

Mémoire de Projet de fin d'étude

Préparé par

Youssef MAATALLAOUI

Pour l'obtention du diplôme

Ingénieur d'Etat en

SYSTEMES ELECTRONIQUES & TELECOMMUNICATIONS

Intitulé

**Etude de la solution NSN RU 30 et élaboration d'un
processus d'intégration et d'activation**

Encadré par :

Pr Fatiha MRABTI

Mr Jamal ELOUAFI

Soutenu le Lundi 4 Juillet 2011, devant le jury composé de :

Pr F.MRABTI.....: Encadrant

Mr J.ELOUAFI.....: Encadrant

Pr M.LAHBABI..... : Examineur

Pr H.EL MARKHI..... : Examineur

Pr H.GHENNIOU..... : Examineur

Dédicaces

A l'âme de mon cousin,

A ma très chère mère,

A mon père,

A mes frères et sœurs si chers,

A toute la famille, petits et

grands, A tous mes amis

Et à tous ceux qui me sont chers

Je dédie cet humble travail

Youssef

Remerciement

Je rends grâce à Dieu pour tous les bienfaits dont il m'a comblé.

Je remercie cordialement:

Mes parents: jamais assez de mots pour le faire,

- Monsieur Jamal Elouafi, Ingénieur RAN à **NSN** (Nokia Siemens Network), mon encadrant au sein de NSN, pour son soutien, sa disponibilité pour la documentation, sa relecture, ses corrections, et ses conseils incessant. Que le tout puissant vous guide dans vos projets futurs.
- Mlle Fatiha MRABTI, mon encadrant interne pour sa disponibilité, sa relecture, ses corrections et ses conseils. Que le tout puissant vous préserve une santé de fer et vous conduit dans les endroits les meilleurs.
- Monsieur Abdellah HAFIDI, Care Manager à **NSN** (Nokia Siemens Network), mon parrain de stage pour sa disponibilité et sa gentillesse.
- Monsieur Lahbabi mhammed, responsable de notre filière d'ingénieur, pour tous ses conseils et sa disponibilité le long de notre formation a la **FST**.
- Tout le personnel de **NSN** (Nokia siemens network) et de la **FST** Fès.
- Tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la rédaction de ce projet.

Résumé

L'UMTS était indubitablement, à l'origine de fortes et illustres ascensions dans le monde des télécommunications mobiles, eu égard à cette large gamme cohérente de services attrayants qu'il procure à ses clients. De surcroît, de nouvelles spécifications 3GPP pour ses versions se succèdent, pour développer davantage les services offerts et particulièrement adhérer au concept de convergence vers LTE «Long Term Evolution».

Dans ce cadre, la solution RU30 *Release8* de Nokia Siemens Networks (NSN) apporte de nouvelles fonctionnalités au sein du réseau d'accès RAN, qui va donner naissance à des capacités considérables en termes de débit avec une bonne qualité de service. Un opérateur de télécommunications pourrait dès lors, consolider voire amender ses dispositions dans un environnement sans cesse austère et compétitif.

Partant, notre projet a pour objectif d'étudier en premier lieu les caractéristiques de la solution RU30 de NSN. En second lieu, il était question d'élaborer un processus d'intégration de toutes les fonctionnalités de RU30 ce qui nous a exhortés à procéder, au redimensionnement de la NodeB et du RNC en considération de l'utilisation en masse du service de données. Finalement nous avons concrétisé notre travail par l'activation et le test de la solution RU30.

ABSTRACT

The UMTS was undoubtedly, at the origin the strong ones and famous rises in the world of mobile telecommunications, have regard to this broad coherent range of attractive services which it gets for its customers. In addition, of new specifications 3GPP for its versions follow one another, to develop the services offered more and particularly to adhere to the concept of convergence towards LTE "Long Term Evolution".

Within this framework, solution RU30 *Release8* from Nokia Siemens Networks (NSN) brings new functionalities within the Radio Access Network RAN, which will give rise to considerable capacities in terms of flow with a good quality of service. An telecommunications operator could consequently, to even consolidate to amend his provisions in an unceasingly austere and competitive environment.

Therefore, our project aims to initially study the characteristics of solution RU30 of NSN. In the second place, it was a question of working out a process of integration of all the functionalities of RU30 what exhorted us to proceed, to the redimensioning of NodeB and the RNC in consideration of the use in mass of the service of data. Finally we concretized our work by the activation and the test of solution RU30.

Glossaires

A

AMC : Modulation et codage adaptatifs
AMR: Adaptive Multi-Rate
ACK: Acknowledgement
AN: Access Network
ATM: Asynchronous Transfer Mode

B

BCCH: Broadcast Control Channel
BCH: Broadcast Channel
BPSK: Binary Phase Shift Keying
BWA: Broadband Wireless Access
BTS: Base Transceiver Station

C

CAPEX : Capital Expenditure
CCCH : Common Control Channel
CDMA : Code Division Multiple Access
CN : Core Network
CPCH: Common Packet Channel
CPICH: Common Pilot Channel
CRNC: Controlling RNC
CS: Circuit Switched
CTCH: Common Traffic Channel
CE: Channel Element
CQI: Channel Quality Indication

D

DCCH: Dedicated Control Channel
DCH: Dedicated Channel
DL: Downlink
DMCU: Digital measurement and control unit
DMDC: Data and Macro Diversity Combining
DPDCH: Dedicated Physical Data Channel
DPCCH: Dedicated Physical control Channel
DRNC: Drifting RNC
DSCH: Downlink Shared Channel
DSP: Digital Signal Processing
DTCH: Dedicated Traffic Channel
DC: Dual Carrier

E

EHU: The External Hardware alarm Unit

EIR: Equipment Identity Register

E-AGCH: Absolute Grant Channel

E-DCH: Enhanced Dedicated Channel

E-DPCCH: E-DCH Dedicated Physical Control Channel

E-DPDCH: E-DCH Dedicated Physical Data Channel

E-HICH: Hybrid ARQ Indicator Channel

E-RGCH: Relative Grant Channel

E: Ethernet

EV-DO: Evolution Data Optimized

Erl: Erlang

F

FACH: Forward Access Channel

FDD: Frequency Division Duplex

FDE: Frequency Domain Equalizer

FTP: File transfer Protocol

FSM: Flexi System Module

FMC: Fixed Mobile Convergence

H

HARQ: Hybrid Automatic Repeat

request **HSDPA:** High Speed Downlink Packet Access

HLR: Home Location Register

HSUPA: High Speed Uplink Packet Access

HSPA: High Speed Packet Access

HS-PDSCH: High Speed Physical Downlink Shared Channel.

HS-DPCCH: High Speed Dedicated Physical Control Channel.

HS-DSCH: High Speed DSCH

HS-SCCH: High Speed Shared Control Channel.

G

GbE: Gigabit Ethernet

GE: Giga Ethernet

GGSN: Gateway GPRS Support Node

GMSC: Gateway MSC

I

IEEE: Institute of Electrical & Electronics Engineers
ICSU: Interface Control and signaling Unit
IMA: Inverse Multiplexing ATM
IC: Interference Cancellation
IES: Interference Entre Symbol
IMS: IP Multimedia Subsystem
IAM: Itissalat Al-Maghrib

K

KPI: Key Performance Indicator

M

L

L2: Layer 2
L3: Layer 3
LAN: Local Area Network

MAC: Medium Access Control
MGW: Multimedia Gateway
MSC: Mobile Switching Center
MSS: MSC Server
MT : Mobile Terminal
MTU : Maximum Transfer Unit
MXU : Multiplexer Unit

N

NBAP: NodeB Application Part
NetAct: Network Activity

NPGE/NPGEP: Network and processing interface GE.
NPS1/NPS1P: Network interface and processing unit
NRT: Non Real Time
NSN: Nokia Siemens Networks

O

O&M: Operation & Maintenance
OMU: Operation & Maintenance Unit
OMS: Operation & maintenance system
OPEX: Operational Expenditure

R

P

PCCH: *Paging Control Channel*
PCH: *Paging Channel*
PCPCH: *Physical Common Packet Channel*
PDH: *Plesiochronous Digital Hierarchy*
PDN: *Public Data Network*
PDU: *Packet Data Unit*
PRACH: *Physical Random Access Channel*
PS: *Packet Switched*
PSTN: *Public Switched Telephone Network*
PDA: *Personal Digital Assistant*

RAB: *Radio Access Bearer*
RACH: *Random Access Channel*
RAS: *Release*
RF: *Radio Frequency*
RL: *Radio Link*
RNC: *Radio Network Controller*
RNL: *Radio Network Layer*
RNS: *Radio Network Subsystem*
RRC: *Radio Resource Control*
RSMU: *Resource and Switch Management Unit*
RT: *Real Time*
RU: *Release Unit*

T

S

STM: *Synchronous Transport Module*
SF: *Spreading Factor*
SDH: *Synchronous Digital Hierarchy*
SFU: *the Switching Fabric Unit*
SGSN: *Serving GPRS Support Node*
SHO: *Soft Handover*
SPI: *scheduling priority indicator)*
SRNC: *Serving RNC*
SRT: *Stringent Real Time*
SVC: *Switched VC*

TCI: *Tag Control Information*
TCP: *Transmission Control Protocol*
TDD: *Time Division Duplex*
TDM: *Time Division Multiplexing*
TE: *Terminal Equipment*
THP: *Traffic Handling Priority*
TNL: *Transport Network Layer*
TOS: *Type of Service*
TTI: *Transmission Time Interval*
3GPP: *Third Generation Partnership Project*
3GPP2: *Third Generation Partnership Project 2*
3G: *Third Generation*

U

V

UE: User Equipment

UL: Up Link

UMTS: Universal Mobile
Telecommunication

System **UNI:** User
Network Interface

UTRAN: UMTS Terrestrial
Radio Access

Network

U-Plane: User Plane

Veh: Vehicular

VCI: Virtual Chanel Identifier

VLR: Visitor Location Register

VOIP: Voice over IP

VPI: Virtual Path Identifier

W

WCDMA: Wideband CDMA

WDU: Winchester Disk Unit

WPA: Wideband Power Amplifier

WTR: Wideband Transmitter Receiver

WSP: Wideband Signal Processing

WIMAX: Worldwide Interoperability



Liste des Figures

Figure 1.1: Augmentation du trafic de données avec HSDPA	19
Figure 1.2: décorrelation des coûts et la capacité en HSPA+/LTE.....	21
Figure 2.1: Architecture des réseaux UMTS.....	25
Figure 2.2: Correspondance entre canaux	26
Figure 2.3 : Les nouveaux canaux introduits dans l’HSDPA	27
Figure 2.4 : Structure du canal HS-SCCH	28
Figure 2.5: Structure du canal HS-DPCCH	29
Figure 2.6: Constellation de la modulation 16QAM et QPSK.....	30
Figure 2.7: Le Protocole Stop and wait.	31
Figure 2.8: Comparaison de la technique de retransmission entre R99 et HSDPA.....	32
Figure 2.9: L’ordonnancement des paquets est une fonctionnalité du Node B en HSDPA.	32
Figure 2.10: Le principe de l’algorithme « Proportional Fair Scheduling».....	33
Figure 2.11: Les canaux HSUPA	34
Figure 3.1: la solution RU 30	37
Figure 3.2: l’opération de la Duale cellule de HSDPA.....	42
Figure 3.3: Les canaux de la Duale cellule de HSDPA.....	42
Figure 3.4:le probleme de multi trajets	44
Figure 3.5: canal sélectif en fréquence	44
Figure 3.6:Egalisation linéaire et convolution rapide.....	45
Figure 3.7: le concept de récepteur d’annulation d’interférence	47
Figure 4.1 : Architecture de l’UTRAN.	50
Figure 4.2 : Module de dimensionnement de l’UTRAN.....	50
Figure 4.3 : Les modules de la Node B de type Flexi WCDMA.	51
Figure 4.4 : Architecture de la NodeB.	53
Figure 4.6: L’architecture fonctionnelle du RNC.	61
Figure 4.5: Architecture du RNC.....	61
Figure 4.7: Dimensionnement du RNC.....	63
Figure 4.8: Dimensionnement du RNC.....	71
Figure 5.1: Connexion au RNC avec le NEMU.	73
Figure 5.2: La fenêtre d’authentification de l’Application Launcher.	74
Figure 5.3: L’outil « NOKIA Application Launcher ».	75
Figure 5.4: RNC RNW Object Browser.....	75
Figure 5.5: L’utilisation de HS-SCCH dans le cas de la cellule duale et 64QAM	81
Figure 5.6: Le débit en Downlink dans le cas de la cellule duale et 64QAM.....	81
Figure 6.1: Structure du canal physique à la voie montante	86
Figure 6.2: Structure du canal physique dédié à la voie descendante.....	87
Figure 6.3 : La structure du canal E-DPDCH	87
Figure 6.4: Structure du canal E-DPCCH.....	88
Figure 6.5: Structure du canal F-DPCH	89
Figure 6.6: Structure du canal E-AGCH.....	89



Figure 6.7: MIMO en HSPA+ 90



Liste des Tableaux

Tableau 2.1: Schéma de modulation et de codage MSC sur le lien descendant	30
Tableau 2.2: Catégorie de terminaux supportant la technologie HSDPA	31
Tableau 3.1: Les catégories des téléphones mobiles qui supportent MIMO et 64QAM	38
Tableau 3.2: Le schéma de modulation et le nombre de transport block.....	39
Tableau 3.3:catégories des UEs qui supportent le 16QAM	40
Tableau 3.4: E-DPDCH avec la modulation 4PAM	40
Tableau 3.5: E-DPDCH slot formats	41
Tableau 3.6: l'interprétation de l'HARQ-ACK pour la cellule duale	43
Tableau 3.7: le nombre maximal des configurations simultanées en Uplink	43
Tableau 4.1: Capacité de la carte WSP.....	55
Tableau 4.2: Capacité de la carte WSPA/C pour CCCH.	56
Tableau 4.3: Les CEs requis pour les ressources DCH.	57
Tableau 4.4: Les CEs associés en fonction du débit des canaux DCH	58
Tableau 4.5: Les étapes des ressources HSUPA.	59
Tableau 4.6: le nombre de CE associés a un nombre d'utilisateur	60
Tableau 4.7: Les différents types de trafic généré par les abonnés	64
Tableau 4.8: Trafic total du RNC.....	65
Tableau 4.9: Composition de la zone à planifier	66
Tableau 4.10:Types de mobilité	66
Tableau 4.11: Caractéristiques du profil Business User.....	67
Tableau 4.12: Caractéristiques du profil Standard User	67
Tableau 4.13: Caractéristiques de l'environnement Dense Urban.....	68
Tableau 4.14: Caractéristiques de l'environnement Rural.....	68
Tableau 4.15: Caractéristiques de l'environnement Suburban	69
Tableau 4.16: Caractéristiques de l'environnement Urban.....	69
Tableau 4.17: Configuration des cellules	70
Tableau 5.1: activation de MIMO & 64QAM.....	77
Tableau 5.2: activation de MIMO	77
Tableau 5.3: activation de HSUPA 16QAM	78
Tableau 5.4: activation de 2*SF2+2*SF4	78
Tableau 5.5: nombre maximal de connexion HSUPA 16QAM dans la cellule.....	78
Tableau 5.6: activation de DC-HSDPA	79
Tableau 5.7: régler la préférence de DC-HSDPA par rapport a MIMO.....	79
Tableau 5.8: activation de FDE	80
Tableau 5.9: activation de PIC	80
Tableau 5.10: réglage de type PIC pool /cellule	80
Tableau 6.1: Les slots du canal E-DPDCH	88



Table des matières

Introduction générale:.....	16
Chapitre 1: Contexte général du projet.....	17
1. Présentation de l'organisme d'accueil:.....	18
1.1 Le Network Planning:.....	18
1.2 L'équipe commerciale:.....	18
1.3 L'équipe de déploiement:.....	18
2. Problématique:.....	18
2.1 Les facteurs de motivation édictés par le marché:.....	18
2.2 La gestion efficace de l'augmentation du trafic de données:.....	19
2.3 L'évolution des services utilisateurs:.....	19
2.4 Réduction des coûts des opérateurs:.....	20
3. La Solution:.....	21
4. Mission:.....	22
Chapitre II: Evolution de l'UMTS à HSPA+.....	23
Introduction :.....	24
1. Réseau UMTS: Release 99/ Release4.....	24
1.1 Architecture:.....	24
1.2 Les canaux UMTS:.....	25
1.3 Limitations de l'UMTS:.....	26
2. Release 5: HSDPA (High-speed downlink packet access).....	27
2.1 Les canaux HSDPA :.....	27
2.1.1 Le canal HS-DSCH:.....	27
2.1.2 Le canal HS-SCCH:.....	28
2.1.3 Le canal HS-DPCCH.....	28
2.2 AMC (Adaptative Modulation and Coding).....	29
2.3 Technique de retransmission HARQ.....	31
2.4 L'ordonnancement rapide (Fast Scheduling).....	32
2.5 TTI (Transmission Time Interval).....	33
3. .Release 6: HSUPA (High-speed downlink packet access).....	33
3.1 Les challenges de la release 6.....	33



3.2	Les canaux physiques.....	33
4.	Release 7 ou RU20: HSPA+ (High-speed packet access evolved)	34
4.1	MIMO (Multiple Input Multiple Output)	34
4.2	HOM (Higher Order Modulation).....	35
4.3	CPC (Continuous Packet Connectivity).....	35
	Conclusion :	35
Chapitre III: Etude de la solution RU30		36
	Introduction :	37
1.	Les caractéristiques de la solution NSN RU30:.....	38
1.1	La liaison descendante MIMO avec 64QAM :.....	38
1.1.1	Les terminaux MIMO & 64QAM:	38
1.1.2	HS-SCCH information pour MIMO & 64QAM	39
1.2	La liaison montante 16QAM:.....	39
1.3	La cellule duale HSDPA:	41
1.3.1	La transmission en Downlink et en Uplink.....	42
1.4	Egalisation dans le domaine fréquentiel:	43
1.4.1	Problème de l'égaliseur existant.....	44
1.4.2	LA Solution FDE :	45
1.5	Interference cancellation.....	46
1.5.1	Généralités :.....	46
1.5.2	Détecteur par élimination parallèles des interférences-PIC:.....	46
	Conclusion :	47
Chapitre IV: Intégration et dimensionnement de la solution RU30.....		48
	Introduction :	49
1.	Principes généraux de dimensionnement :	49
2.	Dimensionnement de la NodeB:.....	50
2.1	Fonctionnalité de la NodeB:	50
2.2	Les types des NodeBs :.....	51
2.2.1	Flexi WCDMA BTS :	51
2.2.2	Ultrasite BTS :.....	52
2.3	Etude de cas de dimensionnement de la NodeB en HSPA:.....	59
3.	Architecture et Dimensionnement du RNC :	60



3.1	Architecture : Les unités fonctionnelles du RNC.....	61
3.2	Le dimensionnement du RNC :.....	61
3.2.1	Les types du RNC NSN :.....	62
3.2.2	Dimensionnement du RNC :.....	62
3.2.3	Etude de cas de dimensionnement :.....	63
4.	Dimensionnement sur ATOLL:.....	65
4.1	Zone géographique à planifier.....	65
4.2	Terminaux.....	66
4.3	Mobilité.....	66
4.4	Profils utilisateurs.....	66
4.5	Environnement.....	68
4.6	Paramètres des secteurs et des cellules.....	69
4.7	Simulation:.....	70
	Chapitre V: Activation et test de la solution RU30.....	72
1.	Activation de HSPA+ dans le réseau.....	73
1.1	Les outils utilisés.....	73
1.2	Procédure d'activation de RU30 dans un site 3G IAM.....	76
1.2.1	Configurer les paramètres RU30 dans l'UTRAN:.....	76
1.2.2	Activation des fonctionnalités de RU30 :.....	76
2.	Test Bed:.....	80
2.1	Test 1: la charge de la cellule duale.....	80
2.2	Test 2: le débit de la cellule duale.....	81
	Conclusion Générale:.....	83
	Bibliographie.....	84
	Annexe.....	85
	<i>Annexe 1: Le réseau Cœur de l'UMTS.....</i>	<i>85</i>
	<i>Annexe 2: Les canaux de l'UMTS.....</i>	<i>85</i>
	<i>Annexe 3: Les canaux physiques de HSUPA.....</i>	<i>87</i>
	<i>Annexe 4: Principe de fonctionnement de MIMO.....</i>	<i>89</i>
	<i>Annexe 5: Les unités du RNC.....</i>	<i>92</i>



Introduction générale:

Les services de télécommunications ne cessent de s'enrichir afin de répondre à la demande croissante des consommateurs en termes d'augmentation de débit et d'amélioration de la qualité de service.

