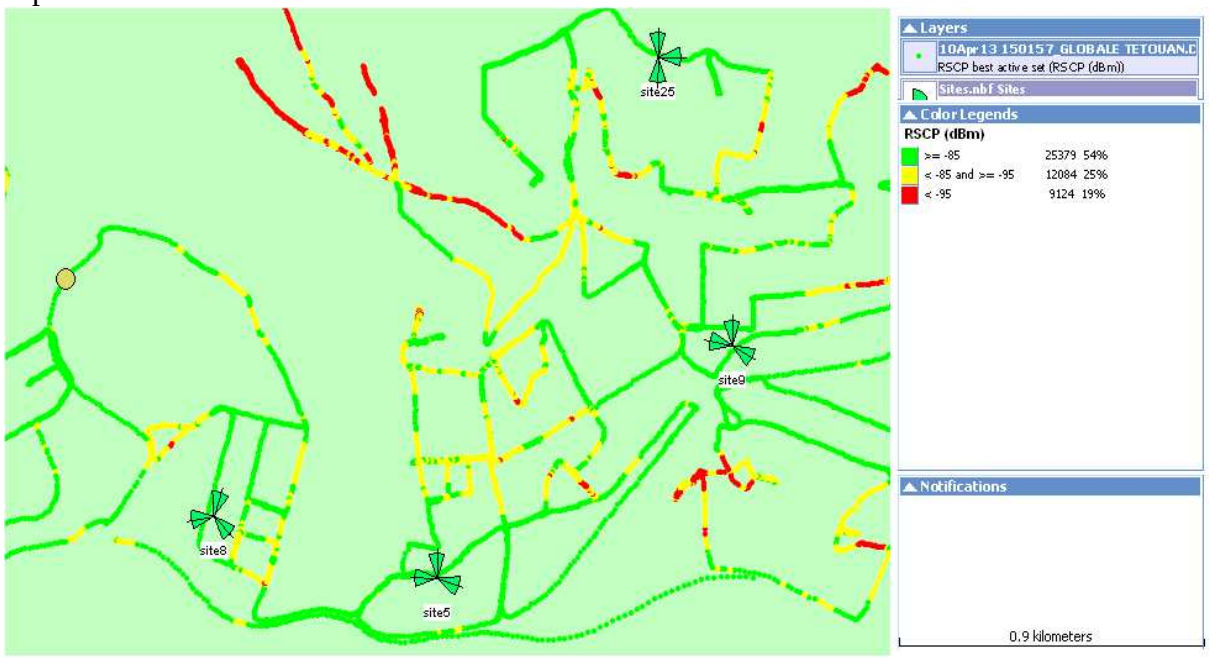


Figure 33: Le RSCP de la zone à problème 3

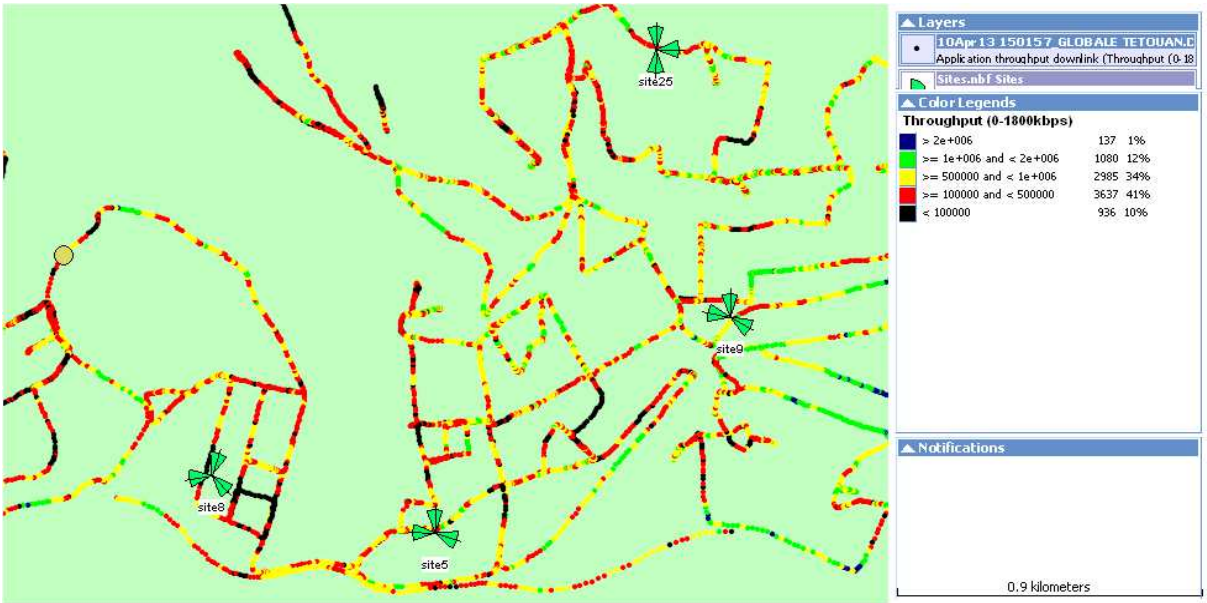


Figure 34: Le débit de la zone à problème 3

Nous retrouvons un débit faible malgré les bonnes qualités et couvertures dans cette zone et nous distinguons le problème de Pilot pollution sur la figure suivante :

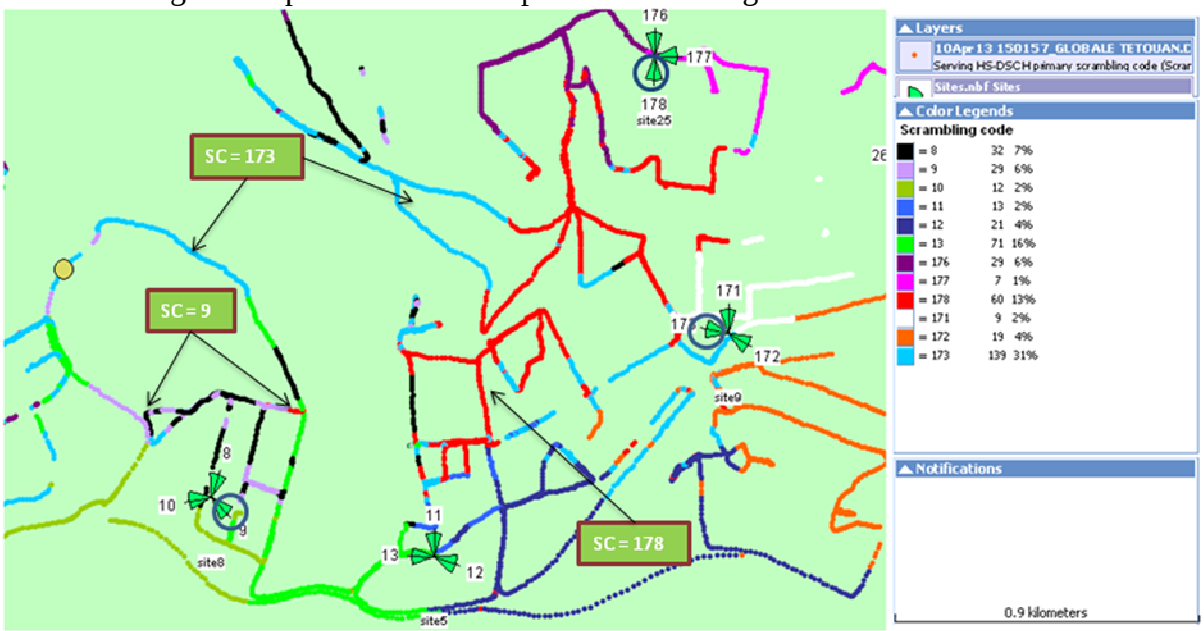


Figure 35: Le débit de la zone à problème 3

Le problème d'interférences est causé dans ce cas ci par les secteurs à scrambling codes 173, 9 et 178 respectivement des sites Site9, Site8 et site 25. Nous remarquons qu'ils couvrent des zones lointaines et causent ainsi du pilot pollution sur les autres sites. Pour pallier à ce problème nous proposons un downtilt des trois secteurs.

L'inclinaison de ces trois secteurs pourrait limiter les diagrammes de rayonnement des trois antennes et minimiser ainsi les interférences sur la zone.

IV. Analyse des KPI:

Les problèmes que nous pouvons tirer généralement des DT sont très limités. Nous trouvons parfois une bonne qualité de champ, c'est-à-dire un bon niveau d'Ec/No et de RSCP, et le débit présent est très faible. Alors une étude et une analyse des KPIs s'avèrent nécessaires pour pouvoir détecter la cause du problème, et proposer des solutions pour pouvoir le corriger. Dans cette partie, nous allons voir les différents problèmes qu'on a pu tirer à partir des analyses des KPIs, donner des exemples des zones qui présentent ces genres de problèmes, et enfin les solutions que nous avons proposé pour y remédier.

IV.1. Introduction des KPI

Les Key Performance Indicators, ou encore les KPI, sont dans le cas général, un ensemble de métriques employées fréquemment dans les entreprises pour mesurer le progrès de leurs composants, et ce en se référant aux objectifs qu'elles se sont définies.

En particulier, en télécommunications, les KPI sont des métriques formulées sur la base de mesures assez précises, connues sous le nom de compteurs, récupérées à partir des différents composants du réseau. L'examen quotidien des indicateurs de performance clés d'un réseau est une fonction essentielle pour la gestion des performances. Cela donnera à l'opérateur les informations sur la façon dont le réseau fonctionne:

- Si le réseau remplit les exigences de performance et offre de bonnes qualités de service ?
- Retrouve-ton une amélioration ou une dégradation après changement des paramètres du réseau ?
- Dans quelles zones sont détectés les problèmes ?
- Quels sont les types des problèmes rencontrés?

III.2. Les types des KPI [10]

Les indicateurs de performances que nous avons utilisés dans notre analyse de l'environnement de Tétouan-Martil sont comme suit :

- **HSDPA Selections** : c'est un indicateur qui s'incrémente à chaque tentative de connexion HSDPA.
- **HSDPA Accessibility**: cet indicateur représente le nombre des tentatives HSDPA qui ont réussi.
- **SHO Overhead** : chaque cellule dans le réseau à une partie commune avec les cellules voisines, ceci afin d'assurer le bon déroulement du Soft HandOver. Cette partie est représentée par cet indicateur en pourcentage, elle ne doit pas dépasser 40%.

- **CE Utilisation** : relatif aux « Channel Element » (CE) qui constituent l'élément hardware dans le Node B responsable de véhiculer le trafic des données, ce taux représente la moyenne du nombre consommé par les utilisateurs sur une durée précise (par heure ou par journée), et il donne une idée sur les cellules qui présentent de la congestion.
- **HSDPA Fail Causes** : à partir du type des messages d'erreur envoyé par l'utilisateur ou par le NodeB, il est possible de déterminer les causes des échecs. L'origine des ces échecs peut être : RNC, BTS, Iub Congestion, User equipment...
- **Retainability** : il représente La capacité de l'utilisateur de conserver le service une fois connecté pour la durée souhaitée.

III.2.1 HSDPA Selections :

Pendant notre analyse des KPIs, nous nous sommes intéressés en premier lieu aux cellules qui présentent un nombre important des échecs relatifs à HS-DSCH Selections. Ci-dessous est illustrée la carte concernant les KPIs HS-DSCH Selections de la zone de Martil :

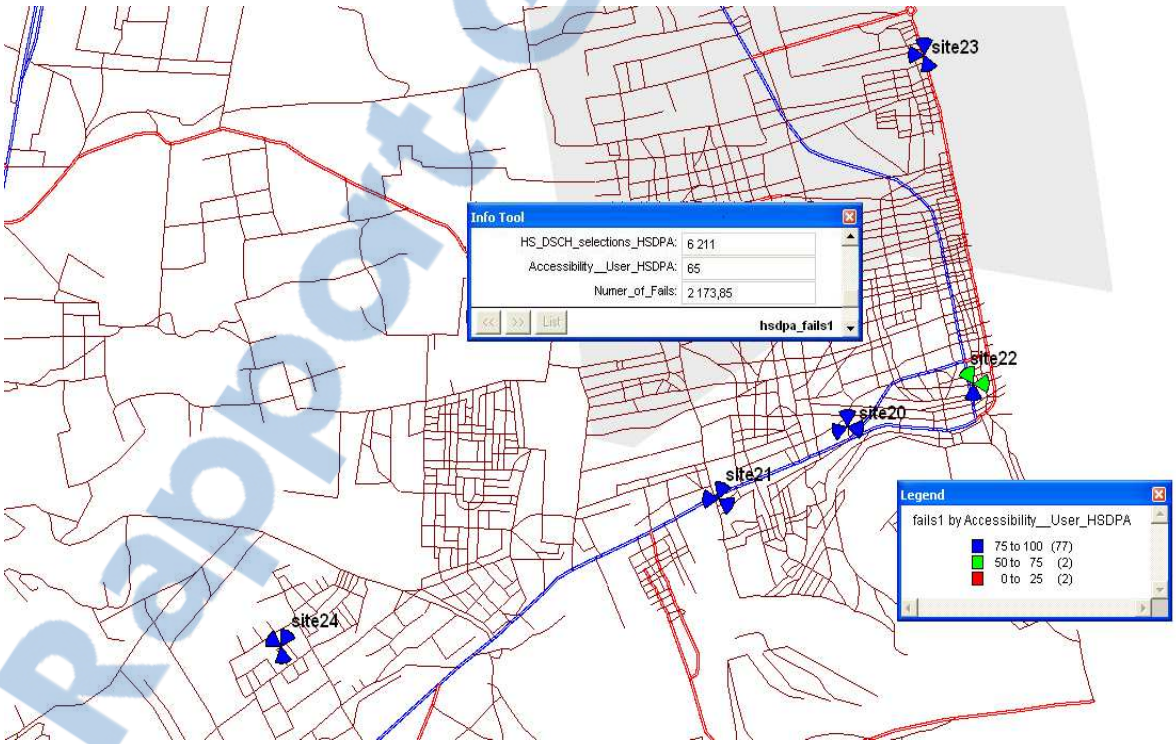


Figure 36 : Accessibility user par cellule

Description du problème :

Le site 22 présente un degré d'accessibilité HSDPA de 65% pour les utilisateurs de la zone. Nous remarquons plus de 2000 échecs parmi 6000 sélections HS-DSCH. Le graphe suivant pris le 14 avril montre les causes susceptibles d'être à l'origine de ces problèmes :

Rapport-Gratuit.com

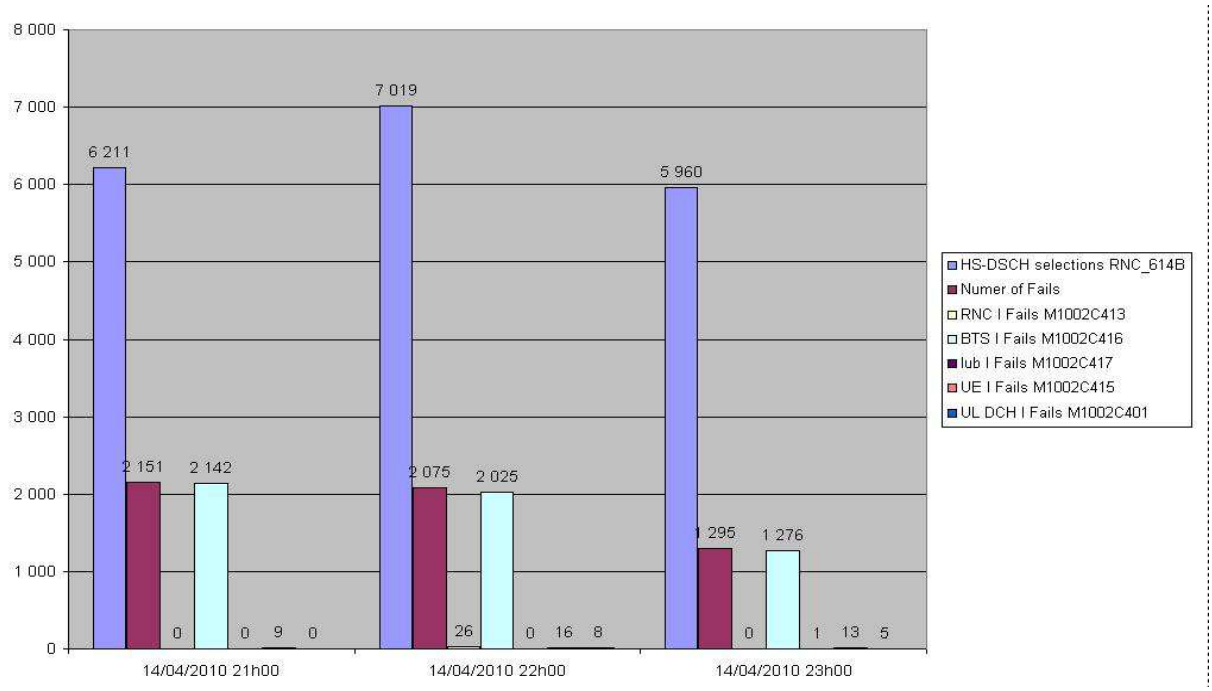


Figure 37 : les causes d'échec du site 22.