Dans ce contexte, la 3GPP «Third Generation Partnership Project» qui est une coopération entre organismes de standardisation régionaux en Télécommunications, produit des spécifications techniques pour les réseaux mobiles de troisième génération sous forme de release (R99, R5,..., R8, R9, R10), chaque release peut connaître seulement des améliorations ou un changement total dans son architectures par rapport à son antécédent.

A la lumière des spécifications du 3GPP pour l'UMTS release 8, NSN a développé une solution RU30 pour apporter de nouvelles techniques surtout dans l'interface Radio et pour exploiter de façon optimale les ressources rares et très coûteuses nécessaires à ce niveau. En effet, afin de garder sa place concurrentielle dans le marché des télécommunications, Maroc Telecom l'opérateur historique du pays a signé un contrat de déploiement de la solution RU30 dans son réseau.

Ainsi, notre projet de fin d'études, effectué au sein de la compagnie NOKIA SIEMENS NETWORKS dans le département radio, a pour objectifs:

- L'étude des spécifications de la solution RU30 de NSN qui correspond à la release 8 dans la dénomination de la 3GPP,
- La réalisation d'un comparatif des équipements qui doivent être introduits pour assurer l'intégration de la solution RU30, qui comprend notamment le redimensionnement des équipements (BTS et RNC),
- L'activation logicielle de toutes les spécifications de la solution RU30,

Avant de pouvoir se focaliser sur cela, il a fallu définir le contexte générale de projet, et de rappeler les principes de l'UMTS ainsi que son évolution vers RU20 de NSN. Ce qui nous donne un rapport en cinq parties :

- Chapitre 1: Contexte de projet
- Chapitre 2: L'étude de la technologie UMTS tout en se focalisant sur son évolution,
- Chapitre 3: L'étude de la solution RU30 de NSN,
- Chapitre 4: L'intégration de la solution RU30 de NSN,
- Chapitre 5: L'activation des différentes fonctionnalités de RU30.



Chapitre 1: Contexte général du projet



1. Présentation de l'organisme d'accueil:

NSN Maroc fait partie de Nokia Siemens Networks Business Group. Il collabore étroitement avec Maroc Telecom, premier opérateur mobile au Maroc.

NSN Maroc fournit, principalement, à ses clients, les équipements du réseau radio GSM ainsi que les prestations de services associés, à savoir:

- Recherche et négociation des sites géographiques où ces équipements seront installés, pour des projets clés en main totales.
- Constructions et implémentation d'infrastructures GSM pour des projets clés en main totales et partielles.
- Test et entretien de la qualité de service réseau pour les contrats d'optimisation radio.
- Redéploiement d'équipements.

L'architecture organisationnelle de NSN Maroc est concentrée autour de trois pôles principaux :

1.1 Le Network Planning:

Il représente le cœur du travail de NSN Maroc. Il s'occupe de la partie technique (planification, dimensionnement, optimisation et maintenance du réseau).

Le groupe de Network Planning est divisé en trois zones géographiques: une équipe s'occupe de la zone de Casablanca, une autre de celle de Rabat et une troisième pour la zone Nord-Est. Chaque équipe est supervisée par un manager.

1.2 L'équipe commerciale:

Cette équipe se charge de toutes les procédures financières, l'établissement des comptes de NSN Maroc et la planification du budget pour chaque six mois.

1.3 L'équipe de déploiement:

Elle se charge de négocier avec les clients la construction et l'installation de nouveaux sites, la supervision et la fourniture du matériel.

2. Problématique:

2.1 Les facteurs de motivation édictés par le marché:

L'utilisation de données a connu une croissance rapide dans les réseaux cellulaire qui connaissent une augmentation importante du trafic surtout à cause de l'utilisation massive des «smart phones». Cette augmentation est accompagnée d'une augmentation des coûts sur les réseaux 2G et 3G actuellement mis en place. [1]



Le trafic moyen en données atteint des centaines de mégaoctets par abonné par mois. En plus, Les utilisateurs attendent des performances semblables à des lignes fixes. Les opérateurs, à leur tour, réclament la nécessité:

- D'une capacité supplémentaire dans leurs réseaux actuels.
- D'une livraison à moindre coût des données.

2.2 La gestion efficace de l'augmentation du trafic de données:

L'utilisation de données a augmenté, mais le volume de trafic dans les réseaux de deuxième génération (2G) est nettement dominé par le trafic voix. La mise en place de réseaux de troisième génération (3G) avec High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) a renforcé considérablement l'utilisation des données. Les statistiques d'exploitation de la liaison descendante HSDPA pour 12 mois montre que le volume du trafic des données est à plusieurs téraoctets par jour, ce qui correspond à au-delà de 1 Gbits/s de débit à l'heure chargée. (Figure 1.1)[1]

Figure 1.1: Augmentation du trafic de données avec HSDPA



En fait le trafic data double chaque trois mois. Chose qui montre l'intérêt que portent les utilisateurs aux transmissions de données via le réseau mobile.

2.3 L'évolution des services utilisateurs:

Les technologies 3GPP n'apportent pas seulement des améliorations continues dans les capacités et les performances, ils font également évoluer les capacités qui



élargissent les services offerts aux abonnés. Les services avancés comprennent la Fixed Mobile Convergence FMC, IMS et des technologies de radiodiffusion.

FMC (Fixed Mobile Convergence): permettra de simplifier la façon dont ils communiquent. Elle permet aux abonnés à utiliser un appareil (par exemple, un téléphone cellulaire) au travail et à la maison, où il pourrait se connecter via un réseau Wi-Fi ou d'un femtocell, Ou Lorsqu'ils sont mobiles ils se connectent via un réseau cellulaire. Les utilisateurs bénéficieront également de boîte vocale unique et des numéros de téléphone uniques ainsi que la possibilité de contrôler comment et avec qui communiquer. [2]

IMS (IP Multimedia Subsystem): est une autre technologie clé pour la convergence. Elle permet l'accès aux services de base et applications au moyen de réseaux d'accès multiple. De par le monde, des opérateurs, y compris les nationaux, se sont engagés dans une approche IMS et ont déjà déployé un service de partage vidéo. Même étant défini par la 3GPP, l'IMS a été adopté par la (3GPP2) et WiMAX. Il permet le mélange créatif de différents types de communication et d'information y compris voix, vidéo, messagerie instantanée, localisation et documents. Il fournit aux développeurs d'applications la possibilité de créer des applications qui n'ont jamais été possible auparavant et il permet aux gens de communiquer avec des façons entièrement nouvelles et dynamiques à l'aide de multiples services.

Par exemple, au cours d'une session de discussion interactive, un utilisateur peut lancer un appel vocal. Ou pendant un appel vocal, un utilisateur peut simultanément établir une connexion vidéo ou un transfert de fichiers. En naviguant sur le Web, un utilisateur pourrait décider de parler à un représentant du service clients. IMS sera une plate-forme clé pour la vision toute IP pour les deux architectures HSPA+ et LTE. [2]

2.4 Réduction des coûts des opérateurs:

De nombreux opérateurs consacrent actuellement plus de ressources à leurs réseaux de transport, principalement sur la location de la ligne et la maintenance. Optimiser le coût du «backhaul» est désormais un enjeu crucial pour la plupart des opérateurs. (Figure 1.2)

L'architecture actuelle ne permet pas de fournir une capacité plus élevée d'une façon économique. En outre, L'augmentation de la capacité est tributaire à l'ajout des lignes louées. Chose qui augmente les coûts de façon explosive. En fait, Ce n'est pas du tout économiquement viable. Au lieu de cela, une voie doit être trouvée pour décorrélérer le coût et la capacité. [1]

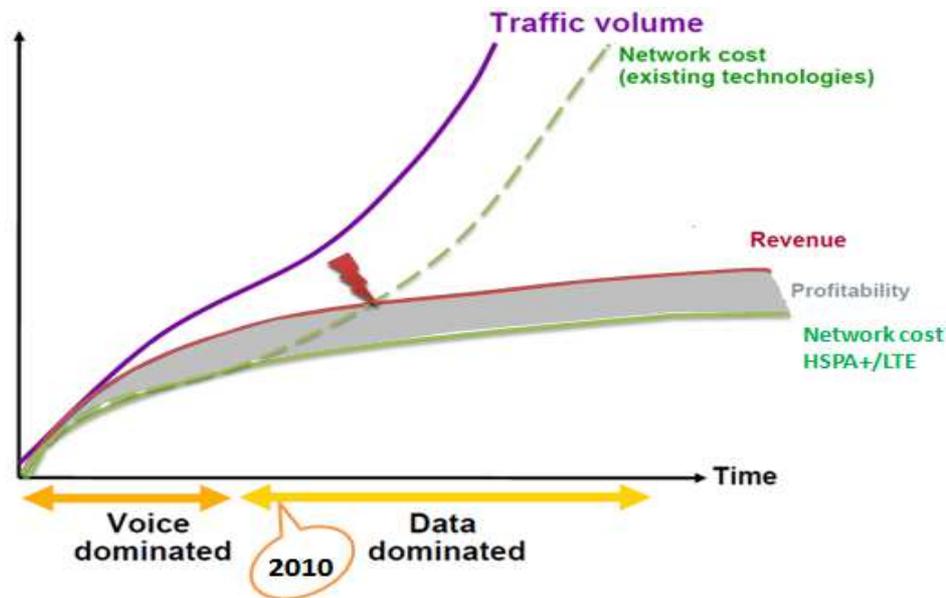


Figure 1.2: décorrélation des coûts et la capacité en HSPA+/LTE

3. La Solution:

Pour répondre à la problématique, NSN a adopté sa propre solution dans le cadre de l'UMTS version 8. Cette solution s'intitule la solution RU30. L'architecture reste la même que celle des anciennes versions tout en apportant quelques modifications et améliorations dans la partie radio. [2]

La technologie RU30 est conçue pour l'exploitation des ressources radio en assurant une bonne qualité de service, et elle est axée sur un soutien optimal des Services à commutation de paquets (PS).

Les exigences principales pour la conception de cette solution ont été identifiées dans les spécifications techniques de la version 8 de la 3GPP. Elles peuvent être résumées comme suit:

-Les débits maximums des données : Les débits maximums cibles sont de 42 Mbits/s (liaison descendante) et 11 Mbit/s (liaison ascendante) pour une bande de 5 MHz, en supposant que deux antennes de réception et une antenne d'émission sur le terminal et le même débit dans le cas d'une bande de 10 MHz dans la liaison descendante. Il est à noter que ces valeurs exigées sont dépassées. Ou encore plus avec la combinaison de MIMO avec le dual carrier et la modulation 64QAM: 84 Mbps.

-Le Débit moyen: Le débit moyen cible de l'utilisateur en liaison descendante par MHz est 3-4 fois mieux que la release 6. Comme il est 2-3 fois supérieure à celle de release 6 en liaison montante.

-L'efficacité Spectrale: L'objectif est d'avoir une efficacité spectrale 2-3 fois mieux que celle la release 6, en Uplink et 3-4 fois mieux En Downlink.



- Bande passante: Bande passante évolutive de 5, 10 MHz sont prise en charge.
- Coûts: Réduction des CAPEX (dépenses d'investissement de capital) et OPEX (dépenses d'exploitation). En s'inscrivant dans l'initiative mondiale du respect de l'environnement, une faible consommation d'énergie doit être assurée.
- Qualité de service: La qualité de service (QoS) de bout en bout est prise en charge. VoIP devrait être soutenue par au moins une bonne efficacité et latence radio et backhaul similaire à celles du trafic voix sur les réseaux à commutation de circuit de l'UMTS.

4. Mission:

Déployer la solution HSPA+ version 8 qui est nommé encore par NSN: RU30 nécessite la maîtrise de toutes ses fonctionnalités. La préparation ingénieuse d'un document détaillant de ces fonctionnalités nous a été confiée au sein du département radio de Nokia Siemens Networks. En effet, nous étions amenés à étudier les spécifications de l'organisme de standardisation 3GPP traitant de l'UMTS version 8. Et à choisir le matériel nécessaire pour le déclenchement du processus d'intégration et de dimensionnement de la solution RU30 au niveau du réseau d'accès ainsi que les paramètres les plus optimales pour le déclenchement du processus d'activation. Ce choix doit permettre les meilleures performances du futur réseau puisque Maroc télécom l'opérateur historique du pays, et afin de garder sa place concurrentiel dans le marché de télécommunication, a signé un contrat de déploiement de la solution RU30 dans son réseau 3G.



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



Chapitre II: Evolution de l'UMTS à HSPA+



Introduction :

La téléphonie a suivi diverses phases d'évolution liées au progrès dans les domaines d'électronique et d'informatique. L'avancée technologique ne semble plus avoir de limite, ainsi personne ne s'étonne des possibilités offertes par les nouvelles technologies.

L'introduction des premiers téléphones portables, basé sur un système analogique FDMA (Frequency Division Multiple Access) fut laborieuse, pourtant Elle ne s'adressait qu'à une certaine tranche de la population et étroitement liée aux besoins professionnels. De plus la liaison était non sécurisée, disponible à des écoutes indiscrettes.

La première génération de téléphonie mobile a rencontré un autre problème plus grave. En effet, n'importe qui avec un scanner et peu de scrupule, pouvait écouter les conversations de son voisin.

Les systèmes de la deuxième génération, avec l'introduction de la méthode d'accès TDMA (Time Division Multiple Access), palliaient à ce problème et faisaient découvrir de nouveaux services comme le SMS (Short Message System), l'accès aux réseaux de données et autres.

Pour les systèmes de la troisième génération, le but était d'intégrer tout les réseaux de deuxième génération du monde entier en un seul réseau et de lui adjoindre des capacités multimédias (haut débit pour les données). Le principe est résumé dans « anyone, anywhere, anytime ».

L'évolution de la téléphonie ne s'arrête pas à ce stade. En effet, la 3GPP depuis sa création, a mené des recherches dans le but de suivre l'évolution et de satisfaire les besoins des demandeurs. Ces recherches ont été publiées sous le nom de releases (release 99, R5... R11...).

1. Réseau UMTS: Release 99/ Release4

1.1 Architecture:

Le réseau UMTS est composé d'un réseau cœur (CN: Core Network), qui est responsable de la commutation et du routage des communications (voix, données) vers les réseaux externes, et d'un réseau d'accès radio (RAN, Radio Access Network), qui supporte toutes les fonctionnalités radio. (Figure 2.1)

L'interface entre le réseau d'accès et le réseau cœur est appelée interface Iu. Cette interface a été définie d'une manière aussi générique que possible afin d'être capable de connecter des réseaux d'accès de technologies différentes au réseau cœur de l'UMTS. [3]

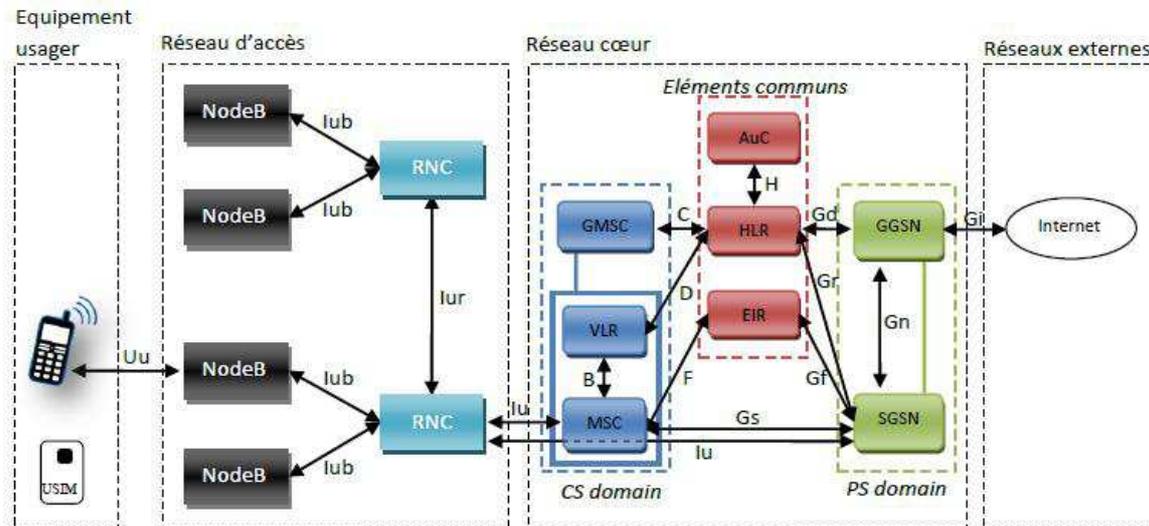


Figure 2.1: Architecture des réseaux UMTS

L'UTRAN est constitué de deux éléments :

- ✓ **La NodeB**: équivalente à la BTS du réseau GSM, et assure les fonctions suivantes:
 - assure la transmission et la réception radio, pour une ou plusieurs cellules de l'UTRAN,
 - Les tâches physiques (codage/décodage, étalement de spectre, modulation).
 - Allocation des ressources radio.
- ✓ **Le RNC**: (Radio Network Controller), un point d'accès reliant le CN (Core Network) et le UE (User Equipment) équivalent au BSC des réseaux GSM, dont les fonctions sont :
 - contrôle les ressources radio dont il dispose,
 - assure le routage des communications entre la NodeB et le réseau cœur
 - assure la supervision du NodeB

Le Core Network UMTS est constitué de deux domaines: le domaine de la commutation de Circuits (CS) et celui de la commutation de paquets (PS). (Annexe 1)

1.2 Les canaux UMTS:

En UMTS, on distingue trois types de canaux (Annexe 2):

- Les canaux physiques (P/S-CCPCH, PRACH, PDSCH, DPDCH, DPCC) qui véhiculent l'information sur l'interface radio et qui se



caractérisent par une fréquence porteuse, un code de canalisation et un autre de brouillage etc.

- Les canaux logiques (BCCH, PCCH, DCCH, CCCH, DTCH, CTCH) qui sont définis par la nature de l'information transportée.
- les canaux de transport (BCH, PCH, FACH, RACH, CPCH et DCH.) qui sont définis par les caractéristiques de la transmission sur l'interface radio.

Il est à noter que les canaux logiques sont transportés par les canaux de transport appropriés, ces derniers sont multiplexés et transportés par des canaux physiques. Ci-dessous, les différents canaux étudiés (communs, dédiés et optionnels) existant en Uplink et en Downlink, ainsi que leurs supports. (Figure 2.2)[3]

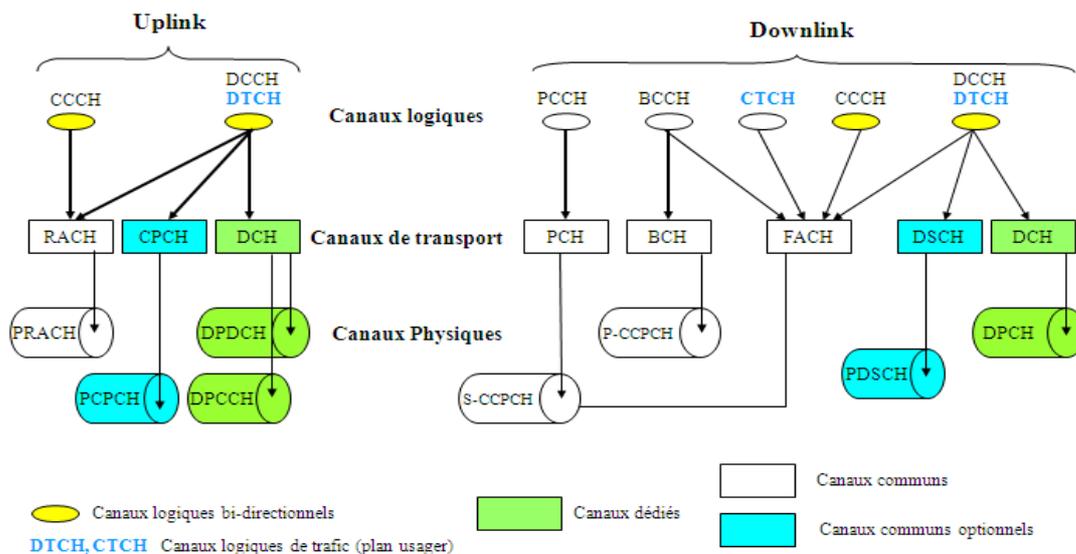


Figure 2.2: Correspondance entre canaux

1.3 Limitations de l'UMTS:

Les systèmes de troisième génération (3G) sont incapables de fournir les taux de transfert de données requis par les applications haut débit. En effet, les premières versions de l'UMTS offrent un débit théorique de l'ordre de 2 Mbps et un débit réel de 384 kbps.