De ce qui précède, nous remarquons que le problème est dû principalement aux échecs de la BTS, tandis que les échecs dû à l'interface Iub, RNC, User equipment et DCH fails restent négligeables pour la soirée du 14/04.
Par la suite nous vérifions si ces échecs au niveau de la BTS sont principalement dus à une congestion des CE ou des problèmes au niveau hardware.

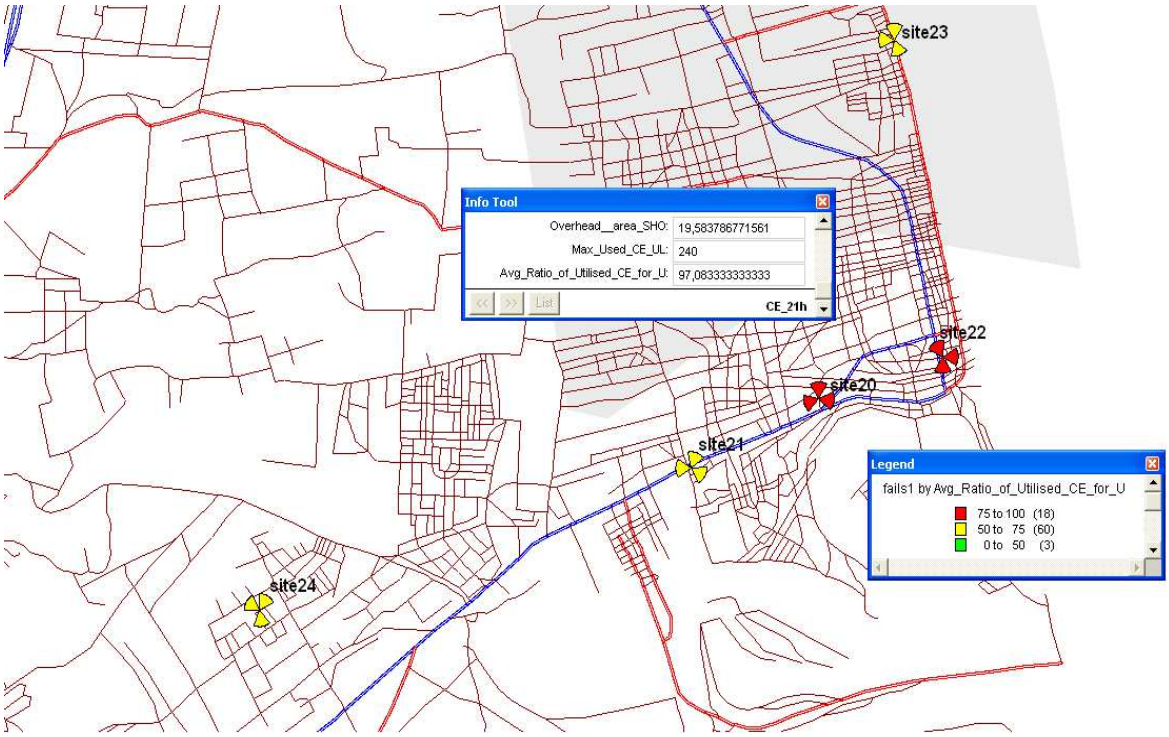


Figure 38 : pourcentage d'utilisation des Channel Element en Uplink dans la zone de Martil

Nous remarquons de cette figure que les sites Site 22 et Site20 présentent une congestion au niveau de l'utilisation des CE en Uplink, chose qui affecte grandement le débit des utilisateurs en Downlink.

Pour pallier à ce problème, nous proposons l'une des solutions suivantes :

- Ajout d'un nouveau site dans cette zone, mais cette solution reste couteuse et très difficile à implémenter.
- Ajout d'un module pour des CE supplémentaires.
- Activation des paramètres qui permettent l'utilisation du canal Uplink 16kbps. En effet, au cas où il y'aurait plusieurs utilisateurs dans une même zone voulant se connecter au même site, en activant ces paramètres, nous pourrions leur permettre une connexion à bas débit ne dépassant pas les 16 ou 32 kbps pour chaque utilisateur en Uplink et permettre moins de consommation de CE en UL et donc plus de CE libres en DL.

Résultat :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

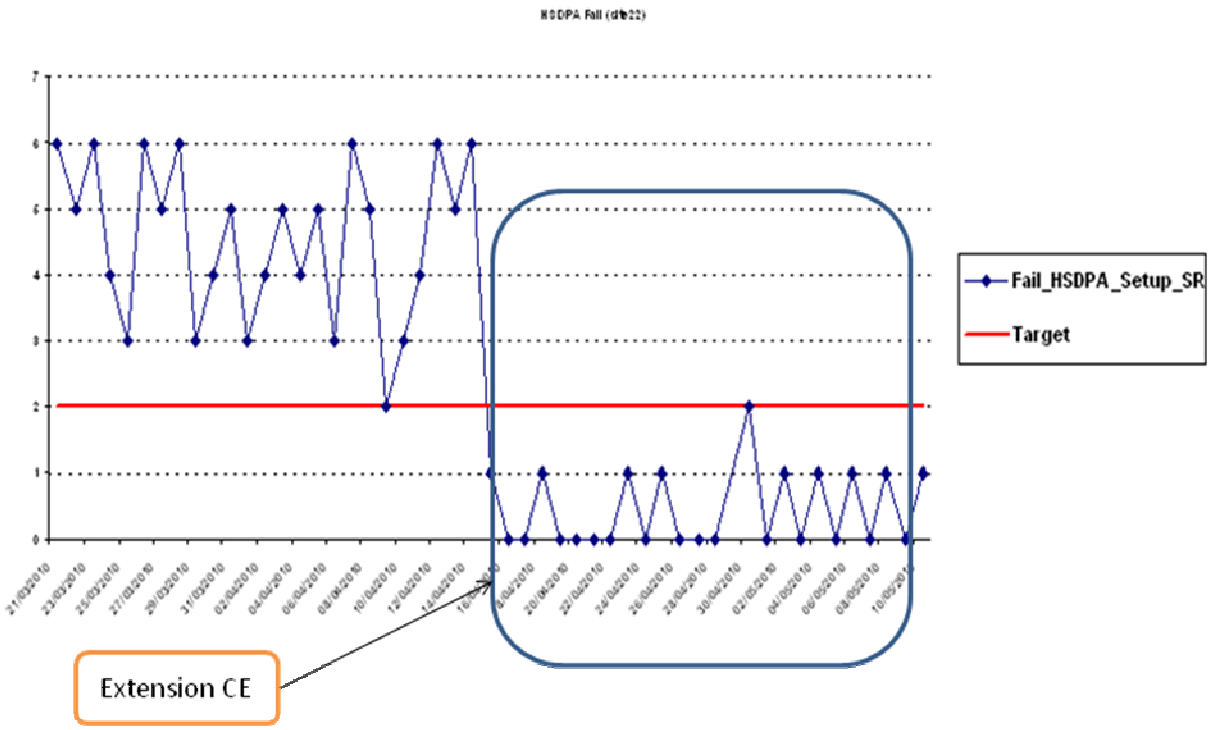


Figure 39 : Taux d'échecs des tentatives de connexion HSDPA du site 22

Comme montré sur la figure précédente qui présente le taux d'échecs des connexions HSDPA, nous retrouvons après l'extension des CE que le taux a diminué et ne dépasse plus que les 2%.