Cette limitation en termes de débit a poussé l'organisme 3GPP à introduire deux nouvelles technologies permettant d'améliorer les performances de l'UMTS en termes de débit et de qualité de service. Ces deux technologies destinées à remédier les limitations de l'UMTS sont nommées HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) et HSUPA (High Speed Uplink Packet Access).



2. Release 5: HSDPA (High-speed downlink packet access)

L'HSDPA a été standardisé au niveau de la 3GPP en Mars 2002 dans le cadre de la release 5. Les premiers réseaux HSDPA ont été commercialisés depuis la fin de l'année 2005. Ce standard s'intéresse aux services de données qui nécessitent un réseau d'accès à commutation de paquets asymétrique, pour une meilleure utilisation de la bande spectrale dans un environnement à plusieurs utilisateurs. Il a pour objectifs l'amélioration du débit DL (jusqu'à 14,4Mbps), de la capacité du réseau et de l'efficacité spectrale, et la réduction du temps de latence. Afin d'atteindre ces objectifs, les techniques suivantes ont été utilisées [3]:

- L'introduction de nouveaux canaux.
- L'adaptation de la modulation et du codage : Adaptive modulation and coding.
- Une nouvelle méthode de correction d'erreurs : HARQ.
- L'ordonnancement Rapide: Fast downlink packet scheduling.
- La réduction de la durée trame à 2 ms (TTI=2ms).

Dans la suite on détaillera ces techniques et on expliquera comment elles ont permis d'atteindre les Objectifs prédéfinis.

2.1 Les canaux HSDPA :

Trois nouveaux canaux ont été introduits dans la release 5 à savoir: high-speed downlink shared channel (HS-DSCH), high-speed shared control channel (HS-SCCH) et high-speed dedicated physical control channel (HS-DPCCH). (Figure 2.3)

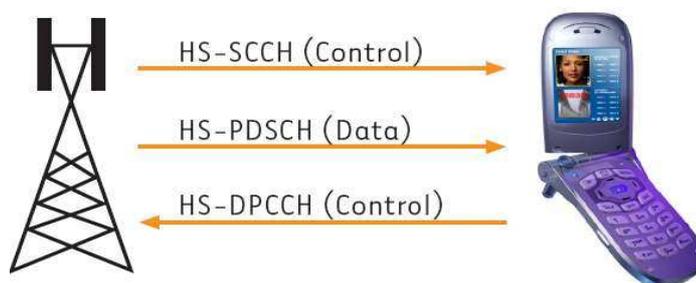


Figure 2.3 : Les nouveaux canaux introduits dans l'HSDPA

2.1.1 Le canal HS-DSCH:

Il s'agit d'un canal de transport utilisé pour transporter les données utilisateur, il est mappé sur le canal physique HS-PDSCH (High-Speed Physical Downlink Shared Channel). Les caractéristiques majeures de ce canal sont:

- Pas de control de puissance.



- Supporte la modulation 16QAM en plus de QPSK.
- Utilise la retransmission au niveau de la couche 1.
- Pas de soft handover.
- Utilisation du turbo coding comme codage canal.
- Pas de discontinuité de transmission au niveau slot, i.e. que le canal HS-PDSCH est soit totalement transmis durant les 2 ms TTI soit non transmis.
- Utilisation d'un facteur d'étalement fixe SF=16.

2.1.2 Le canal HS-SCCH:

Il s'agit d'un canal physique qui supporte les données de signalisation dans le sens descendant. Ces données informent le terminal s'il y a des données HSDPA qui lui sont envoyées et comment les décoder. Dans le cas où il n'y a aucune donnée sur le canal HS-DSCH, l'utilisation du canal HS-SCCH n'est pas nécessaire. En effet, le trafic dû à la signalisation doit être minimisé afin de réserver le maximum de ressources aux données utiles.

Chaque bloc HS-SCCH est composé de trois slots et divisé en deux parties fonctionnelles: (Figure 2.4)

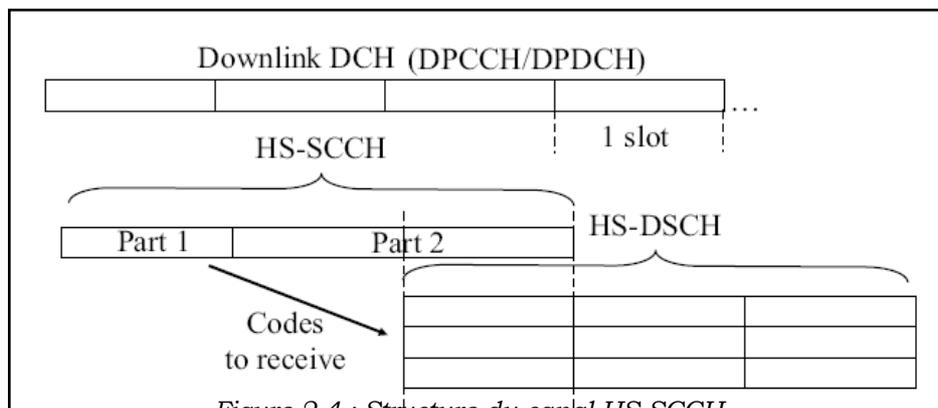


Figure 2.4 : Structure du canal HS-SCCH

- La première partie: (le premier slot) contient les informations nécessaires pour faire le désétalement des codes corrects et celles qui concernent la démodulation.
- La deuxième partie: contient des informations moins urgentes comme le processus HARQ utilisé.

2.1.3 Le canal HS-DPCCH

C'est un canal physique Uplink, qui transporte des informations feedback de la station mobile vers la station de base pour permettre les opérations de retransmission HARQ et adaptation au lien radio.



Le canal HS-DPCCH utilise un facteur d'étalement fixe SF=256 et contient 3 slots. Sa structure est la suivante : (Figure 2.5)

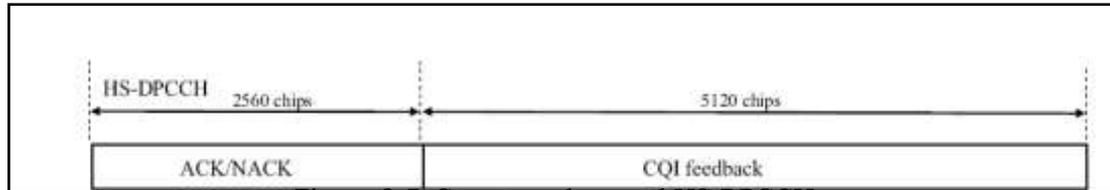


Figure 2.5: Structure du canal HS-DPCCH

Le HS-DPCCH est donc divisé en deux parties :

- **ACK** (Acknowledgement)/**NAK** (No ACK) : informe la station de base du résultat de la vérification CRC après décodage du paquet. Il s'agit d'une séquence de '1' si c'est un ACK et une séquence de '0' si c'est un NACK.
- le **CQI** (Channel Quality Indicator) : cette valeur donne un rapport de la qualité du lien descendant en indiquant 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 ce lien.

2.2 AMC (Adaptative Modulation and Coding)

Dans les réseaux mobiles, la qualité d'un signal reçu par un terminal dépend de plusieurs facteurs, comme la distance entre celui-ci et la station de base, la perte de propagation due aux obstacles et aux trajets multiples, etc. 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).

Une technique alternative au contrôle de puissance en faisant face aux effets variables du canal dans le temps est de compenser les évanouissements. Au lieu de garder une qualité de signal constante au niveau du récepteur, on peut changer la modulation et le taux de codage du signal transmis de telle façon que le plus d'informations soient transmises 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. (Figure 2.6)[1]

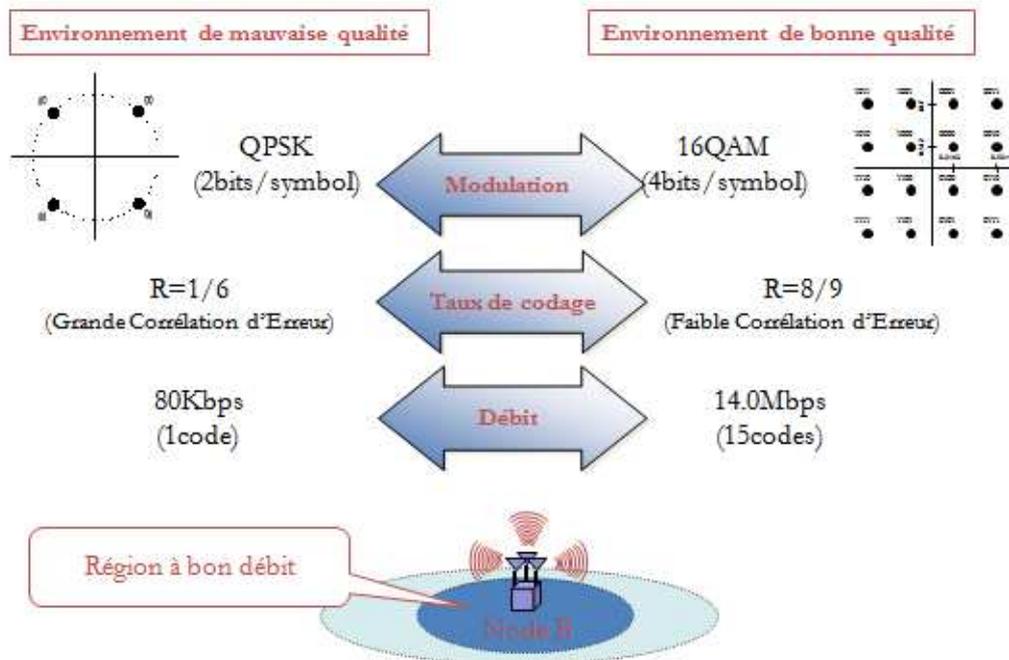


Figure 2.6: Constellation de la modulation 16QAM et QPSK.

En combinant le type de modulation, le taux de codage et le nombre de codes supporté, nous obtenons plusieurs combinaisons appelées également schéma de modulation et de codage MCS (Modulation and Coding Scheme), qui ont été proposées par le 3GPP. (Tableau 2.1)

MCS	Modulation	Taux de codage	Débit max		
			5 codes	10 codes	15 codes
1	QPSK	1/4	600 kbps	1.2 Mbps	1.8 Mbps
2		2/4	1.2 Mbps	2.4 Mbps	3.6 Mbps
3		3/4	1.8 Mbps	3.6 Mbps	5.4 Mbps
4	16-QAM	2/4	2.4 Mbps	4.8 Mbps	7.2 Mbps
5		3/4	3.6 Mbps	7.2 Mbps	10.7 Mbps

Tableau 2.1: Schéma de modulation et de codage MSC sur le lien descendant

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. (Tableau 2.2)



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 2.2: Catégorie de terminaux supportant la technologie HSDPA

2.3 Technique de retransmission HARQ

La technique AMC permet de pallier aux dégradations du signal dues aux conditions du canal de propagation en faisant varier le débit de transmission d'une manière adaptative. Néanmoins, cette technique est assez sensible à des erreurs dans l'estimation de la qualité du canal (CQI) et aux retards de sa transmission, par l'UE, vers la Node B. La technique de retransmission HARQ peut être considérée comme un complément à l'AMC en assurant une fiabilité des transmissions. La stratégie de retransmission utilisée dans l'HARQ est basée sur le protocole Stop-and-Wait (Figure 2.7). En HSDPA, la technique de retransmission est localisée dans la Node B contrairement à l'UMTS où elle est localisée dans le RNC précisément au niveau de la couche RLC, d'où la réduction de la durée de retransmission. Il y a la possibilité d'activer N processus Stop-and-Wait. La valeur maximum de N dans la HSDPA est de 8. Le délai entre deux transmissions successives est de l'ordre de 8 à 12 ms. Dans le cas où la Node B échoue de retransmettre les paquets ou bien dépasse le nombre N, le RNC s'en charge. (Figure 2.8) [3]

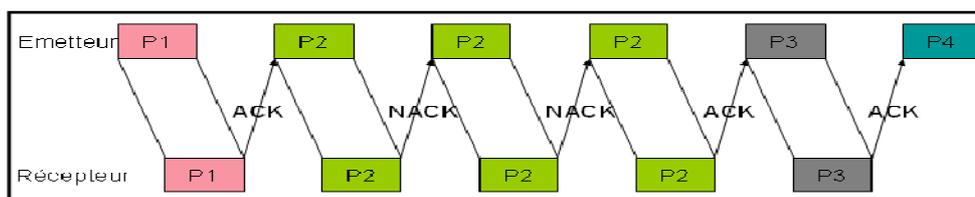


Figure 2.7: Le Protocole Stop and wait.

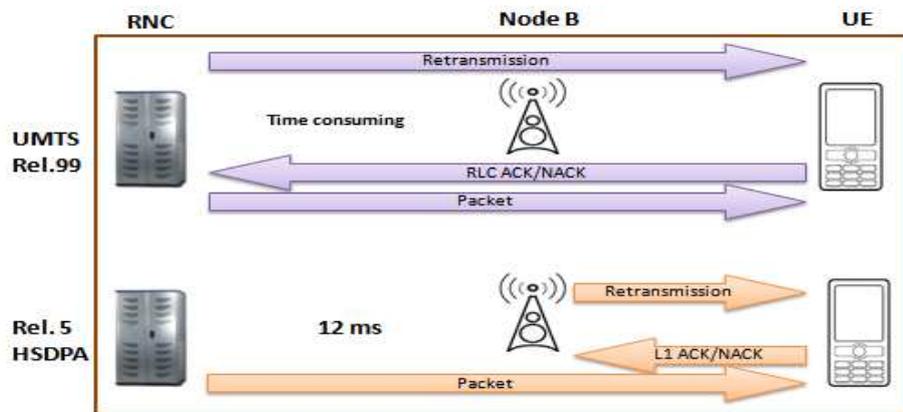


Figure 2.8: Comparaison de la technique de retransmission entre R99 et HSDPA.

2.4 L'ordonnancement rapide (Fast Scheduling)

L'ordonnancement 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 HS-DSCH entre les utilisateurs. L'ordonnancement pour HSDPA est désigné étant rapide dû au fait qu'il est déplacé du RNC en UMTS à la Node B en HSDPA pour réduire les délais, (Figure 2.9). Ceci entraîne une rapidité dans la gestion des ressources. Les autres fonctionnalités à savoir le contrôle d'admission et l'allocation des ressources restent propre au RNC.

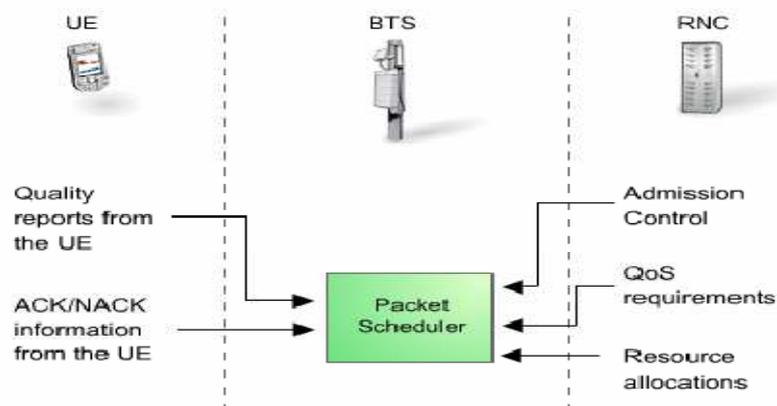


Figure 2.9: L'ordonnancement des paquets est une fonctionnalité du Node B en HSDPA.

Nokia utilise le «Proportional Fair Scheduling» comme un algorithme d'ordonnancement dans l'implémentation de la HSDPA. Cet algorithme 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 termes de ressources. Selon les variations du profile canal de deux utilisateurs HSDPA. L'utilisateur ayant le bon rapport E_s/N_0 est sélectionné pour utilisé le canal HS-DSCH. (Figure 2.10) [2]

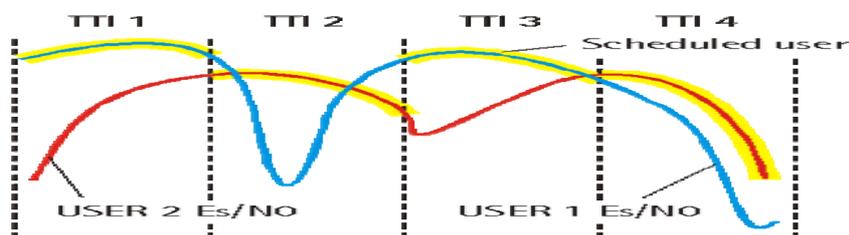


Figure 2.10: Le principe de l'algorithme « Proportional Fair Scheduling ».

2.5 TTI (Transmission Time Interval)

L'intervalle de temps de transmission (TTI) est un paramètre supplémentaire de la technologie HSDPA utilisé par le HS-DSCH. Ce TTI est de 2ms par canal, ce qui permet de supporter un trafic et un nombre d'utilisateurs importants.

3. .Release 6: HSUPA (High-speed downlink packet access)

Le but de HSUPA, également appelé Enhanced Uplink(EUL) en 3GPP, est d'améliorer la capacité et le débit et de réduire le délai dans des canaux dédiés pour le sens montant. Ce release est caractérisé par la définition d'un nouveau canal de transport E-DCH (Enhanced Dedicated Channel). Le débit théorique maximum qu'on peut atteindre en uplink est 5.6 Mbps. Comme en HSDPA, E-DCH exige une amélioration au niveau des couches physique et MAC. La seule différence est que l'HSUPA n'introduit pas un nouveau schéma de modulation. En effet il n'utilise que la modulation QPSK, le schéma de modulation spécifié dans le WCDMA.

3.1 Les challenges de la release 6

L'HSUPA est conçu pour pallier à un nombre important de problèmes et d'exigences. En effet il faut :

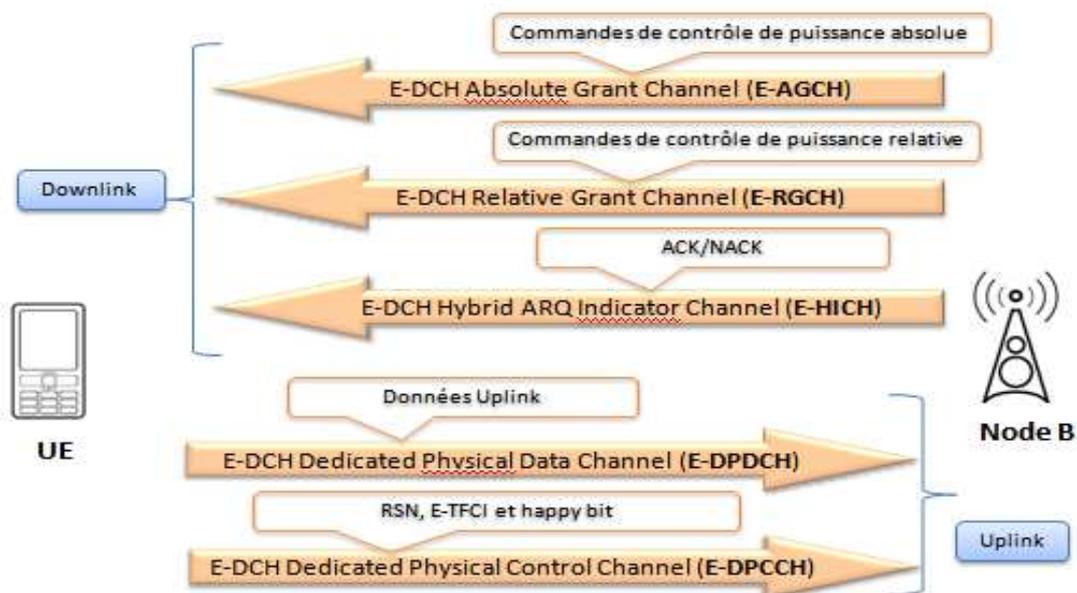
- Prendre toutes les zones en considération à savoir l'urbain, suburbain et le rural.
- Supporter la mobilité. En effet la mobilité pour les cas des vitesses élevées doit être supportée tout en optimisant les ressources lorsqu'il s'agit d'une vitesse moyenne ou basse.
- Garder la simplicité du sens montant. En effet les nouvelles techniques doivent avoir un gain considérable pour une complexité acceptable.
- Etudier les possibilités pour améliorer les performances du sens montant dans les canaux de transport dédiés. Tout en donnant la priorité aux services interactives et au streaming.

3.2 Les canaux physiques



Pour réaliser ces nouvelles performances, la technologie HSUPA propose un nouveau canal de transport appelé E-DCH. Pour la couche physique, cela se traduit par deux nouveaux composants dans le canal montant: E-DPDCH et E-DPCCH et de trois nouveaux composants dans le canal descendant : E-AGCH, E-RGCH et E-HICH. (Figure 2.11) (Annexe 3)

Figure 2.11: Les canaux HSUPA



4. Release 7 ou RU20: HSPA+ (High-speed packet access evolved)

La release 7 est une évolution de la famille HSPA, standardisée par la 3GPP sous le nom HSPA+ (High Speed Packet Access Evolved), publiée en mars 2007 et commercialisée par NSN sous le nom **RU20** depuis 2009. En se basant sur les techniques introduites dans les releases 5 et 6 (comme: Fast scheduling, HARQ,...), RU20 permet de doubler le débit en introduisant de nouvelles techniques à savoir : 64QAM, 2x2 MIMO. Le débit offert par ce release peut atteindre 28Mbps en Downlink et de 5.7Mps en Uplink.

4.1 MIMO (Multiple Input Multiple Output)

Le terme MIMO (Multiple Input Multiple Output) est employé couramment pour se rapporter à la technologie multi-antennes. Généralement le terme MIMO se rapporte à un système ayant des entrées multiples et des sorties multiples. Dans la pratique, MIMO signifie l'utilisation des antennes multiples du côté de l'émetteur et du récepteur afin d'exploiter la dimension spatiale du canal radio. (Annexe 4)

La liaison descendante MIMO a été présentée dans le cadre de RU20 pour augmenter le débit de transmission des données. La ligne de base est un système de 2x2



MIMO, c.-à-d deux antennes transmettent du côté de la station de base, et 2 antennes reçoivent du côté du UE. MIMO pour RU20 permet un débit maximal théorique de 28 Mbps dans la liaison descendante. A noter que HSPA+ ne supporte pas la liaison montante MIMO. [4]

4.2 HOM (Higher Order Modulation)

RU 20 a introduit 64-QAM dans la liaison descendante, ce qui augmente le débit de données de 50% pour les UEs qui ont un rapport signal/bruit élevé. Sur la liaison montante, 16-QAM double le débit de données. Ainsi les UEs ne sont pas limités en puissance.

4.3 CPC (Continuous Packet Connectivity)

Cette technique consiste à minimiser le trafic de signalisation entre le réseau et le UE pendant les périodes d'inactivité. Elle est aussi connue sous le nom de la transmission en mode discontinu (DTX) et permet de réduire la consommation énergétique du terminal. La même technique est appliquée à la réception (DRX). En cas de reprise de la transmission, le UE est informé par le réseau sur le canal DPCCCH quand est ce qu'il doit surveiller la prochaine trame. [2]

Conclusion :

La solution NSN RU20 apporte des avantages aussi bien à l'utilisateur qu'à l'opérateur. En effet, elle assure des débits importants, une large couverture, des faibles délais et une grande capacité pour le réseau. Ceci permet à l'opérateur de dégager des bénéfices assez importants à partir des services déployés.

Toutefois cette gamme de services pose certaines contraintes aux utilisateurs en matière de débit ; c'est ainsi que l'introduction de nouvelles fonctionnalités par RU30 permettra de combler ces déficits en améliorant les débits dans les deux voies: montante et descendante et les méthodes d'élimination d'interférence. Toute cette panoplie d'amélioration sera l'objectif du chapitre suivant, qui va montrer les améliorations apportées par RU30.



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



Chapitre III: Etude de la solution RU30

Introduction :

Actuellement, les réseaux HSDPA et HSUPA dans le monde entier sont déployés afin d'augmenter le débit et la capacité pour les liens en downlink et Uplink. HSDPA a été présenté comme dispositif de la version 5 dans 3GPP (3rd Generation Partnership Project), alors que HSUPA a été présenté comme dispositif important de la release 6. Cependant même avec la combinaison de HSDPA et de HSUPA (désignée souvent sous le nom de HSPA -High speed Packet Access) on est toujours loin des limitations d'UMTS. HSPA+ apportera des perfectionnements significatifs dans la version 8 de l'UMTS 3GPP en termes d'efficacité de spectre, de débit maximal, de latence, et d'exploitation de la pleine capacité du WCDMA. De ce fait, NSN a adopté sa propre solution dans le cadre de la release 8. Cette solution s'intitule la solution RU30. L'architecture reste la même que celle des anciennes versions tout en apportant quelques modifications et améliorations au niveau de la partie radio. La technologie RU30 est conçue pour l'exploitation des ressources radio en assurant une bonne qualité de service (Jeux interactifs, Vidéo sharing, TV sur mobile,...) pour atteindre un débit important de l'ordre de 42 Mbps par utilisateur dans la voie descendante et 11 Mbps par utilisateur dans la voie montante. (Figure 3.1)

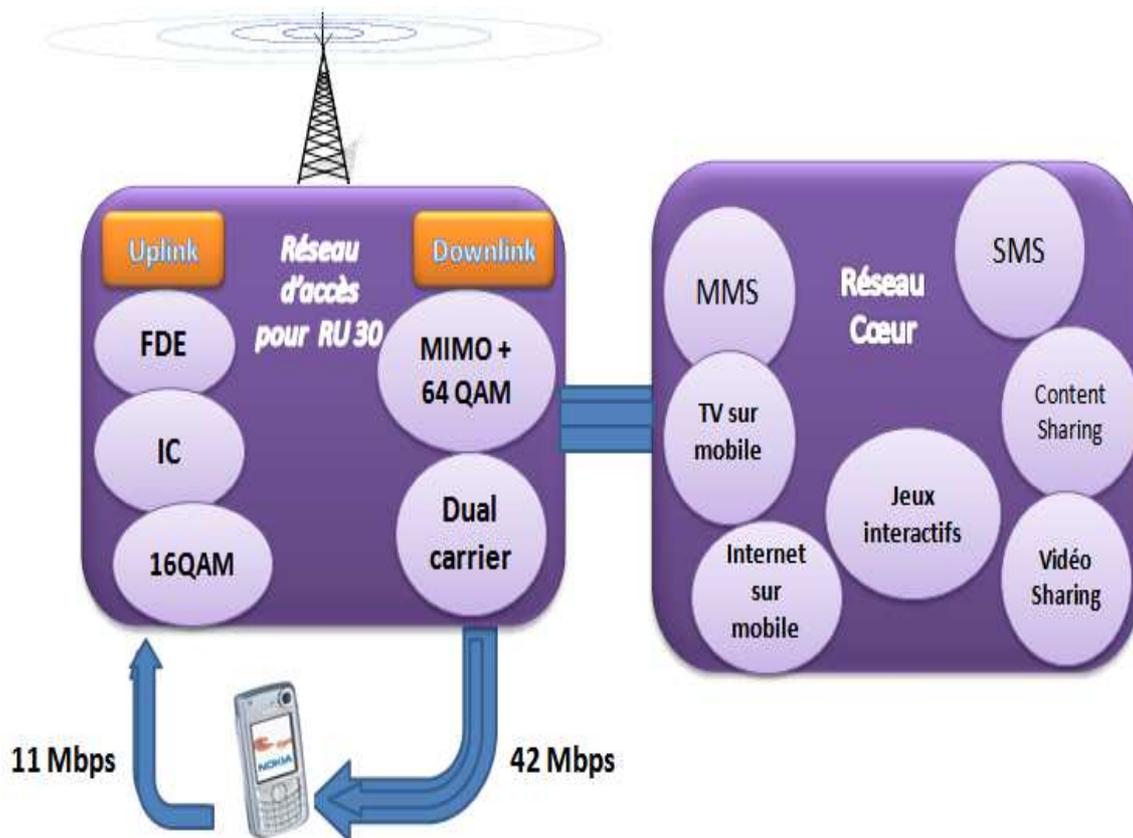


Figure 3.1: la solution RU 30



1. Les caractéristiques de la solution NSN RU30:

Les fonctionnalités importantes de RU30 sont :

- **Radio Access Networks 1912:** La liaison descendante MIMO avec 64QAM
- **Radio Access Networks 1645:** La liaison montante 16QAM
- **Radio Access Networks 2179:** Double porteuse par cellule (Double Carrier-DC)
- **Radio Access Network 1702:** L'égalisation dans le domaine fréquentiel (Frequentiel Domain Equalizer-FDE)
- **Radio Access Networks 1308:** Suppression de l'interférence (Interference cancellation-IC)

1.1 La liaison descendante MIMO avec 64QAM :

En RU20 l'UE peut utiliser le MIMO et la modulation 64QAM mais il n'est pas tenu d'exécuter les deux fonctions simultanément. En RU30, la combinaison de 64QAM et MIMO est mis en place afin d'augmenter encore le débit d'utilisateur dans les scénarios où les utilisateurs peuvent bénéficier de conditions favorables radio comme dans les systèmes outdoor. Le taux maximum possible de données UE combinant les deux fonctions est passé à environ 42Mbps. [2]

1.1.1 Les terminaux MIMO & 64QAM:

La combinaison de MIMO avec 64QAM nécessite l'introduction de nouvelle UEs (user équipements), ces derniers sont classés sous forme de catégories selon le type de modulation utilisée, le nombre de code et la taille du transport block. (Tableau 3.1)

HS DSCH Catégorie	MIMO	Modulation	Le nombre maximal de codes HS DSCH	TTI	Le nombre maximal de bits pour un block de transport	débit [Mbps]
Catégorie18	oui	QPSK / 16QAM	15	1	27952	13.98
Catégorie19	oui	QPSK / 16QAM / 64QAM	15	1	35280	17.64
Catégorie 20			15	1	42192	21.20

Tableau 3.1: Les catégories des téléphones mobiles qui supportent MIMO et 64QAM

Les terminaux supportés par RU30 sont: Catégories 19 et 20:

- Supporte le MIMO avec une modulation QPSK ,16QAM et 64QAM



- o Maximum de données pour catégorie 19 est 35,28 Mbits/s
- o Maximum de données pour catégorie 20 est 42,40 Mbits/s

1.1.2 HS-SCCH information pour MIMO & 64QAM

La NodeB envoie 3 bits pour informer l'UE de type de modulation utilisée 64QAM en cas de MIMO, Le nombre de transport blocs transmis sur le HS-PDSCH associé et les informations système de modulation. (Tableau 3.2)

Toutefois, les 3 bits d'informations pour signaler le type de la modulation ainsi que le nombre de transport blocs ne sont pas suffisants pour signaler toutes les combinaisons possibles. Par conséquent, un bit supplémentaire est nécessaire pour obtenir des renseignements sur le type de modulation qui est tiré de l'information CCS (channelization-code-set), c'est à dire dans le cas où X_{ms} , 1, X_{ms} , 2, X_{ms} , 3 est égal à "101" X_{ccs} , 7 est utilisée comme un petit supplément de l'information technique de modulation. [2]

- X_{ccs} , 7 = 0 si la modulation pour le bloc de transport secondaire est QPSK.
- X_{ccs} , 7 = 1 si le nombre de blocs de transport=1.

Bits d'information (3 bits)	Modulation pour le block de transport primaire	Modulation pour le block de transport secondaire	Nombre de block de transport
111	16QAM	16QAM	2
110	16QAM	QPSK	2
101	64QAM	Indicated by X_{ccs} ,7	Indicated by X_{ccs} ,7
100	16QAM	n/a	1
011	QPSK	QPSK	2
010	64QAM	64QAM	2
001	64QAM	16QAM	2
000	QPSK	n/a	1

Tableau 3.2: Le schéma de modulation et le nombre de transport block

1.2 La liaison montante 16QAM:



Avec la possibilité d'utiliser 16QAM sur E-DCH (Dedicated Channel Enhanced) en liaison montante, RU30 peut atteindre un débit théorique de 11,5Mbps. Une nouvelle catégorie pour la liaison montante (catégorie 7) a été introduite qui soutient 16QAM en plus de QSPK. (Tableau 3.3)

Tableau 3.3: catégories des UEs qui supportent le 16QAM

Catégorie E-DCH	Nombre de code	Spreading Factor (SF)	TTI	Le nombre maximal de bits pour un block de transport pour un canal E-DCH avec un TTI de 10 ms	Le nombre maximal de bits pour un block de transport pour un canal E-DCH avec un TTI de 2 ms	Débit [Mbps]
1	1	4	10ms	7110	-	0.71
2	2	4	10ms/ 2ms	14484	2798	1.45 1.40
3	2	4	10ms	14484	-	1.45
4	2	2	10ms/ 2ms	20000	5772	2.00 2.89
5	2	2	10ms	20000	-	2.00
6	4	2	10ms/ 2ms	20000	11484	2.00 5.74
7	4	2	10ms/ 2ms	20000	22996	2.00 11.50

La transmission en Uplink est basée sur la modulation IQ (composante en phase et en quadrature) d'E-DPDCH (Enhanced Dedicated Physical Data Channel) comme dans HSUPA du 3GPP version 6. En fait, la constellation 16QAM est composée de deux 4PAM orthogonale (Pulse amplitude modulation). En cas de 4PAM modulation, un ensemble de deux symboles binaires consécutifs n_k, n_{k+1} est converti en une séquence de valeurs réelles. (Tableau 3.4) [2]

n_k, n_{k+1}	Valeurs réelles
00	0.4472
01	1.3416
10	-0.4472
11	-1.3416

Tableau 3.4: E-DPDCH avec la modulation 4PAM



Un E-DPDCH peut utiliser soit la modulation BPSK ou 4PAM. M est le nombre de bits par symbole .soit M=1 pour BPSK et M=2 pour 4PAM. 2 bits/symbole sont disponibles pour SF2 et SF4. La liaison montante résultante de données maximal est de 11,5 Mbit/s et elle est obtenu en combinant deux E-DPDCHs avec SF2 et deux E-DPDCHs avec SF4: $2*SF2 + 2*SF4 = 2*1920 + 2*3840 = 11,52$ Mbits/s (Tableau 3.5)

Slot format #i	Débit canal [kbps]	Bits/Symbol M	SF	Bits / Frame	Bits / Subframe	Ndata
0	15	1	256	150	30	10
1	30	1	128	300	60	20
2	60	1	64	600	120	40
3	120	1	32	1200	240	80
4	240	1	16	2400	480	160
5	480	1	8	4800	960	320
6	960	1	4	9600	1920	640
7	1920	1	2	19200	3840	128
8	1920	2	4	19200	3840	1280
9	3840	2	2	38400	7680	2560

Tableau 3.5: E-DPDCH slot formats

1.3 La cellule duale HSDPA:

Dans le cadre de 3GPP version 7, le pic pour chaque utilisateur a été significativement amélioré (grâce au MIMO ou a la modulation d'ordre supérieur). Afin de satisfaire les besoins des utilisateurs dans chaque cellule RU 30 a introduit une deuxième porteuse HSDPA crée une possibilité de mise en réseau des ressources comme moyen d'améliorer l'expérience utilisateur, notamment lorsque les conditions radio sont telles que les techniques existantes (par exemple, MIMO) ne peut pas être utilisé. (Figure 3.2)[2]

Les restrictions suivantes s'appliquent en cas de cellule duale HSDPA:

- La cellule duale HSDPA de transmission s'applique uniquement aux canaux physiques HSDPA.
- Les deux cellules appartiennent à la même NodeB et sont adjacentes à des porteuses
- Les deux cellules n'utilisent pas MIMO pour servir des UE configurés pour une opération duale de la cellule.
- Les deux cellules opèrent dans la même bande de fréquence pour une liaison montante entre les deux porteuses.

- L'UE n'est pas strictement liée par la norme à l'une des deux porteuses descendantes. Il est donc possible de répartir les utilisateurs de la liaison montante sur les deux transporteurs au moins semi-statique en utilisant la fréquence de transfert inter-procédure. [2]

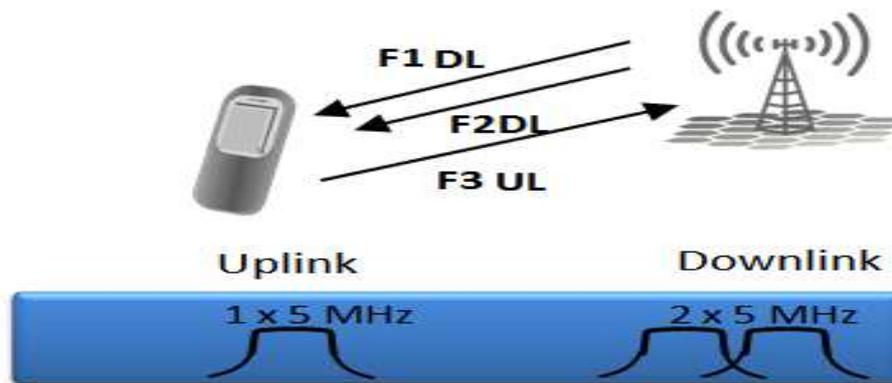


Figure 3.2: l'opération de la Duale cellule de HSDPA

1.3.1 La transmission en Downlink et en Uplink

Contrairement à MIMO, HS-SCCH est transmis sur chaque porteuse descendante caractérisant la transmission des données réelles sur le HS-PDSCH associés, à savoir qu'il n'existe pas de HS-SCCH pour "double flux" comme dans la transmission MIMO. En cas de double porteuse l'UE est configuré avec une cellule secondaire HS-DSCH. Avec un HS-SCCH dans chacune des deux cellules on aura des formats de transport différents en fonction du paramètre de feedback CQI sur chaque porteuse. (Figure 3.3)[2]

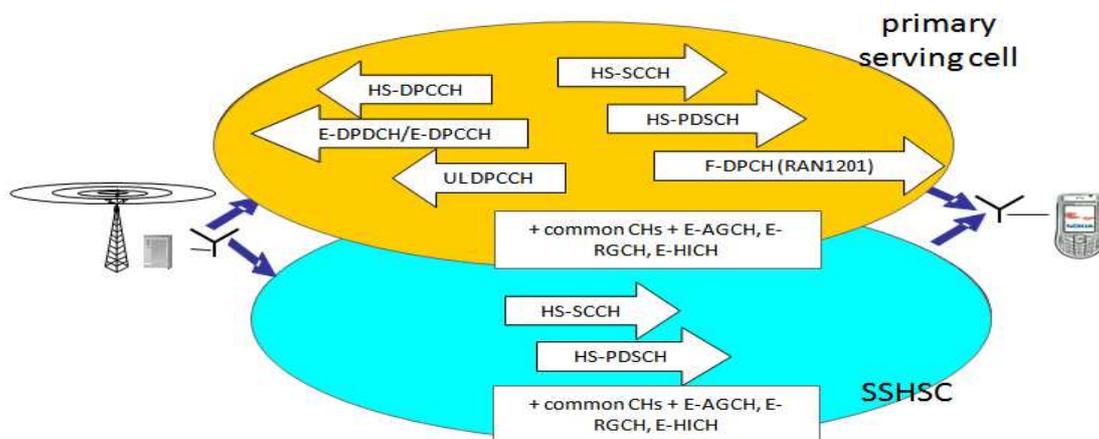


Figure 3.3: Les canaux de la Duale cellule de HSDPA



L'UE doit être en mesure de recevoir jusqu'à un HS-DSCH avec un HS-SCCH de la cellule primaire, et jusqu'à un HS-DSCH avec un HS-SCCH de la cellule secondaire.

La solution utilise le même principe que pour la reconnaissance de fonctionnement courant de deux données en mode MIMO. Les bits de HARQ du HS-DPCCH doivent être interprétés différemment selon que l'UE détecte un bloc de transport unique sur la cellule primaire HS-DSCH, un bloc de transport unique sur la cellule secondaire HS-DSCH ou un bloc de transport unique sur les deux cellules. (Tableau 3.6) [2]

HARQ-ACK message to be transmitted		w ₀	w ₁	w ₂	w ₃	w ₄	w ₅	w ₆	w ₇	w ₈	w ₉
HARQ-ACK when UE detects a single scheduled transport block on the serving HS-DSCH cell											
ACK		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NACK		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HARQ-ACK when UE detects a single scheduled transport block on the secondary serving HS-DSCH cell											
ACK		1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
NACK		0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
HARQ-ACK when UE detects a single scheduled transport block on each of the serving and secondary serving HS-DSCH cells											
Response to transport block from serving HS-DSCH cell	Response to transport block from secondary serving HS-DSCH cell										
ACK	ACK	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
ACK	NACK	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
NACK	ACK	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
NACK	NACK	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Tableau 3.6: l'interprétation de l'HARQ-ACK pour la cellule duale

Il est important de comprendre que le nombre maximum de canaux dédié en liaison montante qui peuvent être configurés en même temps. (Tableau 3.7).