III.2.1 Congestion CE :

Dans cette partie, nous mettons le point sur le problème direct de congestion des CE sur la limitation du débit. La zone de Tétouan desservi par les sites 3, 11 et 4 présente un problème de congestion au niveau de l'utilisation des CE en Uplink ce qui limite le débit utilisateur reçu, comme montré sur les figures suivantes :

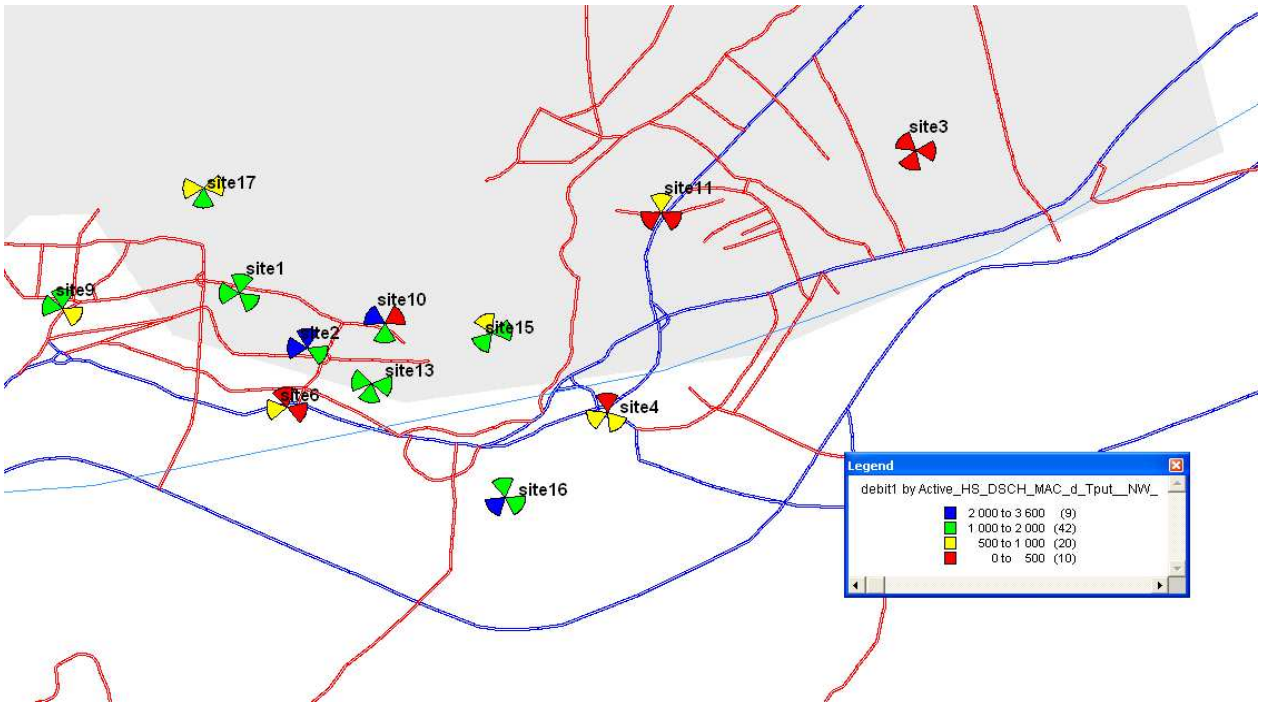


Figure 40 : Débit utilisateur dans la région de Tétouan Martil

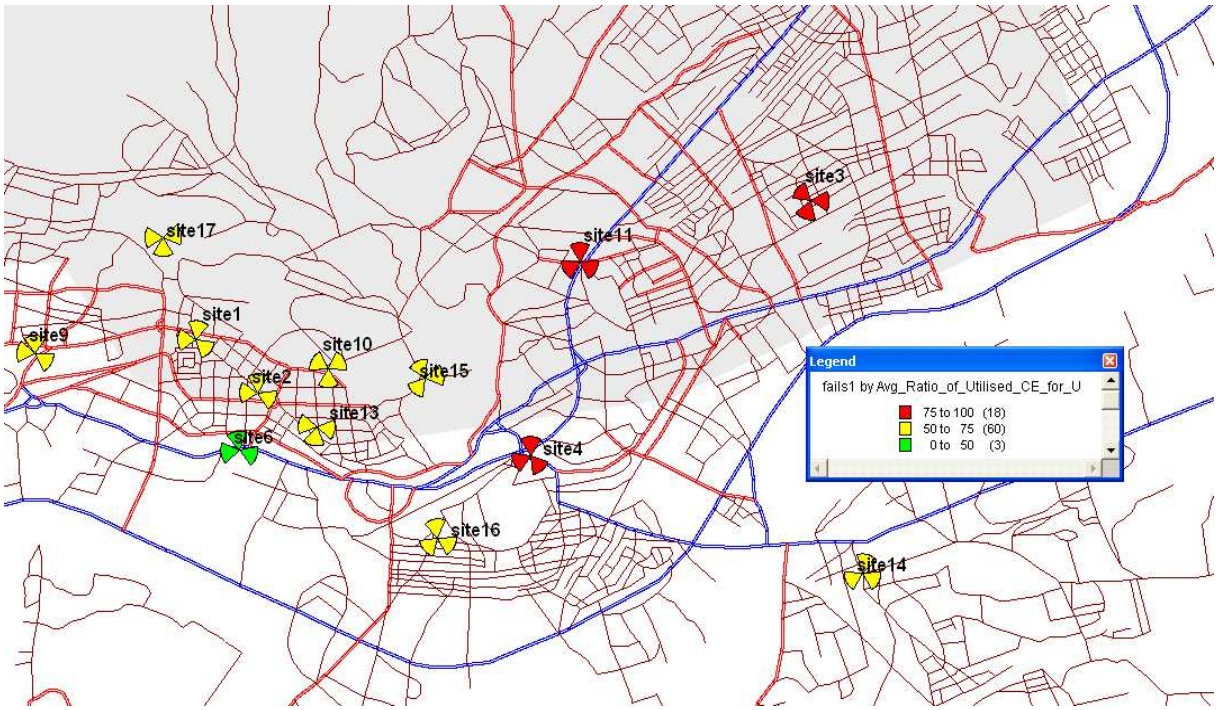


Figure 41 : Pourcentage d'utilisation des Channel Element en Uplink dans la zone de Tétouan.

Le site 11 subit une consommation excessive des CE. Les solutions citées précédemment peuvent améliorer la situation dans cette zone.

Résultat :

Avec l'ajout de nouveaux modules de CE, nous retrouve que le maximum des CEs disponibles au niveau de la cellule site11(1) est augmenté de 129 à 240.

La congestion dans cette zone a diminué , chose que nous pouvons observer à partir du KPI sumOfAverg_Ratio_of_Utilisied_CE_for_UL_in_BTS qui indique la moyenne de l'utilisation des CE en UL, cette moyenne a été diminué de plus de 40% pour permettre à d'autres usagers de se connecter sur les réseaux avec les CE disponibles

Cette figure suivante décrit la situation :

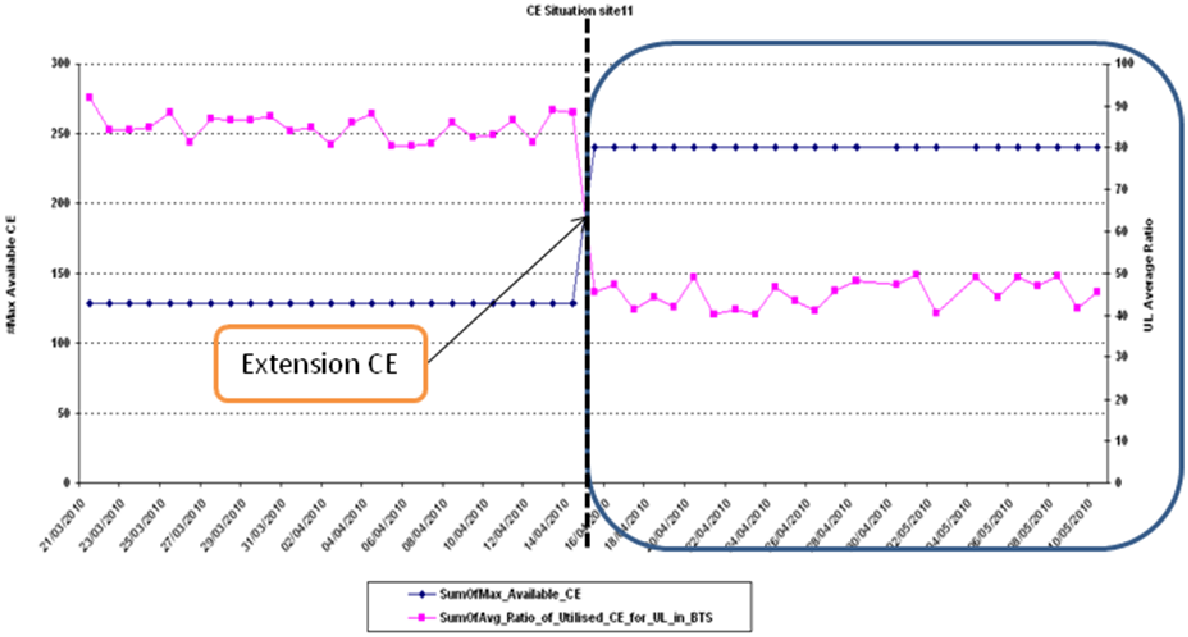


Figure 42 : Pourcentage d'utilisation des CE pour le site11 avant et après extension

Cette amélioration a permis l'amélioration du débit en DL au niveau du site 11. Nous remarquons une hausse du trafic HSDPA reçu par les utilisateurs à partir de la date où ont été ajoutés les CE et où on n'observe plus de congestion au niveau de la BTS.