	DPDCH	HS-DPCCH	E-DPDCH	E-DPCCH
Case 1	6	1	-	-
Case 2	1	1	2	1
Case 3	-	1	4	1

Tableau 3.7: le nombre maximal des configurations simultanées en Uplink

HS-DPCCH est associé à la branche «I» en cas où le Nombre maximale de DPDCH (Nmax-DPDCH) est de 2, 4 ou 6, et autrement (Nmax-DPDCH=0, 1, 3 ou 5) à la branche «Q». Ceci est inchangé par rapport à la version 5. [1]

1.4 Egalisation dans le domaine fréquentiel:

1.4.1 Problème de l'égaliseur existant

Le retard induit par le phénomène de trajets multiples peut provoquer l'interférence entre un symbole reçu le long d'un chemin d'accès retardé et un symbole ultérieure arrivant au niveau du récepteur grâce à un trajet plus direct. Cet effet est dénommé interférences entre-symboles (IES). Dans un système à seule porteuse et à des débits très élevés il est possible pour l'IES de dépasser un temps symbole en entier et de causer le déversement d'un symbole dans un symbole ultérieures. (Figure 3.4)

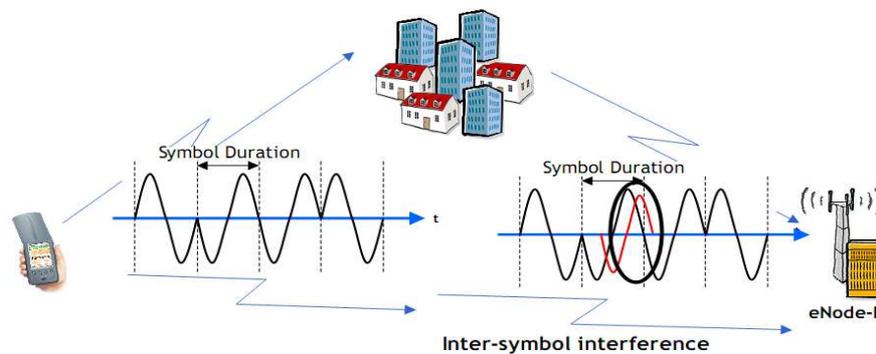


Figure 3.4: le problème de multi trajets

Chaque chemin de longueur différente et réflexion différente se traduira par un décalage de phase spécifique. Comme tous les signaux sont combinés au niveau du récepteur, certaines fréquences dans la bande passante du signal subissent des interférences constructives (combinaison linéaire des signaux en phase), tandis que d'autres rencontrent des interférences destructives (combinaison linéaire des signaux hors-phase). Le signal composite reçu est déformée par la fréquence de fading sélectif. (Figure 3.5)

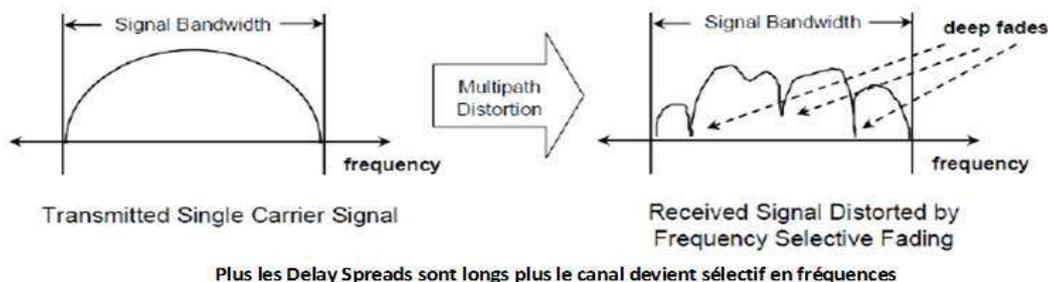


Figure 3.5: canal sélectif en fréquence

Les systèmes single carrier compensent la distorsion de canal via une égalisation dans le domaine temporel par une des deux méthodes suivantes :

- **Inversion du canal** : avant d'envoyer l'information, on envoie une séquence déjà connu par le récepteur, un égaliseur de canal



détermine la réponse du canal pour la multiplier après avec les données reçues pour inverser les effets des trajets multiples.

- **Egaliseur Rake** : employé par NSN dans la NodeB, il combine des copiés de signal numérique décalé dans le temps pour aboutir à un meilleur SNR mais il capte l'énergie à partir d'un nombre limité de multi-trajets (généralement 4 ... 8) en plus il est incapable de recevoir des débits élevés (11 Mbits/s), même en l'absence totale d'interférence d'autres cellules et puisque les courts codes d'étalement utilisés pour des débits élevés HSUPA sont sensibles aux interférences inter-symboles il s'est avéré primordial d'utiliser un égalisateur plus performant et qui peut supprimer les interférences inter-Symbole afin d'aboutir au débit prévu par RUS0 en Uplink (11 Mbits/s).

1.4.2 LA Solution FDE :

1.4.2.1 Principe:

FDE est une combinaison de deux opérations: égalisation linéaire et convolution rapide, qui se base sur le LMMSE (linéaire Minimum Mean Square Error) pour donner une estimation linéaire optimale de la comptabilité signal transmis à la fois pour le canal radio et les interférences plus bruit. (Figure 3.6)

HSUPA 16QAM exige FDE pour atteindre des débits de données jusqu'à 11,5 Mbps avec $2 \times SF2 + 2 \times SF4$. [1]

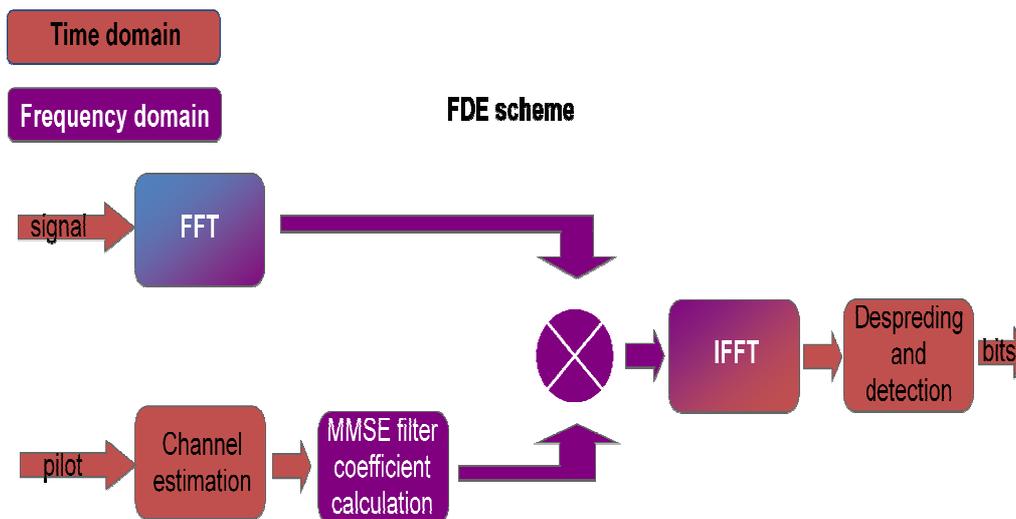


Figure 3.6: Egalisation linéaire et convolution rapide



1.4.2.2 *Avantage:*

Ru30 a introduit l'égalisation dans le domaine fréquentiel (FDE) au lieu de RAKE car elle offre plusieurs avantages a savoir:

- FDE est plus simple à mettre en œuvre qu'un égaliseur dans le domaine temporel.
- Elle capte l'énergie de toutes les composantes de trajets multiples et permet jusqu'à 2x plus 16QAM des débits de données par rapport à un récepteur RAKE.
- FDE peut éliminer les interférences inter-symboles, laissant les autres utilisateurs de la même cellule et les cellules environnantes à être les principaux facteurs limitant pour des débits de données UL.

L'interférence des autres utilisateurs de la cellule propres peuvent être atténués à l'aide de RAN1308 (annulation d'interférence IC) HSUPA.

1.5 Interference cancellation

1.5.1 Généralités :

L'annulation des interférences par l'utilisation des récepteurs linéaires ont un fonctionnement en deux principales étapes :

- ✚ l'estimation de tout ou partie de l'interférence présente dans le signal reçu.
- ✚ la détection de la donnée de l'utilisateur désiré après soustraction au signal reçu de l'interférence estimée.

On distingue deux détecteurs principaux qui se groupent dans les récepteurs linéaires dits à Détection à annulation d'interférence soustractive.

✓ Le PIC (*Parallel Interference Cancellation receiver*) :

Ce récepteur fournit une estimation simultanée de la contribution de chaque utilisateur non-désiré, pour soustraire au signal reçu une estimation de l'interférence totale, avant détection de l'utilisateur désiré.

✓ Le SIC (*Successive Interference Cancellation Receiver*) :

Chaque étage de ce récepteur estime et régénère l'un après l'autre, une estimation de la contribution d'un utilisateur, pour le soustraire au signal. L'intérêt de ce récepteur est d'avoir, au fur et à mesure des étages d'annulation, de moins en moins d'interférence.

1.5.2 Détecteur par élimination parallèles des interférences-PIC:



Le détecteur par élimination parallèles des interférences (PIC) est plus indiqué dans les situations où les utilisateurs ont un peu près la même puissance.

Le PIC possède l'avantage de ne pas avoir besoin d'ordonner les utilisateurs selon leurs puissances. De plus, il permet la parallélisations des opérations, réduisant le délai de traitement. Celui-ci est encore plus réduit par le fait que le PIC a généralement moins d'étages que le SIC.

✓ Principe :

Le principe du PIC est de reproduire le motif d'interférence dû aux utilisateurs non-désirés, afin de l'enlever au signal total reçu. (Figure3.7)

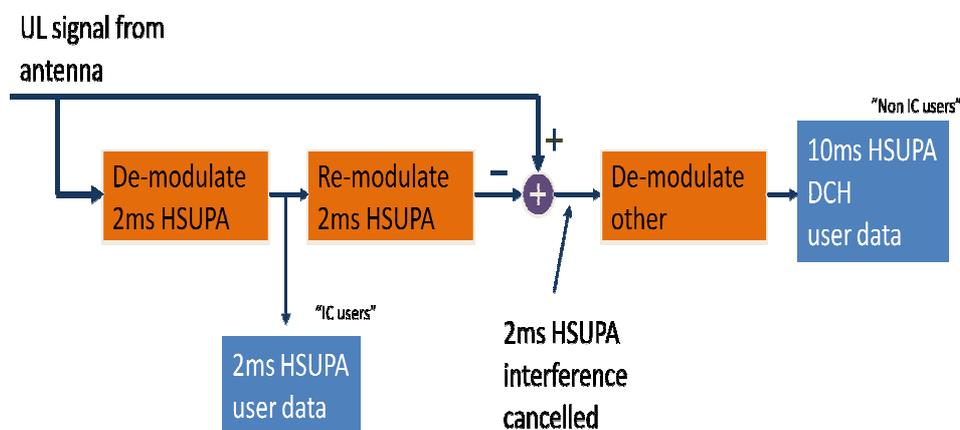


Figure 3.7: le concept de récepteur d'annulation d'interférence

- **2ms HSUPA user data** : dans l'étape 1 les utilisateurs d'IC ne bénéficient pas directement de l'interférence réduite parce que leurs signaux sont démodulés en parallèle sur le signal original d'antenne.
- **10ms HSUPA DCH user data** : le concept d'étape 2 d'IC est de démoduler le signal résultant de la soustraction de signal non désiré du signal total reçu par la NodeB.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons vu les aspects des différentes fonctionnalités introduites par la solution RU30 dans l'UTRAN en donnant une description détaillée de leur fonctionnement.

Quelle est donc le matériel nécessaire pour intégrer la solution RU30 ainsi que les nouvelles possibilités offertes par ces changements en matière de dimensionnement de la NodeB et de RNC; tel sera l'objectif du prochain chapitre.



Chapitre IV: Intégration et dimensionnement de la solution RU30



Introduction :

Déployer un réseau 3G+, nécessite le dimensionnement du réseau en se basant sur les données géographiques correspondants au secteur où l'opérateur désirerait offrir les services de communications avancés entres mobiles, par exemple la voix, l'internet mobile, vidéo téléphonie, etc. Dans les chapitres précédents nous avons décrit en premier lieu l'architecture du réseau UMTS ainsi que ses composants et leurs rôles. Ensuite, nous avons parlé des caractéristiques des différentes versions de l'UMTS y compris la release 5, 6, et 7 de l'UMTS, les spécifications des solutions proposées par NSN dans la RU20 ainsi qu'en RU30. Dans ce chapitre, nous focaliseront surtout sur le processus de dimensionnement du réseau 3G+ afin de déployer la solution RU30 au niveau du réseau accès dans le but d'améliorer l'architecture déjà existante. Dans ce sens, nous allons élaborer le processus de migration de la solution RU20 vers la solution RU30 au niveau du réseau UTRAN. Il consiste de voir l'évolution apportée à la NodeB ainsi qu'au RNC pour pouvoir intégrer la solution RU30 et aussi le dimensionnement des deux entités la NodeB et le RNC dans le cadre de la RU30.

1. Principes généraux de dimensionnement :

Le dimensionnement est une activité principale qui a pour objectif de trouver le meilleur compromis entre les investissements réseau et la qualité de service (QoS) fourni aux utilisateurs. Autrement, avec une demande de trafic donné, il faut fournir à l'utilisateur une meilleure QoS au plus bas prix. Le dimensionnement du réseau est aussi toujours lié au trafic demandé. Définir le trafic demandé est le point de début du processus de dimensionnement du réseau, et plus l'estimation du trafic demandé est précise, plus le dimensionnement du réseau est précis. Et dès que l'estimation du trafic est faite, l'étape suivante dans le processus de dimensionnement est de trouver la configuration du réseau approprié à la demande de trafic spécifié. Donc, cette procédure de dimensionnement permet d'évaluer le nombre de sites nécessaires pour répondre aux exigences de l'opérateur en termes de couverture et de qualité de service. A la fin de cette opération, une liste des besoins est établie en matériels et équipements nécessaires pour desservir totalement ou partiellement un pays. Pour le cas de l'UTRAN, avec son architecture simplifié (Figure 4.1), le dimensionnement de l'UTRAN implique de trouver: le nombre et la configuration des équipements constituant l'UTRAN: NodeB et RNC.

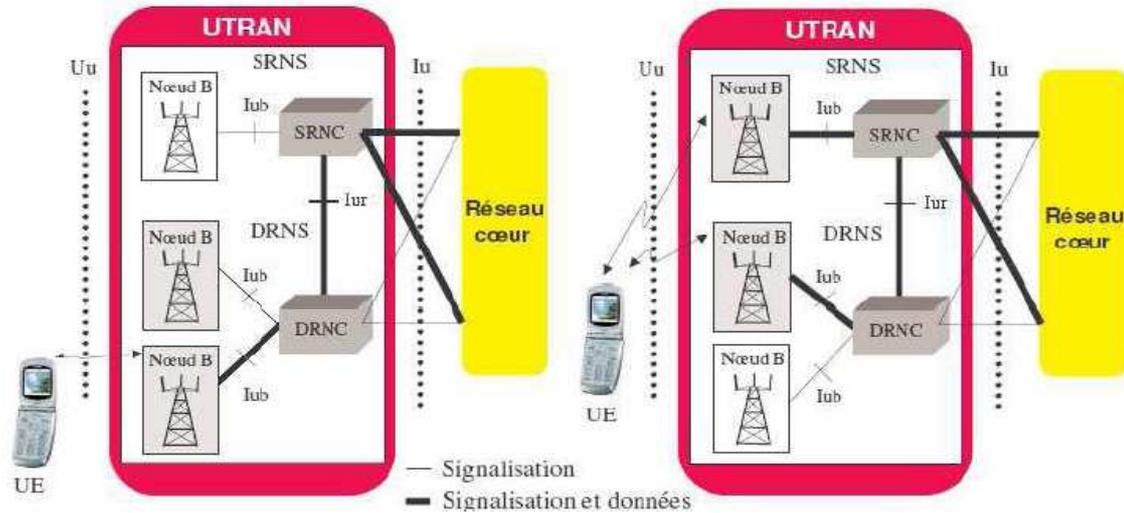


Figure 4.1 : Architecture de l'UTRAN.

Dans ce contexte, le processus de dimensionnement (Figure 4.2), est basé sur trois modules : Input (entrée), Algorithme et Output (sortie). Les données « input » dépendent des exigences de l'opérateur en termes de services à fournir, la qualité qu'il recommande, la capacité et la couverture. « Output » résume le nombre des équipements nécessaire ainsi que leurs configurations. [2]

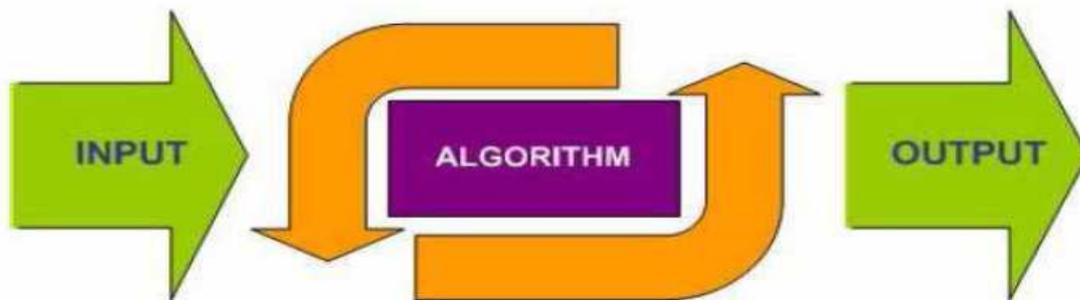


Figure 4.2 : Module de dimensionnement de l'UTRAN.

2. Dimensionnement de la NodeB:

2.1 Fonctionnalité de la NodeB:

La NodeB a pour rôle d'établir le lien physique radio entre le terminal mobile et le réseau. Elle gère aussi l'émission et la réception à travers l'interface radio. Ainsi, la NodeB exécute aussi les fonctionnalités de gestion des ressources radio également les techniques introduites par les solutions RU20 et RU30. Dans ce qui suit nous allons citer les types de NodeB utilisées dans la solution RU30.



2.2 Les types des NodeBs :

La solution RU30 utilise plusieurs types de NodeB dont chacune a ses propres caractéristiques :

2.2.1 Flexi WCDMA BTS :

2.2.1.1 Généralité sur le Flexi WCDMA BTS

Ce type de NodeB est utilisé depuis la solution RAS05.1 (Release 5). C'est une NodeB modulaire, très compacte avec une grande capacité de couverture. Elle peut être utilisée dans plusieurs installations indoor et outdoor. Cette NodeB est constituée des modules suivants : (Figure 4.3)

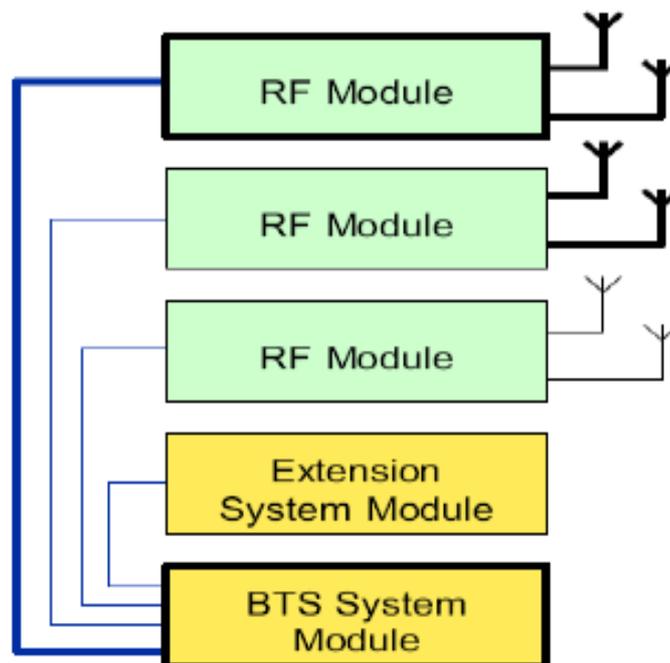


Figure 4.3 : Les modules de la Node B de type Flexi WCDMA.