La figure suivante illustre la situation d'amélioration du débit après l'ajout du module sur le site11 :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

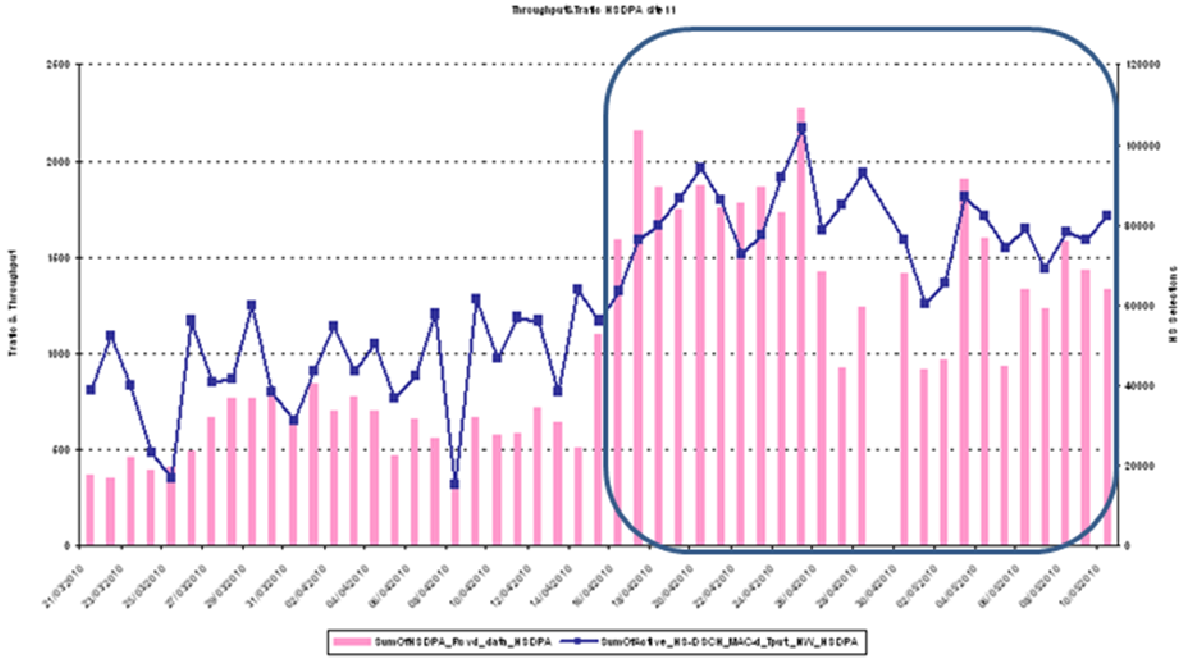


Figure 43 : Amélioration du débit pour le site11.

III.2.1 Soft HandOver Overhead:

Durant notre analyse des Drive Tests de la zone de Martil, nous remarquons que le mobile change souvent de cellule servante. Ceci est dû au problème de l'Overhead Area. La figure suivante montre les cellules présentant le problème de l'Overhead Area :

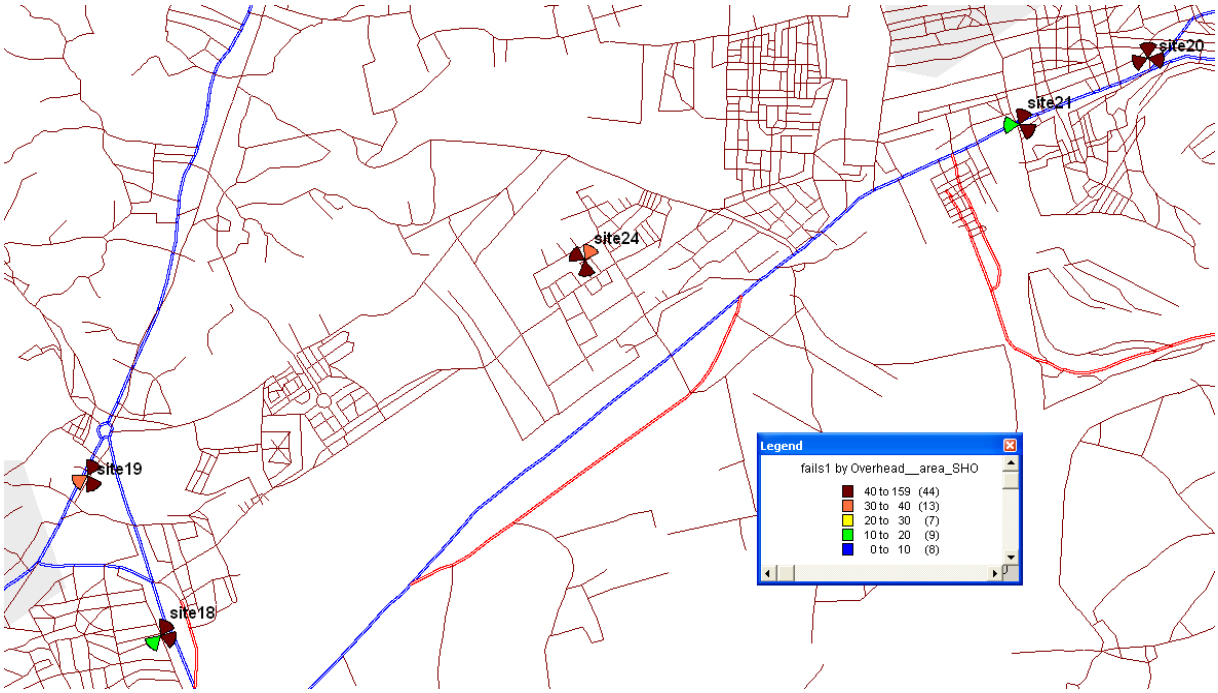


Figure 44: OverHead Area des cellules de la zone de Martil.

Une zone d'OverHead Acceptable est limitée à 40% pour chaque cellule. Ceci afin de réduire les ressources consommées par les utilisateurs dans cette zone et d'éviter les problèmes de congestion.

Dans ce cas, l'une des deux solutions peut régler ce problème :

- Modification des tilts et des azimuts des antennes en question. Ceci va réduire l'espace commun entre les cellules, et par conséquent l'OverHead Area.
- Modification des paramètres qui déterminent le seuil et la période sur lesquels une cellule peut accéder à l'active set : Addition Window et Addition Time
  Cette solution est définie comme suit :

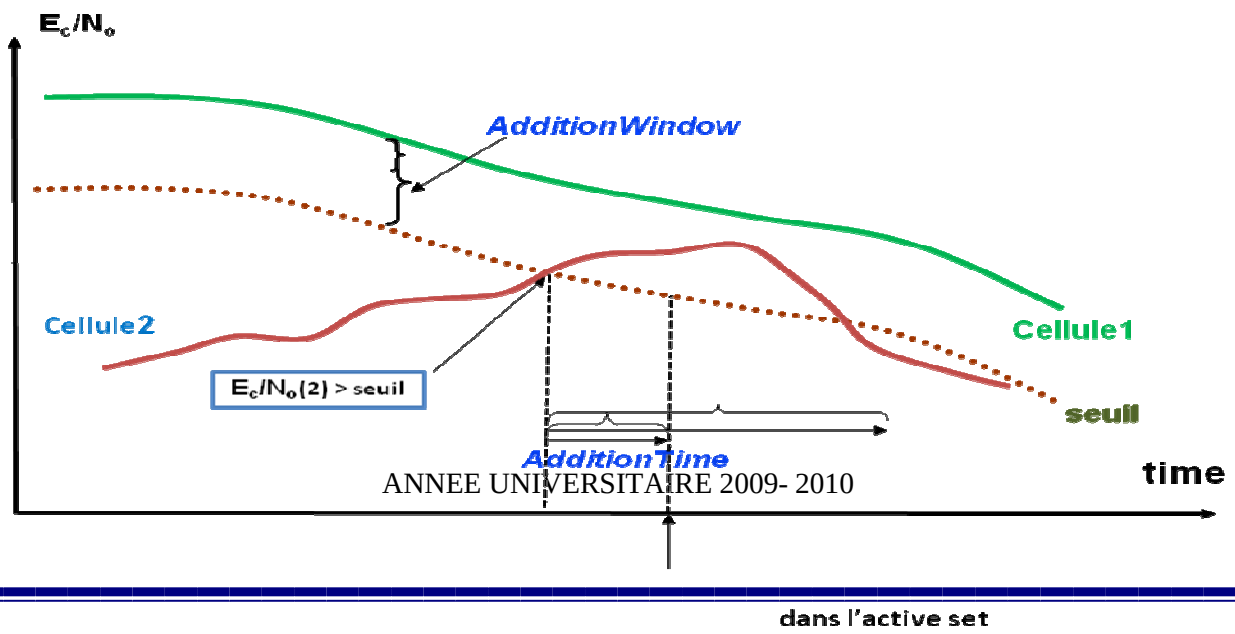


Figure 45: Addition window et Addition Time

L'addition window est une différence d'Ec/No qui détermine un seuil au dessous de l'Ec/No de la cellule serveuse, que si une deuxieme cellule dépasse ce seuil , pendant un temps qu'on appelle addition time, le mobile envoie un 'event' de demande d'ajout de cette cellule a l'active set.