- **RF Module**: Ce module fournit les fonctionnalités de fréquences radio (RF). La NodeB peut supporter jusqu'à trois modules RF dont chacun est connecté au «BTS System Module».
- **BTS System Module** : Ce module fournit le traitement en bande de base comme les fonctionnalités de contrôle et de transmission.
- **Baseband Extension Module** : Cette entité est une extension du BTS System Module selon la capacité requise.

2.2.1.2 La capacité de Flexi WCDMA BTS :



La capacité de ce type de NodeB dépend du nombre de modules RF qu'elle contient. En effet, on distingue trois types :

- ❖ Flexi WCDMA BTS Rel1 qui comprend un seul module RF et qui ne peut supporter qu'un seul secteur Ou deux secteurs.
- ❖ Flexi WCDMA BTS Rel2 qui contient trois modules RF supportant trois secteurs.

Dans la solution RAS06 (Release 6), la NodeB de type Flexi WCDMA Rel1, son « System Module (FSMB) » a une capacité de 240 CEs (Channel Elements). La Flexi WCDMA BTS Rel2 offre deux autres «System Module» nommés «FSMC et FSMD» Avec l'introduction de la solution RU10, et un troisième module nommé «FSME» avec l'introduction de la solution RU20 Ils représentent une entité d'extension pour le module FSMB de la Rel1.

Les capacités des deux modules FSMC, FSMD et FSME sont respectivement 180 CEs, 396 CEs et 750 CEs pour :

- ❖ 3 cellules, chacune ayant une portée de 20 km pour un module système.
- ❖ 6 cellules, chacune ayant une portée de 10 km pour un module système.
- ❖ 6 cellules, chacune ayant une portée de 20 km pour deux module système.
- ❖ 9 cellules, chacune ayant une portée de 10 km pour deux module système.
- ❖ 12 cellules, chacune ayant une portée de 10 km pour deux module système.

Pour l'intégration de notre solution RU30 nous allons utiliser les modules RF de la Flexi WCDMA BTS Rel2 puisqu'ils peuvent supporter les trois secteurs à la fois ainsi que les modules systèmes FSMC/D/E qui permettent des configurations de plus de 6 cellules afin d'activer deux cellule par secteur (Dual carrier/la duale cellule). [2]

2.2.2 Ultrasite BTS :

Un autre type est adopté par la solution RU30 qui est l'Enhanced UltraSite BTS, (Figure 4.4) son architecture est constituée de plusieurs cartes. Mais dans ce chapitre, nous allons juste traiter la carte WSP et ses différentes types: WSPA/C/D/E/F et le nouveau module EUBB après avoir donné une idée générale sur la fonction de chaque carte de la NodeB. [2]



- **WSP (Wideband Signal Processing)** : cette unité exécute les traitements relatifs à la couche physique comme le codage, décodage, entrelacement.etc. Le nombre des unités WSPs dépend du trafic que peut supporter la NodeB.
- **WAM (Wideband Application Manager)** : la NodeB peut avoir jusqu'à six WAM, cette unité WAM est conçue pour exécuter les fonctions de contrôles au niveau de cabinet de la NodeB. Cela comprend le démarrage de la NodeB, le contrôle de la température, la configuration et le traitement de « O&M ».
- **AXU**: L'unité AXU exécute la plupart des fonctionnalités de l'ATM pour la communication au sein de la NodeB et fournit les connexions pour communiquer avec les autres entités du réseau.
- **IFU**: les unités fournissent la connexion physique aux autres entités du réseau. Elles peuvent supporter les interfaces de transmission suivantes : STM0/STM1, E1.

2.2.2.2 L'évolution de l'UltraSite BTS pour RU30 avec l'EUBB

Enhanced UltraSite baseband (EUBB) permet des capacités plus élevées pour UltraSite BTS WCDMA et assure l'évolution des différentes fonctionnalités de la solution NSN RU30. Il est composé des éléments suivants:

- **WSPF**: Nouvelle unité WSP de traitement en bande de base: Chaque carte WSPF offre une puissance de traitement qui dépend du nombre de CEs (Channel Element) qu'elle contient.
- **WSMF**: Nouvelle unité de routage, sommation et de multiplexage : En EUBB une nouvelle unité WSMF est introduite. L'unité WSMF en plus de sommation et des fonctions de multiplexage, est utilisée pour le traitement Telecom, l'amélioration des capacités de signalisation pour UltraSite. Grâce à l'unité WSMF, chaque unité WSPF a accès à toutes les unités WTR.
- **AXCF: Nouvelle unité de transmission**: AXCF (unité de mise à niveau pour l'AXC), c'est une partie des transports de l'EUBB, qui permet des débits de données plus élevé pour le backhaul UltraSite. L'architecture d'un AXCF permet de bien sécuriser le plan de contrôle et le plan d'utilisateur et synchronisation sur Ethernet. Comme une unité pure IP / Ethernet, AXCF peut être utilisé indépendamment de EUBB, comme une unité de transport.

2.2.2.3 La capacité de la carte WSP:

Comme c'est cité dans le paragraphe précédent, la carte WSP est une entité responsable de traitement des fonctionnalités relatives à la couche physique. Le nombre des cartes WSPs au niveau de la NodeB dépend de la valeur maximale du trafic que ce dernier doit supporter. Chaque carte WSP offre une puissance de traitement qui dépend



du nombre de CEs (Channel Element) qu'elle contient. Ces cartes WSPs sont utilisées pour faire le traitement relatif aux canaux communs CCH et aux canaux dédiés DCH qu'on trouve dans la release 99, HSDPA et HSUPA. On cite cinq types de ces cartes : le type A, C, D E et F. Ainsi, chaque carte à une capacité de traitement différente selon le nombre de CEs qu'elle contient. (Tableau 4.1) [2]

Types de cartes	Nombre de CEs
WSPA	32
WSPC	64
WSPD	32
WSPE	16
1*WSPF	250
2*WSPF	500
3*WSPF	750

Tableau 4.1: Capacité de la carte WSP

Selon le tableau ci-dessus, la carte WSPF est la plus puissante en terme de capacité puisqu'elle offre 250 CEs et sachant qu'un tiroir EUBB peut contenir jusqu'à 3 cartes WSPF ce qui permet d'atteindre une capacité de 750 CEs. Pour la solution RU30, on va utiliser les trois cartes WSPA WSPC et WSPF afin de dimensionner dans une cellule donnée:

- Les canaux communs de contrôle **CCCH**
- Les canaux dédiés **DCH** (R99).
- Les services **HSDPA**
- Les services **HSUPA**

a Les canaux communs de contrôle-CCCH:

Les cartes WSPs (A/C/F) sont destinées aussi au traitement relatif aux canaux communs CCHs. Les cartes WSPs (A/C/F) permettent également le traitement relatif aux canaux introduits par les deux technologies HSDPA et HSUPA. Elles offrent aussi la possibilité de supporter les fonctionnalités de la solution RU30.dans ce qui suit les canaux commun de contrôle en downlink qui sont pris en charge par chaque cellule de BTS:



- 1 x **P-SCH** (primaire - Synchronisation Channel)
- 1 x **S-SCH** (secondaire - Synchronisation Channel)
- 1 x **P-CCPCH** (primaire - Contrôle par canal physique)
- 1 x **P-CPICH** (primaire - canal pilote commun)
- 1 x **PITCH** (indicateur du canal de pagination)
- 1 x **AICH** (indicateur du canal de l'acquisition)
- 3 x **S-SCCPCH**. (Secondaire canal de contrôle commun physique)

Dans la solution RU30, l'allocation des ressources CE pour les canaux CCCH s'effectue selon les cas suivants :

- **Configuration WSPA ou WSPC:** Les cartes WSPA et WSPC peuvent supporter au maximum 9 cellules simultanément. Donc, elles peuvent contenir respectivement un nombre de 72 CE ou 48 CE pour le traitement des canaux communs. (Tableau 4.2)

Nombre de cellule	WSPA (CE)	WSPC (CE)
1-3	24	16
4-6	48	32
7-9	72	48

Tableau 4.2: Capacité de la carte WSPA/C pour CCCH.

- **Configuration mixte (WSPA/C) :** Si les deux types sont utilisés dans la même NodeB, l'allocation du canal CCH est effectuée suivant les priorités suivantes :
 - Attribuer toutes les ressources de signalisation requises à la carte WSPA.
 - Une carte WSPC est utilisée pour supporter les ressources de signalisation dans le cas où la carte de type A est saturée ou elle n'existe pas.
- **Configuration WSPF :**

L'EUBB tiroir prévoit la transformation des ressources pour les canaux communs de contrôle pour les configurations de base. Ci-dessous on cite toute les types de configurations couverts par des ressources CE Rel99 inclus dans EUBB tiroir

1 * EUBB tiroir: 3 cellules/20 km (par exemple 1 +1 +1 avec 20 cellules km)

1 * EUBB tiroir: 6 cellules/10 km (par exemple 2 +2 +2 avec 10 cellules km)

b Les canaux dédiés DCH:

L'unité basique CE de la capacité de la carte WSP correspondant à une seule communication AMR. La consommation des ressources CE est calculée séparément pour les deux voies montante et descendante, elle dépend du débit accordé au canal DCH



et non pas du type de la carte WSP. Les cartes WSPA/C/F sont utilisées aussi pour les canaux dédiés. (Tableau 4.3) [2]

WSP type	WSPA		WSPC		WSPF	
	UL CE	DL CE	UL CE	DL CE	UL CE	DL CE
User data rate/ kbps						
Voix: AMR 12.2	1	1	1	1	1	1
Voix: AMR 7.95	1	1	1	1	1	1
Voix: AMR 5.9	1	1	1	1	1	1
Voix: AMR 4.75	1	1	1	1	1	1
Voix: AMR 12.65	1	1	1	1	1	1
Voix: AMR 8.85	1	1	1	1	1	1
Voix: AMR 6.65	1	1	1	1	1	1
Paquet: PS 16	1	1	1	1	1	1
Paquet: PS 32	2	2	2	2	2	2
Paquet: PS 64	4	4	4	4	4	4
Paquet: PS 128	4	4	4	4	4	4
Paquet: PS 256	8	8	8	8	6	6
Paquet: PS 384	16	16	16	16	8	8

Tableau 4.3: Les CEs requis pour les ressources DCH.

c Les services HSDPA:

➤ Les types de configurations en HSDPA :

Dans la solution RU30 l'une des configurations suivantes est utilisée en bande de base :

- **Allocation minimale :**

Dans cette configuration, 32 CEs sont réservés via la carte WSPC. Elle permet d'avoir 16 utilisateurs par une, deux ou trois cellules. Ces utilisateurs profitant des services HSDPA peuvent être divisés librement entre les trois cellules. Cette configuration permet d'atteindre un débit de 3,6 Mbps avec 5 codes en supportant la modulation 16 QAM.

- **16 utilisateurs par cellule :**

Dans ce cas, chaque cellule peut supporter jusqu'à 16 utilisateurs ayant un débit de 3,6 Mbps et une modulation 16 QAM. Cette configuration exige un nombre de 32 CEs supportés par chaque carte WSPC.



- **48/64 utilisateurs :**

Cette configuration permet d'avoir 48 utilisateurs avec un débit de 10 Mbps par carte WSPC/Felxi System Module rel.1 Submodule ou bien 64 utilisateurs avec un débit de 14,4 Mbps par Flexi System Module rel.2 Submodule). Dans les deux cas, chaque NodeB supporte un nombre de 45 codes (15 codes par cellule) et la modulation 16QAM. De ce fait, 64 CEs sont réservés par la carte WSPC, 72 CEs par la Flexi System Module rel.2 et 80 CEs par la Flexi System Module rel.1.

- **64 utilisateurs par cellule :**

Avec cette configuration, une seule carte WSPC/Unité de Flexi Submodule est utilisée par cellule supportant au maximum 64 utilisateurs par cellule avec un débit de 14,4 Mbps et une modulation de 16QAM. En effet, 64 CEs sont réservés par chaque carte WSPC ou 72 CEs par cellule (pour le cas de Flexi System Module rel.2) ou 80 CEs par cellule (pour le cas de Flexi System Module rel.1).

➤ Le trafic HSDPA et les cartes WSPC :

Le nombre de CEs associés aux canaux HS-DSCH, HS-SCCH, HS-DPCCH et d'autres canaux DCH que se soit en UL ou DL, dépend du débit exigé par chaque utilisateur de la HSDPA. (Tableau 4.4)

User data	Rel99 CE required in UL / Min SF	Rel99 CE required in DL / Min SF
PS 16 kbps	1/SF64*	1/SF128**
PS 64 kbps	4/SF16	1/SF128**
PS 128 kbps	4/SF8	1/SF128**
PS 384 kbps	16/8***/SF4	1/SF128**

Tableau 4.4: Les Cès associés en fonction du débit des canaux DCH

Où:

*) Si SF est de 32, 2 CEs est obligatoire dans la norme Uplink

**) 1 CE pour Downlink de signalisation est requise par l'utilisateur HSDPA

***) EUBB (WSPF)

d Les services HSUPA :

La capacité est réservée en HSUPA selon le besoin. Cette réservation est effectuée d'une façon dynamique entre le trafic DCH et celui de la HSUPA. Durant l'allocation des CEs, le trafic DCH est prioritaire par rapport à celui de la HSUPA. Dans la solution RAS06, il est nécessaire de réserver un nombre minimal fixe de CEs (8 CEs) pour la HSUPA en UL ainsi qu'en DL, le reste étant dynamiquement distribué en HSUPA quand



le DCH n'a pas besoin de CEs. La solution RU30 (et RU20) introduit de nouvelles caractéristiques. Il s'agit d'annuler la capacité minimale réservée en HSUPA. Mais, l'opérateur peut définir une capacité minimale réservée pour garantir un niveau de qualité de service.

➤ Les principes de l'allocation des CEs en HSUPA :

L'allocation des CEs en HSUPA est effectuée suivant des étapes chacune est caractérisée par un nombre donné de CEs. Ce nombre dépend du débit requis pour les ressources des utilisateurs en HSUPA. Le tableau 4.5 montre le nombre des CEs associés dans chaque étapes pour plusieurs types de NodeB. Dans l'objectif d'atteindre un débit donné ainsi qu'un certain nombre d'utilisateurs. (Tableau 4.5) [2]

HSUPA resource step	UltraSite WCDMA BTS WSPC	UltraSite WCDMA BTS EUBB(WSPF)	Flexi WCDMA BTS Rel 2
1	32 Rel99 CE	18 Rel99 CE	18 Rel99 CE
2	16 Rel99 CE	18 Rel99 CE	18 Rel99 CE
3	16 Rel99 CE	18 Rel99 CE	18 Rel99 CE
4	24 Rel99 CE	18 Rel99 CE	18 Rel99 CE
5	20 Rel99 CE	18 Rel99 CE	18 Rel99 CE
6	20 Rel99 CE	18 Rel99 CE	18 Rel99 CE
7	24 Rel99 CE	18 Rel99 CE	18 Rel99 CE
8	20 Rel99 CE	18 Rel99 CE	18 Rel99 CE
9	20 Rel99 CE	18 Rel99 CE	18 Rel99 CE
10		18 Rel99 CE	8 Rel99 CE

Tableau 4.5: Les étapes des ressources HSUPA.

L'allocation dynamique des CEs dépend de plusieurs facteurs qui sont les suivants : le nombre total des CEs libre, la capacité des cartes WSPC/F et la totalité de trafic requis. Donc, la NodeB alloue d'une façon dynamique des CEs en prenant en compte tous les facteurs déjà cités. En effet, chaque type de NodeB a un nombre total de CE. Par exemple, la NodeB de type Flexi WCDMA Rel1 offre au maximum 240 CEs et celle de type Ultrasite WCDMA offre 192 CEs pour être utiliser en HSUPA. Le débit maximal qu'un utilisateur peut atteindre dépend des facteurs suivants :

- Le facteur d'étalement utilisé.
- Le nombre des autres utilisateurs dans l'étape des ressources.
- Le type d'activité des autres utilisateurs.

2.3 Etude de cas de dimensionnement de la NodeB en HSPA:



Dans ce paragraphe, nous allons étudier quelques cas pour illustrer le dimensionnement de la NodeB Flexi WCDMA Rel.2 lorsque la HSPA est activée dans le cadre de la solution RU30. Afin de déterminer le nombre de CEs nécessaire pour 12 utilisateurs partageant un débit de 4,2 Mbps dans le cas d'une NodeB de type Flexi WCDMA Rel 2, nous allons se baser sur le tableau 4.6.

Number Of HSUPA UEs	0	< 1.4 Mbps	1.4 Mbps	2.8 Mbps	4.2 Mbps	5.6 Mbps	7 Mbps	8.4 Mbps	9.8 Mbps	11.2 Mbps	12.6 Mbps
1-4	0	1	1	2	3	4	No	No	No	No	No
5-8	0	1	2	2	3	4	5	6	7	8	No
9-12	0	2	2	3	3	4	5	6	7	8	9
13-16	0	2	3	4	4	4	5	6	7	8	9
17-20	0	3	3	4	5	5	5	6	7	8	9
21-24	0	3	3	4	5	6	6	6	7	8	9
25-28	0	4	4	5	6	7	7	7	7	8	9
29-32	0	4	4	5	6	7	8	8	8	8	9
33-36	0	5	5	6	6	8	9	9	9	9	9
37-40	0	5	5	6	7	8	9	No	No	No	No
41-44	0	6	6	6	8	8	9	No	No	No	No
45-48	0	6	6	6	8	8	No	No	No	No	No
49-52	0	7	7	7	9	9	No	No	No	No	No
53-56	0	7	7	7	9	No	No	No	No	No	No
57-60	0	8	8	8	9	No	No	No	No	No	No

Tableau 4.6: le nombre de CE associés a un nombre d'utilisateur

D'après le tableau ci-dessus, pour atteindre le débit 4,2 Mbps avec les conditions citées ci dessus. Il faut avoir 3 étapes a suivre en total. Et en se basant sur le tableau décrivant les étapes à suivre (tableau 4.5), nous allons déduire qu'il faut passer par les étapes 1, 2 et 3 (18 CEs+18 CEs +18 CEs=54 CEs) pour avoir le nombre 54 CEs. Comme résultat final, le nombre total nécessaire pour les 12 utilisateurs avec un débit de 4,2 Mbps est 54 CEs. Donc, le « System Module » de la Node B de type Flexi WCDMA Rel.2 va être suffisant pour satisfaire les exigences des abonnés. [2]

3. Architecture et Dimensionnement du RNC :

Dans cette partie, nous allons faire une description de l'architecture matérielle du RNC ainsi que les types du RNC utilisé dans RU30 et finir par le dimensionnement du RNC.



3.1 Architecture : Les unités fonctionnelles du RNC



Figure 4.5: Architecture du RNC.

Le RNC est le cerveau du réseau UTRAN, il constitue le point d'accès pour l'ensemble des services vis-à-vis du réseau cœur. Il est responsable de la gestion et du contrôle des canaux radio et de la gestion du handover. Il est composé de un ou deux cabinets (Figure 4.5), selon les exigences de la capacité. Chaque cabinet contient 4 blocs. L'architecture modulaire du RNC est décrite par des unités fonctionnelles (Figure 4.6). Ces unités sont divisées en différents types (Annexe 5).

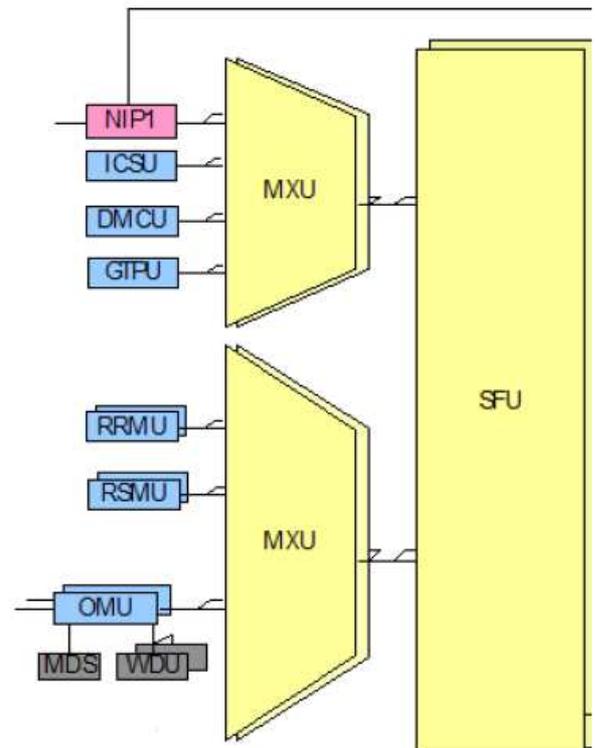


Figure 4.6: L'architecture fonctionnelle du RNC.