Si donc on diminue la valeur de addition window, la cellule 2 ne pourra franchir la valeur du seuil que si elle a un bon niveau d'Ec/No, et si l'on augmente la valeur de addition time, cela nous permettra de s'assurer que la cellule gardera un bon niveau d'Ec/No pour une période plus grande. On pourra donc profiter de ces deux paramètres pour diminuer le SHO overhead.

V. Conclusion:

Dans cette partie pratique, il s'agissait essentiellement de détecter les zones à problèmes de débit dans la zone de Tétouan, leurs origines et proposer les solutions optimales et convenables pour l'équipementier NSN et l'opérateur Méditel.

Pour ceci nous avons, en premier temps, fait une analyse globale de la zone à traiter au niveau de son EcNo, RSCP et CQI à partir des DT sur le logiciel Nemo Analyse, nous avons ensuite concaténé ces analyses avec celles relevées à partir des statistiques KPI de la technologie régnante, ces KPI illustrés sur des cartes sur MapInfo montraient des problèmes au niveau du SHO Overhead area, du UL Load Average Noise Floor, du CQI et des taux d'échecs, et ceci dans les heures où ont été relevées les limitations du débit.

Les propositions faites pour pallier à ces problèmes étaient tantôt physiques au niveau des NodeB, antennes et l'ajout des CE, et tantôt concernant les fonctionnalités à activer par NSN au niveau du RNC si l'opérateur y est souscrit.

Ces rectifications et activations des paramètres auront pour résultat l'amélioration du débit dans les parties traitées de la zone de Tétouan-Martil, l'objectif principal de notre de projet de fin d'études.

Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques Fès
Département Génie Electrique

CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce Projet de fin d'études, nous avons pu mettre en lumière les nouvelles caractéristiques, rectifications, services et fonctionnalités de la 3ème génération WCDMA, et de la nouvelle génération 3.5 HSDPA qui a pu limiter les problèmes de débit et permettre ainsi aux utilisateurs d'accéder au réseau haut débit et aux services d'internet et multimédia tant en temps réel (RT) qu'en temps non réel (NRT), tout en mettant l'accent sur les nouvelles fonctionnalités apportées par l'entreprise qui nous a accueilli NSN dans la RASO6. Cette étude a été faite dans les deux premiers chapitres pour faciliter la compréhension du cadre d'étude de notre projet.

Dans le 3ème chapitre, nous mettons en relief l'objectif de notre PFE, notre sujet portait sur l'optimisation du débit utilisateur de la technologie HSDPA permise par l'opérateur Méditel dans la région de Tétouan. En effet le débit promis atteignait 3.6Mbps pour un modem 3G, cependant dans certaines zones desservies par cette technologie nous apercevons une grande limitation du débit.

Dans un 1er temps nous détectons les zones à problème, nous analysons ensuite les causes de ces limitations, nous proposons des solutions à l'équipe responsable de l'optimisation de l'HSDPA pour l'opérateur Méditel et nous attendons la validation de ces propositions. Certaines concernant l'ajout de sites et d'éléments hardware ont été validées et nous avons pu voir des résultats satisfaisants.

Pour améliorer encore le débit, il existe d'autres facteurs à étudier et d'autres fonctionnalités à activer par l'opérateur de Méditel au niveau de la nouvelle version RU10 de NSN. D'autres KPI concernant les interférences extérieurs, la signalisation ou les limitations externes par le serveur ou le SGSN peuvent être aussi étudiés pour détecter les causes derrière les débits faibles.

Toute notre ambition est que ce travail sert de référence pour de futures recherches dans le domaine de l'optimisation radio et de suivi des performances des réseaux en plein élargissement.

RÉFÉRENCES

[1] Harri Holma, WCDMA for UMTS Radio access for third generation Mobile communication, Editions Wiley, 2000
[2] Sami Tabbane, Réseaux mobiles, Editions HERMES, 1997
[3]WCDMA Fundamentals (Document NSN)
[4]WCDMA for UMTS RadioAccess for third generation (Document NSN)
[5]Packet Scheduling RASO6 (Document NSN)
[6] 3G RANOP 1 Module 6 – Parameter Optimisation, v. 7.7.2008 RASO6 (Document NSN)
[7] 3G RANOP2 RASO6 Module 4- Capacity Management v. 14.10.2008 (Document NSN)
[8] HSDPA Channels and Features(Document NSN)
[9] HSDPA Radio Resource Management and Parameters(Document NSN)
[10] STS 3G Hourly, STS 3G, RSRAN, Base de données Access de NSN
[11]Mohamed Etolba--Transmission des données pour le HSDPA et étude des algorithmes HARQ, 2006 (Thèse)
[12] Anis Masmoudi--Dimensionnement des Réseaux UMTS Basés sur la Technique HSDPA, 2007

http://www.dcl.hpi.uni-potsdam.de/teaching/mobilitySem03/slides/hpi_gsm_air_interface.pdf
http://www.cs.tut.fi/tlt/RNG/publications/docs/topology/SHOpPPpDT.pdf
http://www.umtsworld.com/technology/power.htm
http://www.rayantel.com/Training/GSM%20Fundamentals.htm

ANNEXE:

Description des canaux de l'UMTS

Les spécifications de l'UTRAN contiennent une grande variété de canaux de communication, répartis en trois grandes classes ; les canaux logiques, les canaux de transport et les canaux physiques. En GSM, les canaux logiques sont directement mappés sur les canaux physiques. En UMTS, une autre couche a été introduite. Ainsi, les canaux logiques sont mappés sur les canaux de transport qui eux-mêmes sont mappés sur les canaux physiques.

Rapport-Gratuit.com

1. Les canaux logiques

Les canaux logiques correspondent aux différents types d'informations véhiculées par les protocoles radio de l'UTRAN. Ce sont les canaux offerts aux couches utilisatrices du niveau 2 de l'interface radio. Ils sont répartis en deux groupes :

- les canaux de contrôle (pour le transfert des informations du plan de contrôle).
- les canaux de trafic (pour le transfert des informations du plan usager).

Les canaux de contrôle

Les canaux de contrôle sont utilisés pour le transfert des informations du plan de contrôle seulement.

1. **BCCH** *(Broadcast Control Channel):* C'est un canal descendant qui est utilisé pour la diffusion des informations de contrôle .
2. **PCCH** *(Paging Control Channel) : C'*est un canal descendant qui est employé pour l'envoi des messages de paging aux mobiles du réseau.
3. **CCCH** *(Common Control Channel) :* C'est un canal bidirectionnel utilisé pour envoyer ou recevoir des informations de contrôle des mobiles non connectés au réseau.
4. **DCCH** *(Dedicated Control Channel) :*C'est un canal bidirectionnel qui sert à envoyer ou recevoir des informations de contrôle d'un mobile connecté au réseau.

Les canaux de trafic

Les canaux de trafics sont utilisés pour le transfert des informations du plan usager.

1. **DTCH** *(DedicatedTraffic Channel) :* C'est un canal point à point, dédié à un seul utilisateur, pour le transfert des informations utilisateurs.
2. **CTCH** *(Common Traffic Channel) :* C'est un canal unidirectionnel point à multipoint utilisé pour le transfert des informations utilisateur dédiées, pour tous les utilisateurs ou à un groupe d'utilisateurs.

2. Les canaux de transport

Les canaux de transport représentent le format et la manière dont les informations sont transmises sur l'interface radio en fonction des contraintes de qualité de service liées aux applications supportées par le réseau. On distingue :

1. DCH *(Dedicated Channel) :* C'est est un canal bidirectionnel utilisé pour transmettre les informations de l'utilisateur et de la signalisation. Les canaux logiques DCCH et DTCH sont supportés par les canaux DCH.

2. RACH (*Random Access Channel)* **:** C'est un canal de transport sens montant utilisé pour transmettre de la signalisation, caractérisé par l'utilisation du mécanisme de contrôle de puissance en boucle ouverte.

3. BCH *(Broadcast Channel)* : C'est un canal de transport sens descendant à débit fixe.

4. FACH *(Forward Access Channel)***:**Le FACH est un canal de transport sens descendant

5. PCH *(Paging Channel)* :Le canal de paging est un canal de transport sens descendant

Codage et multiplexage des canaux de transport

Les informations sont délivrées par les couches supérieures à la couche physique sous forme de blocs de transport. Les différents blocs d'un même canal de transport sont émis sur un même intervalle de temps de 10, 20, 40 ou 80 ms. Un certain nombre d'opérations est appliqué par la couche physique pour transformer les blocs de données en trames radios. Ces opérations sont :

– **Ajout du CRC** : cette fonction ajoute à chaque bloc de transport un nombre de bits égal à la taille du CRC pour la détection des erreurs à la réception du bloc. Ceci permet de vérifier la validité de ce bloc après le décodage.

– **Concaténation-segmentation des blocs de transport :** cette opération a pour but de préparer les données à la fonction du codage de canal. Les blocs de transport sont d'abord concaténés pour former un bloc unique (bloc de codage), fourni ensuite au codeur de canal. Lorsque la taille de ce bloc dépasse une valeur limite (fixée par les couches supérieures), il est segmenté afin de réduire la complexité du codage de canal.

– **Codage de canal** : le codage de canal est utilisé pour protéger les informations contre les erreurs de transmission qui peuvent survenir sur l'interface radio.

– **Egalisation** : cette fonction permet d'adapter la longueur des blocs codés en fonction du découpage en trames.

– **Entrelacement** : l'entrelacement a pour rôle d'augmenter la capacité du codage de canal en répartissant les erreurs de transmission d'une manière aléatoire. L'entrelacement intertrames se fait au niveau du bloc de transport après le codage de canal.

Après l'entrelacement, les bits sont transportés par plusieurs trames radio consécutives. Le nombre des trames dépend du TTI et de la taille de l'entrelaceur. Les bits, après l'entrelacement, sont associés aux canaux physiques pour être enfin transmis sur l'interface radio.

3. Les canaux physiques

Les canaux physiques sont utilisés sur l'interface radio pour supporter les canaux de transport. Un canal physique est caractérisé par une fréquence porteuse, un code de canalisation, un code d'embrouillage et une phase relative pour la voie montante.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

3.1 Les canaux physiques de la voie montante

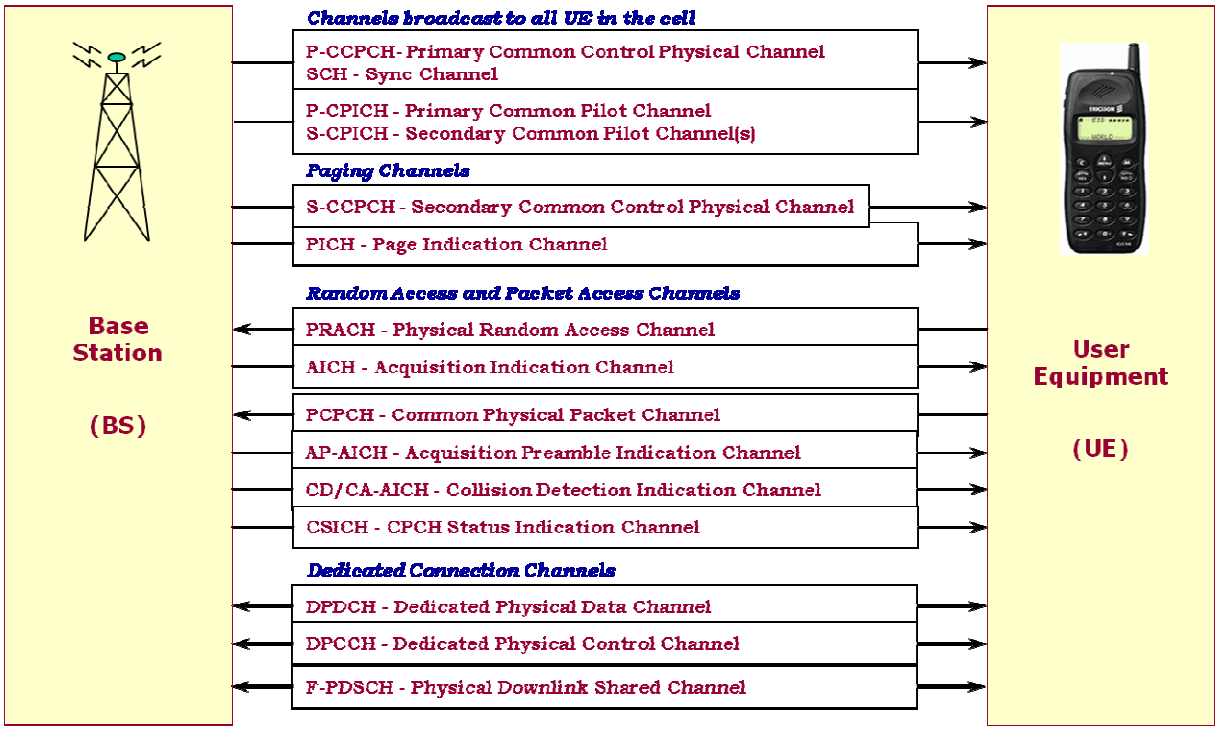


Figure 46: Les canaux physiques

Il existe quatre types de canaux physiques dans la voie montante de l'UTRA-FDD :
1. **PRACH** (*Physical Random Access Channel*). Ce canal supporte le canal de transport RACH. Pour qu'il soit pris en compte par l'UTRAN, le PRACH doit faire appel à une procédure d'accès aléatoire car il n'est dédié à aucun usager ;
2.**PCPCH** (*Physical Common Packet Channel*). C'est le canal physique associé au canal de transport CPCH. Il utilise un mode d'accès aléatoire muni d'une détection de collisions ;
3.**DPDCH** (*Dedicated Physical Data Channel*). Ce canal supporte les canaux de transport DCH sur la voie montante. Un seul utilisateur peut avoir accès à plusieurs canaux DPDCH sur une seule liaison physique. Le débit global, dans ce cas, est réparti sur les différents DPDCH;
4. **DPCCH** (*Dedicated Physical Control Channel*). Ce canal physique transporte les informations de contrôle issues de la couche physique. Il est associé à un ou plusieurs canaux DPDCH dans la voie montante.

3.2 Les canaux physiques de la voie descendante

1. DPCH (*DedicatedPhysical Channel*). C'est un canal physique dédié utilisé pour supporter les canaux de transport dédiés (DCH) , le DPCCH et le DPDCH du canal dédié sur la voie descendante sont multiplexés en temps ;
2.SCH (*Synchronisation Channel*). Ce canal est utilisé pour transmettre deux codes de synchronisation en parallèle : le code de synchronisation primaire PSCH (*Primary SynchronisationCode*) et le secondaire SSC (*Secondary Synchronisation Code*) pour le décodage des informations des autres canaux physiques descendants et la réalisation des mesures de puissance ;
3. CPICH (*Common Pilot Channel*). C'est un canal qui porte un train de bits prédéfini. Il est utilisé comme référence pour l'estimation des conditions de canal de transmission ;
4. P-CCPCH (*Primary Common Control Physical Channel*). Ce canal physique est utilisé pour supporter le canal de transport BCH. Un seul canal P-CCPCH est associé à chaque cellule ;

5. S-CCPCH (*Secondary Common Control Physical Channel*). C'est un canal physique qui supporte le canal de transport PCH et/ou un ou plusieurs canaux de transport de type FACH;
6. PICH (*Paging Indicator Channel*). Ce canal est toujours associé à un canal S-CCPCH supportant un canal de transport PCH. Il transporte les bits d'indication de *paging* PI (*PagingIndicator*) ;
7. PDSCH (*Physical Downlink Shared Channel*). Le canal physique PDSCH supporte les canaux de transport DSCH. Ce canal est toujours associé à un canal dédié DPCH. Le partage du canal se fait par multiplexage temporel et par allocation de codes.
8.AICH (*Acquisition Indicator Channel*). Ce canal est associé au canal PRACH pour transporter les indicateurs d'acquisition AI. Un indicateur d'acquisition est un acquittement sur la réception d'un préambule d'accès sur le canal PRACH.