3.2 Le dimensionnement du RNC :

Dans cette partie, nous allons donner au début une idée sur les types du RNC utilisés par NSN dans la solution RU30 et dans la suite nous allons entamer le dimensionnement du RNC.



3.2.1 Les types du RNC NSN :

La Release 6 comporte deux types de RNCs à savoir le RNC 196 et le RNC 450. Avec la Release 7, un nouveau type de RNC est introduit c'est le RNC 2600 qu'on va utiliser pour intégrer la solution RU30. Ce dernier offre une grande fiabilité ainsi qu'une grande capacité. Il supporte en total un débit de 2839 Mbps. Ce type de RNC est une évolution du RNC450. En effet, cela a nécessité quelques modifications au niveau matériel du RNC. Cela réside dans l'ajout des cartes suivantes au sein du RNC 450 afin de supporter la grande capacité et la transmission basée sur l'IP [1]:

- **NP8S1/ NP2GE-A** : c'est une nouvelle carte requise pour supporter l'option de transport IP sur les interfaces radio. Elle fournit deux interfaces gigabit Ethernet. cette carte offre la possibilité d'utiliser le câble électrique (filaire) ou optique (la fibre).
- **SF20H** : Cette unité a remplacée l'unité SFU dans le but d'augmenter le débit en HSDPA de 10 Mbps jusqu'à 14 Mbps. Cette unité fournit 32 ports, chacun ayant un débit de 2,5 Gbits/s au lieu de 16 pour le cas de SFU où Chaque port ayant un débit de 622 Mbit/s.
- **MX1G6-A** : Cette unité a remplacée l'unité MXU. Elle offre 20 ports chacun supportant au maximum un débit de 160 Mbit/s.
- **CDSP-DH** (*Configurable Dynamic signal Processing Platform*) : Cette unité a remplacée l'unité DMCU. CDSP-DH contient jusqu'à 8 DSPs et offre 22 ports en liaison avec plusieurs entités du RNC. Ce type de carte est exigé dans la solution RU30.

3.2.2 Dimensionnement du RNC :

Le dimensionnement du RNC peut se faire suivant une méthode (Figure 4.7) qui permet de calculer le nombre de RNCs nécessaire pour supporter le nombre des utilisateurs dans la zone à planifier.

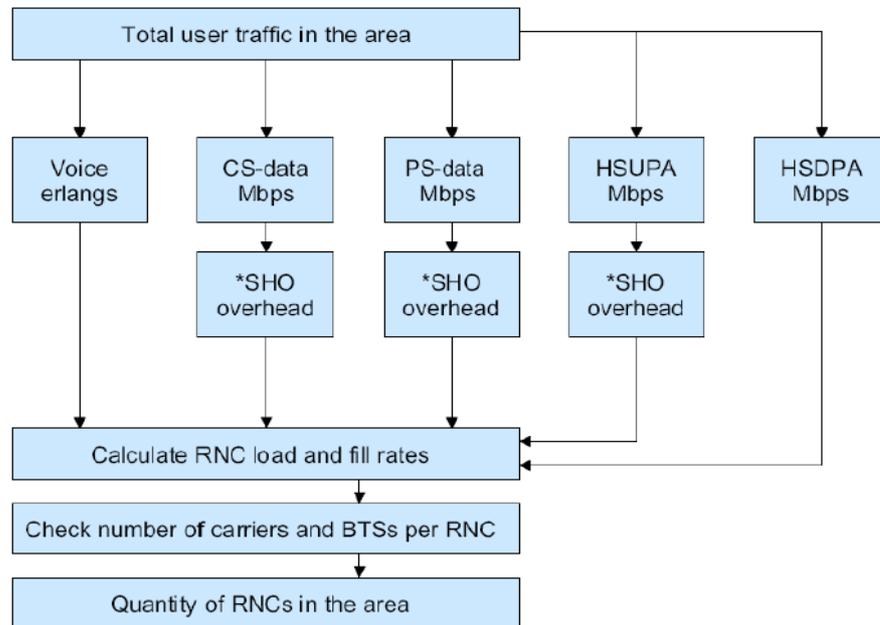


Figure 4.7: Dimensionnement du RNC.

Cette méthode de dimensionnement qui tient en compte le nombre d'abonnés en faisant la distinction entre la voix, les trafics CS, PS et HSPA. Cette méthode de dimensionnement permet d'évaluer le nombre et la configuration des RNCs dans la zone à planifier suivant les procédures suivantes:

- i. Calculer le trafic de tous les utilisateurs et ceci pour les différents services : AMR, les données CS, les données PS et le trafic HSDPA et HSUPA.
- ii. Ajouter le trafic supplémentaire dû au soft handover.
- iii. Choisir le type et le nombre qu'il faut de RNC afin de supporter ce trafic obtenu. La charge qu'on utilise pour dimensionner le RNC doit être entre 60 et 70% de sa capacité maximale afin de prévoir une éventuelle augmentation du trafic.
- iv. Vérifier le taux du trafic Uplink, y compris le trafic HSUPA.
- v. Vérifier si le trafic HSPA correspond à la capacité du RNC.
- vi. Vérifier le nombre de BTS et de porteuses par RNC.

3.2.3 Etude de cas de dimensionnement :

Cet exemple illustre le dimensionnement du RNC 2600 avec une capacité de 20000 Erlangs ou 2000 Mbps pour les données dans la voie descendante sur l'interface Iub. Nous visons dans cet exemple de déterminer le nombre total de RNCs nécessaire dans la zone à planifier. En effet, nous allons adopter les hypothèses suivantes :

- 4000 BTS.
- 1000 abonnés par BTS.



Type de trafic	Trafic par abonné	Trafic par BTS	Trafic dans la zone à planifier	
AMR	20 mErl	20 Erl	80 000	Erl
Donnée CS	2,5 mErl	2,5 Erl	925	Mbps
Donnée PS de la R99	250 bps	0,250 Mbps	1554	Mbps
HSDPA	325 bps	0,325 Mbps	1443	Mbps
Total des données PS	575 bps	0,575 Mbps	2997	Mbps

Tableau 4.7: Les différents types de trafic généré par les abonnés

La règle de calcul du trafic total est la suivante :

$$\frac{\text{AMR (Erl)}}{\text{max AMR (Erl)}} + \frac{\text{PS data (Mbps)}}{\text{max lub throughput (Mbps)}} + \frac{\text{CS data (Mbps)}}{\text{max lub throughput (Mbps)}} \leq 1$$

Nous allons appliquer la règle ci-dessus afin de conclure si le RNC 2600 utilisé dans cet exemple va supporter le trafic total généré par les abonnés dans la zone à planifier ou non.

Le nombre de RNC calculé en se basant sur la règle ci dessus, voir tableau 4.8, montre qu'un seul RNC 2600 n'est pas suffisant pour supporter tout le trafic généré par les abonnés puisque la valeur trouvée comme résultat dans le tableau ci-dessus est supérieure à 1. Donc, la valeur 5,96 exige l'utilisation de 6 RNCs 2600 pour supporter tout le trafic de la zone à planifier.



	Max/RNC	Trafic dans la zone à planifier	Réel/Max
AMR (Erlangs)	20000	80000	4
HSDPA+PS R99+CS (Mbps)	2000	3922	1,96
Taux de remplissage du RNC	-	-	5,96

Tableau 4.8: Trafic total du RNC

4. Dimensionnement sur ATOLL:

Nous avons choisi d'utiliser l'outil de planification radio Atoll de FORSK. Atoll est une plateforme de planification et optimisation de réseaux, évolutive, flexible et supportant une multitude de technologies. La dernière version de ce logiciel, à savoir 3.1, supporte les technologies suivantes: GSM/GPRS/EDGE, UMTS/HSPA, EV-DO, LTE, WiMAX/BWA, Microwave links.

Au préalable, nous avons envisagé et étudié plusieurs solutions, supportant RU30, mais nous avons décidé de retenir cet outil car sa flexibilité permet de réaliser rapidement notre simulation des paramètres : « coverage by signal level », « coverage by C/ (I+N) » et « coverage by Quality Indicator » dans le sens descendant.

Notre étude pour le dimensionnement de la solution RU30 a été effectuée pour un réseau qui comporte plusieurs services pour la voix (Speech 12,2 ; CS64) et d'autre pour les données (PS144 ; PS384; HSDPA; HSUPA) et quatre environnements (urbain dense ; urbain ; suburbain ; rural).

4.1 Zone géographique à planifier

La zone à planifier est caractérisée par une forte densité de population et une diversité de classes morphologiques, le tableau suivant présente la composition de cette zone :

Statistique		
Name	Surface (Km2)	Pourcentage
Open	149.749.1304	46.8
mean_individual	327.5812	0.1



village	671.4924	0.2
forest	3682.1104	1.2
inland_water	551.8268	0.2
dense_individual	174.898	0.1
Sea	33.944.8944	10.6
scattered_urban	130.621.958	40.8

Tableau 4.9: Composition de la zone à planifier

La base de données géographique (données topographiques, morphologique et vecteurs) a été générée à l'aide d'un outil de NSN nommé «**MapInfo**».

4.2 Terminaux

Dans notre étude nous avons choisie d'utiliser les catégories 19 et 20 vue qu'ils sont les seuls qui supportent la technologie MIMO avec 64QAM et Dual cellule. Nous avons défini deux types de terminaux :

- Mobile: destiné pour les communications circuit tout en étant configurable pour les services paquet.
- PDA: destiné pour les communications paquet à haut débit.

4.3 Mobilité

Nous avons défini pour chaque type de vitesse un type de mobilité. Chaque type de mobilité se caractérise par une valeur de E_c/I_0 minimale à atteindre par une cellule pour qu'elle puisse accéder à l'Active Set. Les simulations ont donné une valeur de -15 dB pour tous les environnements et toutes les vitesses. Le tableau ci-dessous résume les différents types de mobilité:

Nom	(E_c/I_0) minimale (dB)	E_c/N_t HS-SCCH Threshold (dB)
Veh 3 km/h	-15	-17
Veh 50 km/h		-17
Veh 120 km/h		-17

Tableau 4.10: Types de mobilité

4.4 Profils utilisateurs

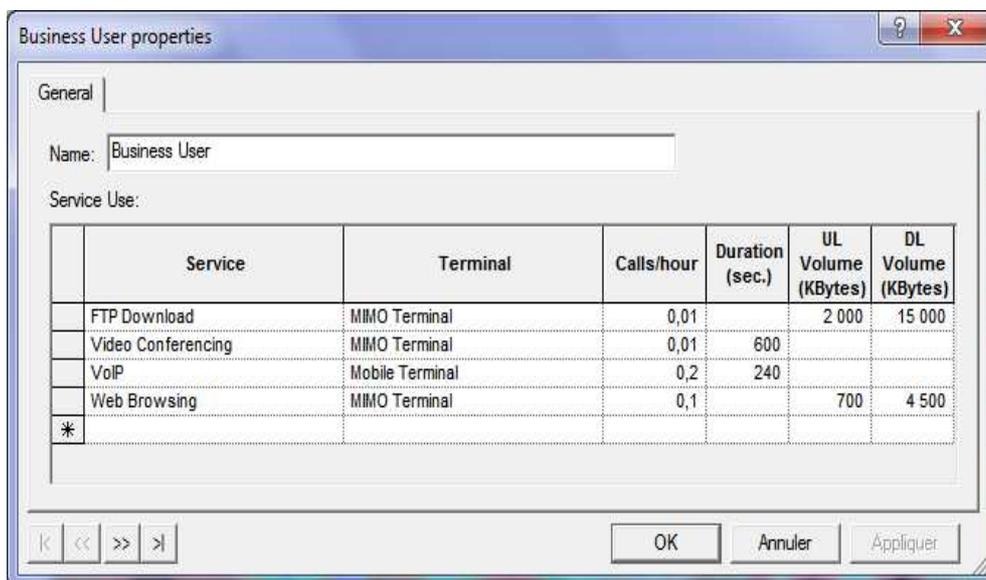
Les profils utilisateurs ont été définis en tenant compte des paramètres suivants :

- RU30 présente des intérêts différents pour de différentes catégories de personnes. Par exemple certains s'intéressent particulièrement aux jeux en réseaux et à la musique, d'autres s'intéressent à la visioconférence et à la navigation rapide.



- Les services hauts débits ne seront pas à la portée de tout le monde à cause de la contrainte des prix.

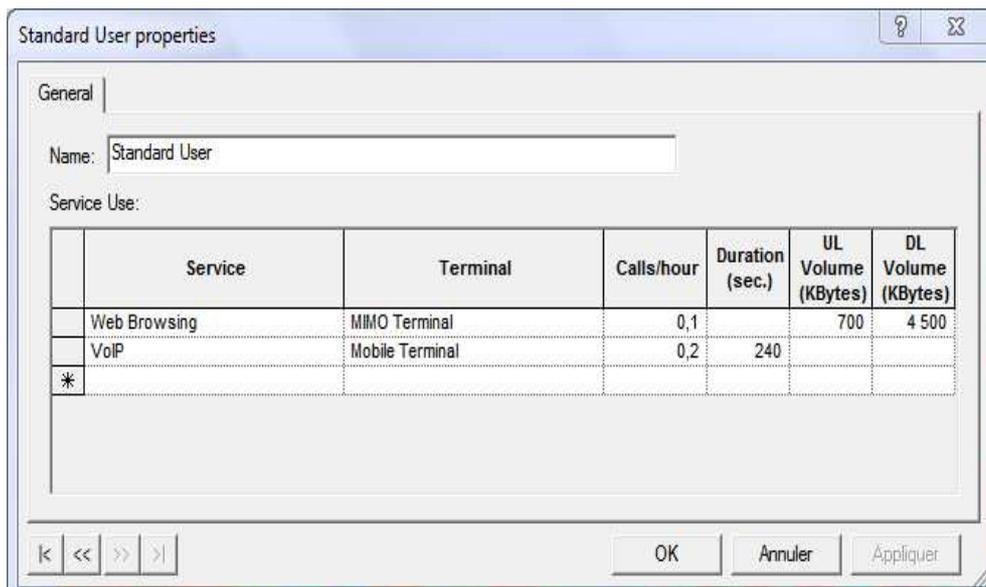
En conclusion de toutes ces contraintes, nous avons introduit deux profils d'utilisateurs. Le premier renferme les Business User, le second renferme les différentes personnes (standard user). Selon l'intérêt de chaque catégorie, nous avons défini les services qui vont être utilisés. Les tableaux suivants résument les principales caractéristiques de ces profils:



The screenshot shows a dialog box titled "Business User properties" with a "General" tab. The "Name" field contains "Business User". Below it is a "Service Use:" section with a table. The table has columns for Service, Terminal, Calls/hour, Duration (sec.), UL Volume (KBytes), and DL Volume (KBytes). The data rows are: FTP Download (MIMO Terminal, 0,01, 600, 2 000, 15 000), Video Conferencing (MIMO Terminal, 0,01, 600, 2 000, 15 000), VoIP (Mobile Terminal, 0,2, 240, 700, 4 500), Web Browsing (MIMO Terminal, 0,1, 600, 700, 4 500), and a row with an asterisk (*). Navigation buttons (back, forward, OK, Annuler, Appliquer) are at the bottom.

	Service	Terminal	Calls/hour	Duration (sec.)	UL Volume (KBytes)	DL Volume (KBytes)
	FTP Download	MIMO Terminal	0,01	600	2 000	15 000
	Video Conferencing	MIMO Terminal	0,01	600	2 000	15 000
	VoIP	Mobile Terminal	0,2	240	700	4 500
	Web Browsing	MIMO Terminal	0,1	600	700	4 500
*						

Tableau 4.11: Caractéristiques du profil Business User



The screenshot shows a dialog box titled "Standard User properties" with a "General" tab. The "Name" field contains "Standard User". Below it is a "Service Use:" section with a table. The table has columns for Service, Terminal, Calls/hour, Duration (sec.), UL Volume (KBytes), and DL Volume (KBytes). The data rows are: Web Browsing (MIMO Terminal, 0,1, 600, 700, 4 500), VoIP (Mobile Terminal, 0,2, 240, 700, 4 500), and a row with an asterisk (*). Navigation buttons (back, forward, OK, Annuler, Appliquer) are at the bottom.

	Service	Terminal	Calls/hour	Duration (sec.)	UL Volume (KBytes)	DL Volume (KBytes)
	Web Browsing	MIMO Terminal	0,1	600	700	4 500
	VoIP	Mobile Terminal	0,2	240	700	4 500
*						

Tableau 4.12: Caractéristiques du profil Standard User



Les valeurs des variables Call/h, durée (sec) et UL et DL volume (KOctets) ont été définies conformément au choix de l'entreprise d'accueil en s'inspirant d'un ensemble de projets réalisés dans d'autres pays.

4.5 Environnement

Les environnements ont été définis selon la densité des usagers. On a défini quatre types d'environnements: un environnement urbain dense (Dense_Urban), un environnement urbain (Urban), un environnement suburbain (Sub_Urban) et un environnement rural (Rural). Ces environnements sont caractérisés tel qu'illustre le tableau suivant.

User	Mobility	Density (Subscribers/km ²)
Business User	Pedestrian	800
Standard User	Pedestrian	800
*		

Tableau 4.13: Caractéristiques de l'environnement Dense Urban

User	Mobility	Density (Subscribers/km ²)
Standard User	Pedestrian	20
*		

Tableau 4.14: Caractéristiques de l'environnement Rural



User	Mobility	Density (Subscribers/km ²)
Standard User	Pedestrian	200

Tableau 4.15: Caractéristiques de l'environnement Suburban

User	Mobility	Density (Subscribers/km ²)
Business User	Pedestrian	400
Standard User	Pedestrian	400

Tableau 4.16: Caractéristiques de l'environnement Urban

4.6 Paramètres des secteurs et des cellules

Dans notre étude, nous avons deux porteuses par cellule (10 Mhz). Donc chaque secteur comporte deux cellules en plus de MIMO. Les paramètres à introduire par environnement sont illustrés par le tableau 4.17



1	
Name	Site0_1 (0)
Active	<input checked="" type="checkbox"/>
Frequency Band	2110 FDD - 10 MHz (E-UTRA Band 1)
Channel Number	0
Channel Allocation Status	Allocated
Physical Cell ID	1
Physical Cell ID Status	Allocated
Min Reuse Distance (m)	5 000
Max Power (dBm)	43
SCH/PBCH EPRE Offset Relative to RS (dB)	0
PDSCH/PDCCH EPRE Offset Relative to RS (dB)	0
Reference Signal C/N Threshold (dB)	-19,5
LTE Equipment	Default Cell Equipment
Scheduler	Proportional Fair
Max Number of Users	
Frame Configuration	0 - D-UUU D-UUU
Diversity Support (DL)	Transmit Diversity
Diversity Support (UL)	Receive Diversity
AMS/MU-MIMO Threshold (dB)	
MU-MIMO Gain (UL)	2
Max Traffic Load (UL) (%)	100
Max Traffic Load (DL) (%)	100
Traffic Load (UL) (%)	100
Traffic Load (DL) (%)	100
UL Noise Rise (dB)	0
Inter-technology UL Noise Rise (dB)	0
Inter-technology DL Noise Rise (dB)	0
Max number of intra-technology neighbours	16
Max number of inter-technology neighbours	16
Comments	
Order	0
Neighbours	

Tableau 4.17: Configuration des cellules

4.7 Simulation:

Nous avons effectué des prédictions qu'illustrent le plus qu'apporte la présence du RU30 dans un réseau UMTS. Ces prédictions visualisent les débits offerts par chaque service, ainsi que la puissance disponible de HS-PDSCH E_c / N_t .