3.3 Transmission des canaux physiques dédiés dans le sens montant

Structures des trames radio

Il existe deux types de canaux physiques dédiés dans le sens montant, le *dedicated physical data channel*montant (uplink DPDCH) et le *dedicated physical control channel* montant (uplinkDPCCH). Le DPDCH et le DPCCH sont séparés sur les deux voies I (en phase) et Q (en quadrature).Le DPDCH montant est utilisé pour transporter les informations issues du canal de transport dédié DCH. Quant au DPCCH montant, il convoie les données de contrôle générées au niveau de la couche 1.Chaque trame radio a une durée de 10 ms, et segmentée en 15 slots de 2560 chips chacun.

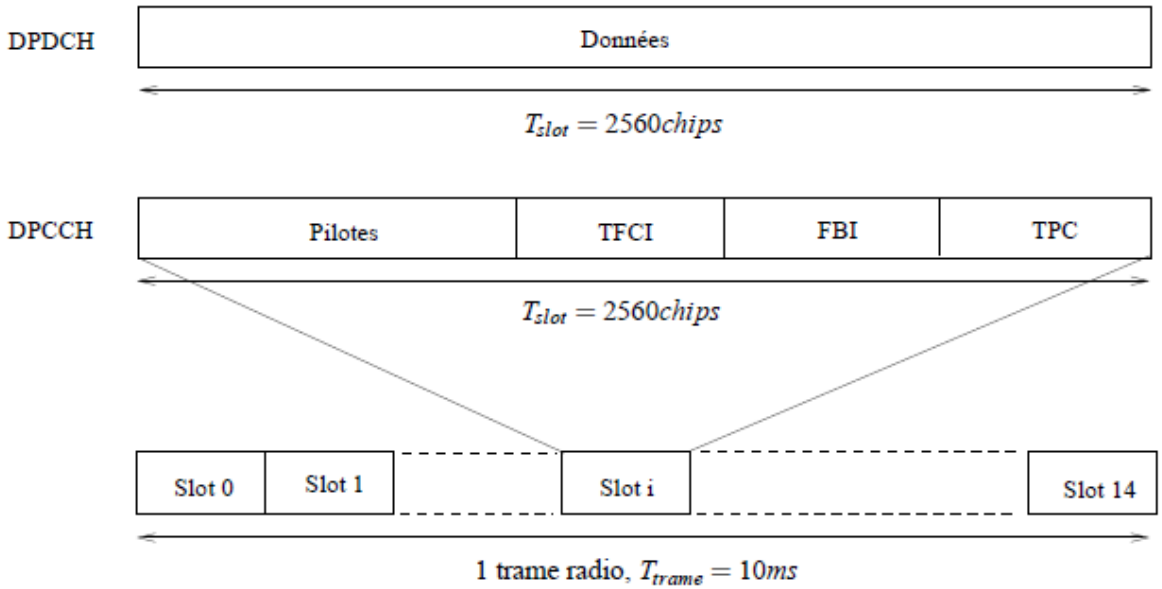


Figure 47: Structure des trames DPDCH et DPCCH en UL

L'étalement dans la voie montante

L'opération de l'étalement est composée de deux étapes. La première est l'opération de "channalisation" qui consiste à transformer chaque symbole de données en une suite de chips. La deuxième étape est l'embrouillage qui applique un code d'embrouillage au signal étalé.

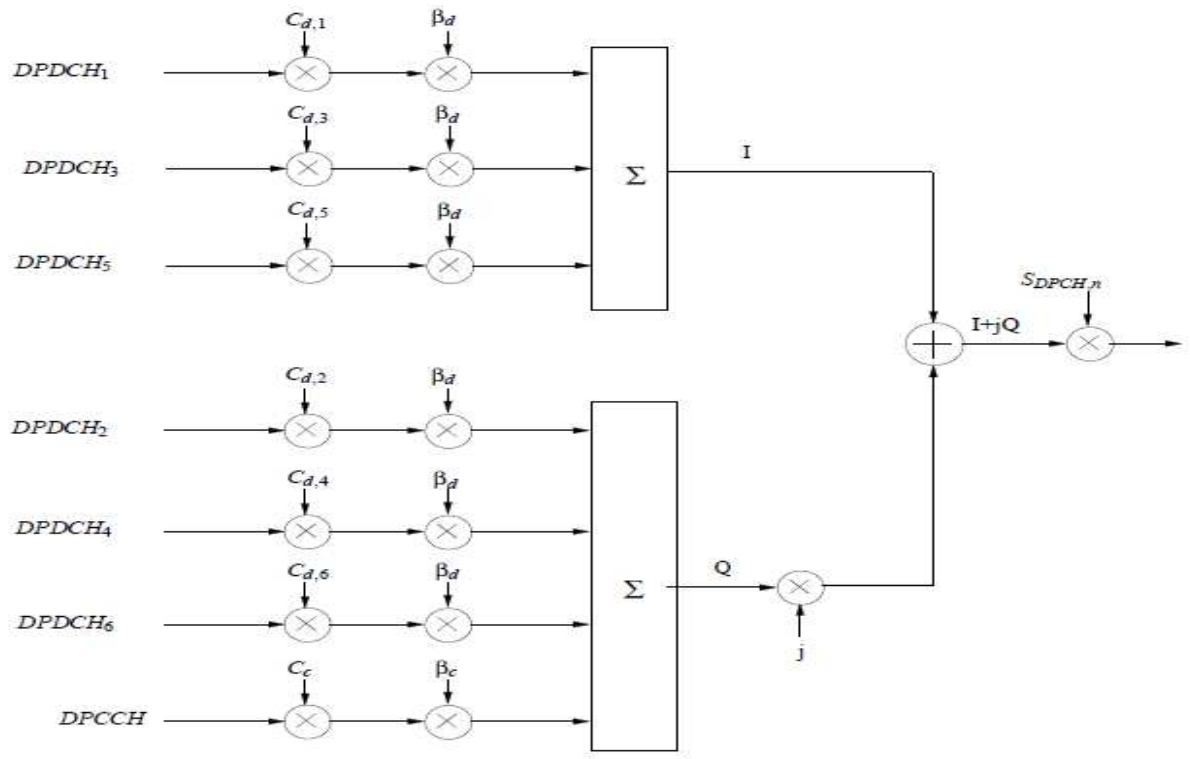


Figure 48: Processus d'étalement

3.4 Les canaux physiques dédiés du sens descendant

Structure des trames radio

Dans la voie descendante, on retrouve les mêmes canaux dédiés que dans la voie montante. Le DPDCH et le DPCCH descendants sont multiplexés en temps. Chaque trame est d'une durée de 10 ms et découpée en 15 slots de2560 chips. Les données sont réparties en deux champ de bits au sein d'un slot. La partie du slot réservée au contrôle (DPCCH) contient les mêmes informations que dans le sens montant excepté les bits FBI. La transmission des bits TFCI est optionnelle. Le nombre de bits que peut contenir un *slot* dépend du facteur d'étalement

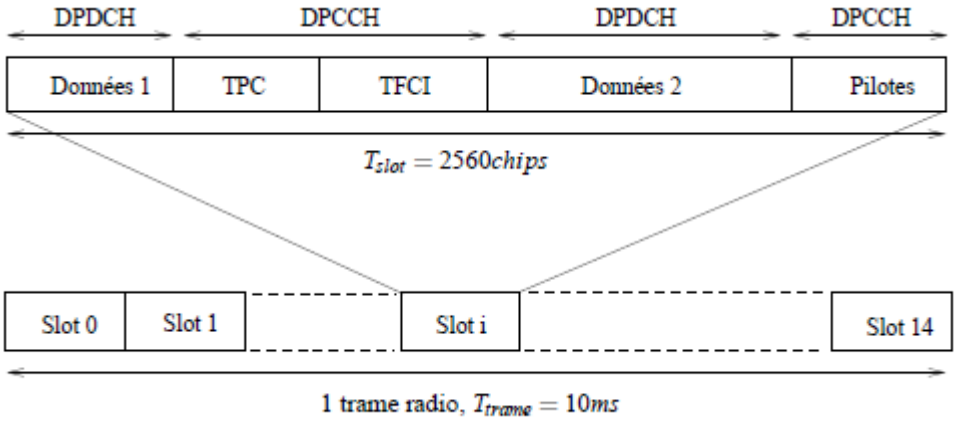


Figure 49: Structure des trames DPDCH et DPCCH en DL