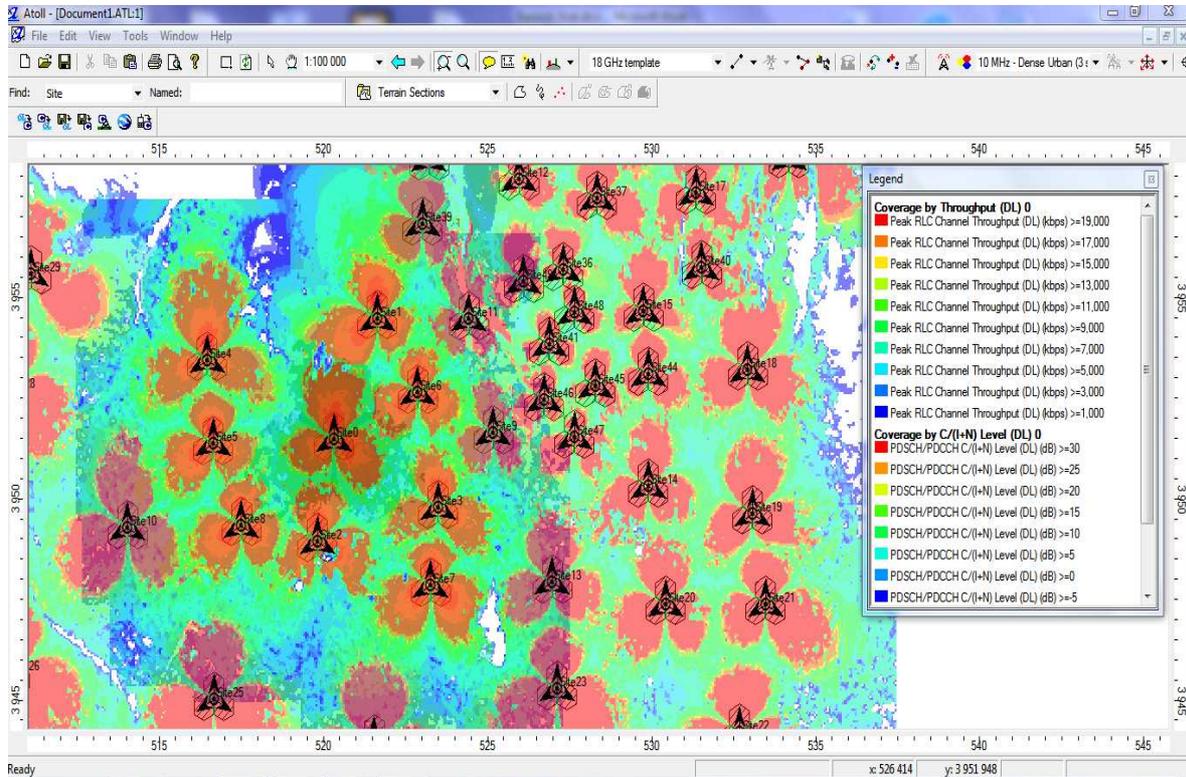


Figure 4.8: Dimensionnement du RNC.

La figure montre en couleur la couverture du site considéré selon le niveau de signal dans chaque région. Dans la région en rouge par exemple, les mobiles bénéficient d'un niveau de signal ≥ 30 dBm et d'un débit pratique ≥ 19 Mbps. Dans la région en orange, le niveau de signal est supérieur ou égale à 25 dBm et le débit ≥ 17 Mbps. Dans la région en vert, le niveau de signal est supérieur ou égale à 15 dBm et le débit ≥ 11 Mbps. Dans la région en bleu-ciel, le niveau de signal est supérieur ou égale à 5 dBm et le débit ≥ 5 Mbps. Dans la région en bleu foncé, le niveau de signal est supérieur ou égale à -5 dBm.

Conclusion : Nous avons élaboré le processus d'intégration de RU20 vers la solution RU30. Ce processus réside en premier lieu dans les améliorations et les changements apportés aux équipements du réseau d'accès déjà existant pour supporter la solution RU30 et en deuxième lieu de redimensionner les équipements du réseau d'accès à savoir le RNC et la Node B pour déterminer le nombre de matériels nécessaire pour assurer un débit donné. Dans le chapitre suivant, nous allons décrire les différentes étapes d'activation de la solution RU30.



Chapitre V: Activation et test de la solution RU30



1. Activation de HSPA+ dans le réseau

1.1 Les outils utilisés

Dans le but de rendre les fonctionnalités RU30 disponibles dans un site qui appartient au réseau de Maroc Télécom, nous avons utilisé le RNC de test de type RNC2600. Pour ce faire, nous nous sommes connectés à ce RNC en établissant une connexion entre notre PC et une unité de RNC qui s'appelle NEMU (Network Element Management Unit). (Figure 5.1)

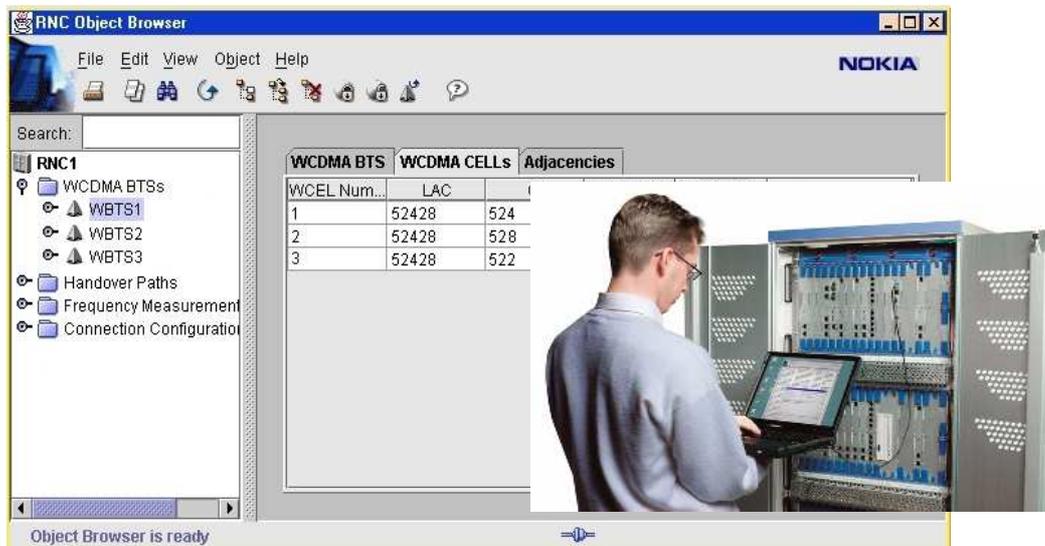


Figure 5.1: Connexion au RNC avec le NEMU.

Le NEMU est une unité qui fait partie de l'architecture de RNC. Il offre des applications puissantes de gestion des différents éléments de réseau. Le NEMU est un serveur qui offre ses fonctionnalités via des applications de gestion et des interfaces graphiques bien définies. Parmi ces applications, nous citons l'outil «NOKIA Application Launcher».

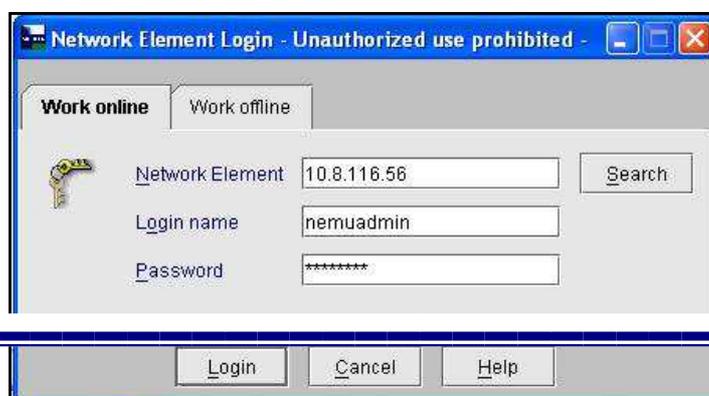




Figure 5.2: La fenêtre d'authentification de l'Application Launcher.



L'outil «NOKIA Application Launcher » représenté par la figure 5.3 permet d'initier les sessions utilisateurs pour se connecter au réseau via les différentes applications de gestion de réseau qu'il contient. Le démarrage de cet outil se fait en indiquant, dans la fenêtre d'authentification, l'adresse réseau du RNC auquel nous voulons se connecter ainsi que les identifiants (login et mot de passe) comme indiqué sur la figure 5.2. Ainsi toutes les applications de gestion de réseau, telles que le «MMI Window» et le «RNC RNW Object Browser», se trouvent accessibles.

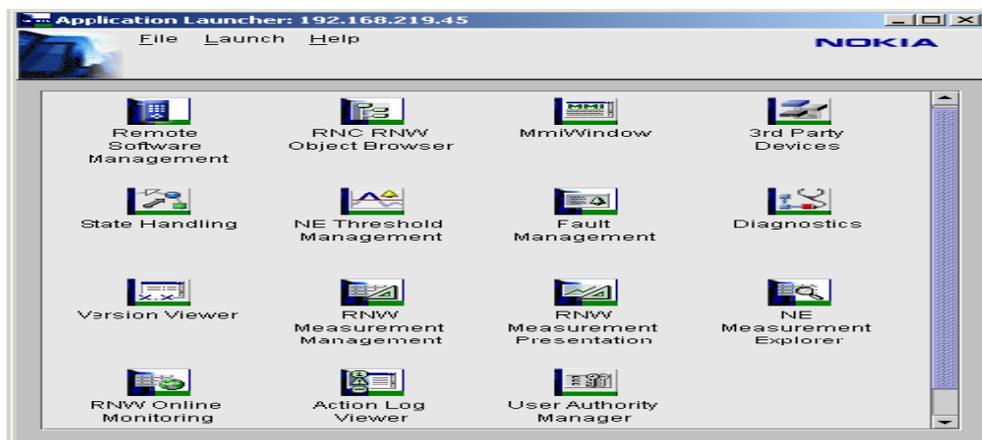
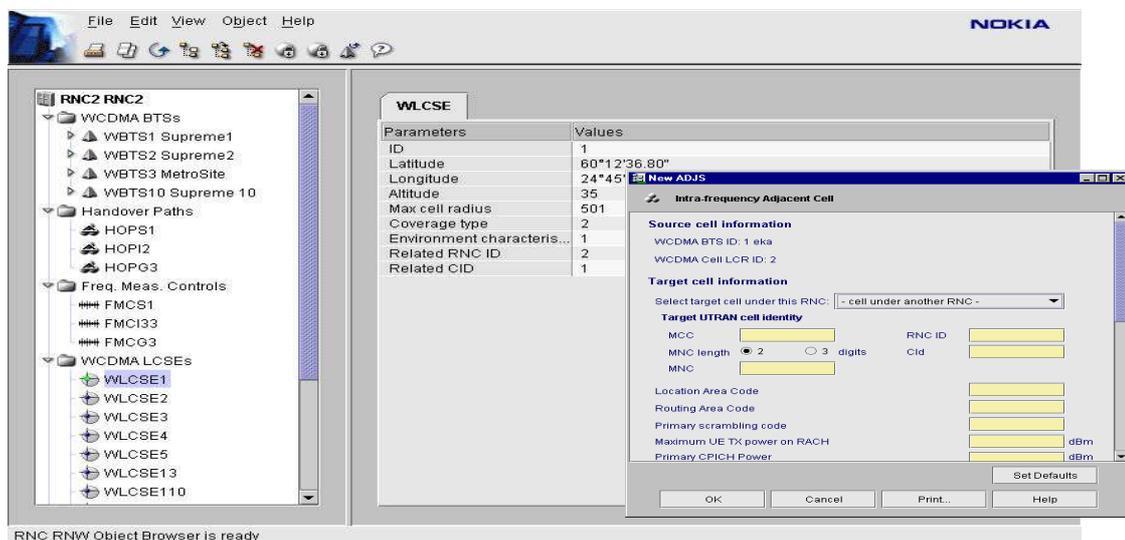


Figure 5.3: L'outil « NOKIA Application Launcher ».

L'outil «MMI Window» est utilisé pour exécuter les commandes MML (Man to Machine Language) sur le RNC.

Par contre l'outil «RNC RNW Object Browser», que la figure 5.4 représente une prise d'écran de cet outil, offre la possibilité d'avoir une vue générale des objets gérés au niveau du réseau radio (RNC, BTS, ...) et aussi de configurer les paramètres du réseau d'accès contrôlés par le RNC.



Figure

5.4: RNC RNW Object Browser.



1.2 Procédure d'activation de RU30 dans un site 3G IAM

Après avoir installé l'outil client «NOKIA Application Launcher» qu'on a téléchargé à partir de l'unité NEMU, nous avons pu faire le test d'activation et ceci en utilisant principalement le «RNC RNW Object Browser». Pour ce faire, nous avons suivi les étapes suivantes:

1.2.1 Configurer les paramètres RU30 dans l'UTRAN:

Dans cette étape, nous utiliserons l'outil «RNC RNW Object Browser» qui permet d'accéder aux différents objets du réseau.

On configure tous les paramètres relatifs à RU30 des différents objets et ce dans l'ordre suivant:

1. **Configurer les paramètres relatifs au RNC.**
2. **Configurer les paramètres WBTS**
3. **Configurer les paramètres relatifs au WCEL (WCDMA CELL)**

Les valeurs choisies pour la configuration des paramètres sont des valeurs par défaut utilisées au début par Nokia avec l'intention de les ajustées au fur et à mesure des tests de vérification. En fait, nous n'avons pas pu prendre des prises d'écran des paramètres de ce site vu la confidentialité de ces données.

1.2.2 Activation des fonctionnalités de RU30 :

Le processus d'activation de chaque fonctionnalité de la solution NSN RU30 consiste tout d'abord à déterminer ses fonctionnalités requises, ensuite le type de License, et finalement les paramètres qu'il faut ajuster afin de rendre la fonctionnalité active. Pour se faire nous avant commencé a activé : le MIMO avec 64QAM, et la cellule duale dans la liaison descendante, et le 16QAM avec FDE et IC dans la liaison montante. [1]

1.2.2.1 RAN 1912 : activation de MIMO avec 64 QAM

a Les fonctionnalités requises :

- Il faut activer les fonctionnalités MIMO 28 Mbps et HSDPA 64 QAM de RU20.

b License

- 42 Mbps MIMO est une fonctionnalité optionnelle qui n'a pas sa propre licence.

c Configuration-Activation



- Le paramètre **MIMOWith64QAMUsage** doit être réglé sur active dans le RNC:

Name	Range	Default	Description
MIMOWith64QAMUsage (WCEL)	0 (MIMO&64QAM disabled), 1 (MIMO&64QAM enabled)	0	Ce paramètre définit si MIMO et 64QAM peuvent être utilisés simultanément pour le même UE. L'activation de Ces deux fonctions doit également être indiquée séparément dans la cellule afin de rendre l'utilisation simultanée de l'UE possible.

Tableau 5.1: activation de MIMO & 64QAM

- Similaires à RU20, le paramètre **MIMOType** doit être configuré avec une valeur de 1 (2xDL MIMO) dans la Node B :

Name	Range	Default	Description
MIMOType (LCEL)	0 (Single TX), 1 (Double TX)	0	Ce paramètre est utilisé pour sélectionner le type MIMO statique Downlink. La valeur du paramètre est définie pour une première fois lorsque la cellule locale est créée. Quand une cellule est créée pour une seule transmission TX, la valeur du paramètre est 0. Pour un MIMO activé dans la cellule, la valeur du paramètre est 1 (2 x TX transmission).

Tableau 5.2: activation de MIMO

1.2.2.2 RAN 1645 : activation de 16QAM en Uplink

a Les fonctionnalités requises :

- Il faut activer les fonctionnalités suivantes de RU 20: RAN981 HSUPA 5.8 Mbps et RAN1470 HSUPA 2 ms TTI

b License:

- UL 16 QAM est une fonctionnalité optionnelle qui n'a pas sa propre licence.

c Configuration -Activation

- Il faut activer le paramètre *HSUPA16QAMAllowed* dans le RNC



Name	Range	Default	Description
HSUPA16QAMAllowed (WCEL)	0 (disabled), 1 (enabled)	0	Ce paramètre est utilisé pour définir si le RNC permet l'utilisation de la modulation 16QAM pour HSUPA. Si le paramètre est activé, le RNC peut utiliser HSUPA 16QAM dans une cellule. Si le paramètre est désactivé, le RNC ne peut pas utiliser la fonctionnalité HSUPA 16QAM dans une cellule. Le HSUPA 16QAM n'est autorisée dans la cellule que si le paramètre MaxTotalUplinkSymbolRate est à la valeur "3" (pour indiquer que le débit de symboles max de 5760 kbps).

Tableau 5.3: activation de HSUPA 16QAM

- Le paramètre existant MaxTotalUplinkSymbolRate doit être réglé sur «3» dans le RNC afin de permettre la combinaison $2*SF2 + 2*SF4 \Rightarrow 5.760$ Mbps

Name	Range	Default	Description
MaxTotalUplinkSymbolRate (WCEL)	0 (960 kbps, SF4) 1 (1920 kbps, 2*SF4) 2 (3840 kbps, 2*SF2) 3 (5760 kbps, 2*SF2+2*SF4)	0	Ce paramètre doit être à «3» pour indiquer que le débit de symboles max est de 5760 kbps.

Tableau 5.4: activation de 2*SF2+2*SF4

- Le paramètre HSUPAUserLimit16QAM définit le nombre maximal de connexions autorisées en utilisant 16QAM HSUPA dans une cellule

Name	Range	Default	Description
HSUPAUserLimit16QAM (WCEL)	1 to10, step 2	2	Ce paramètre définit la limite pour le nombre d'utilisateurs HSUPA active dans une cellule.

Tableau 5.5: nombre maximal de connexion HSUPA 16QAM dans la cellule

1.2.2.3 RAN 2179 : activation de la duale cellule

a Les fonctionnalités requises :



- HSDPA 15 codes: *HSPDSCHCodeSet*
- HSDPA 14 Mbps per User: *HSDPA14MbpsPerUser*
- HSUPA: *HSUPAenabled*

b License

- C'est une fonctionnalité optionnelle qui n'a pas sa propre licence

c Configuration- Activation

- NodeB :
 - Pour faire fonctionner la cellule en mode DC-HSDPA il faut activer le paramètre **DCCellHSDPAEnabled**.

Name	Range	Default	Description
DCCellHSDPAEnabled (WCEL)	0 (Disabled), 1 (Enabled)	0	Ce paramètre indique si la fonctionnalité DC-HSDPA est activée dans la cellule.

Tableau 5.6: activation de DC-HSDPA

- RNC :
 - Lorsque les deux DC64QAM et MIMO64QAM sont pris en charge, pour définir la préférence à la DC-HSDPA

Name	Range	Default	Description
DCCellVsMIMOPreference (RNC)	0 (DC), 1 (MIMO)	0	Ce paramètre détermine si le RNC active principalement DC-HSDPA ou MIMO pour l'UE, qui prend en charge les DC-HSDPA et MIMO. L'utilisation simultanée de la DC-HSDPA et MIMO pour l'UE même n'est pas pris en charge.

Tableau 5.7: régler la préférence de DC-HSDPA par rapport a MIMO

1.2.2.4 RAN 1702 : activation de FDE-Frequency Domain Equalizer

a Les fonctionnalités requises :

- Basic HSUPA.
- HSUPA BTS Packet Scheduler ou l'ordonnanceur de Packet,
- HSUPA 16 QAM.

b License Control

- C'est une fonctionnalité optionnelle qui n'a pas sa propre licence

c Configuration Activation



- Le paramètre de la mise en service de FDE **fdeEnabled** doit être réglé sur "True" dans la Node B

Name	Range	Default	Description
fdeEnabled (BTSSC)	False (0), True (1)	0	Ce Paramètre permet de choisir si Frequency Domain Equalizer est activée dans le BTS.

Tableau 5.8: activation de FDE

1.2.2.5 RAN 1308 : Interference Cancellation IC

a Configuration Activation (NodeB Side)

- Les paramètres **AdminPICState** et **PICState** doivent être réglé sur «Activer» ou «automatique» pour les cellules où HSUPA IC est activée

Name	Range	Default	Description
AdminPICState (WCEL)	0 (Activate) 1(Deactivated) 2 (Automatic)	1	Avec ce paramètre il est possible de changer l'état PIC désactivé d'une cellule pour la rendre active ou automatique.

Tableau 5.9: activation de PIC

Name	Range	Default	Description
AssignedPICPool (WCEL)	0 (off), 1 (PICpool1), 2 (PICpool2), 3 (PICpool3), 4 (PICpool4)	Value set by system	Le paramètre indique le type de PIC pool utilisé par la cellule. La valeur par défaut du paramètre est 'Off', et il indique que la cellule n'a aucun PIC pool.

Tableau 5.10: réglage de type PIC pool /cellule

2. Test Bed:

Le test Bed est une opération qui suit l'activation des différentes fonctionnalités de la solution RU30 et qui consiste à mesurer plusieurs paramètres a savoir la charge de la cellule duale (figure 5.5) et le débit dans les différentes pointes de la cellule (figure 5.6) à l'aide d'un logiciel nommé «NEMO OUTDOOR» que nous avons installé sur notre ordinateur portable puis on l'active a l'aide d'une clé USB (License) ensuite nous avons pris des mesures en se déplaçant dans la cellule de la NodeB.

2.1 Test 1: la charge de la cellule duale

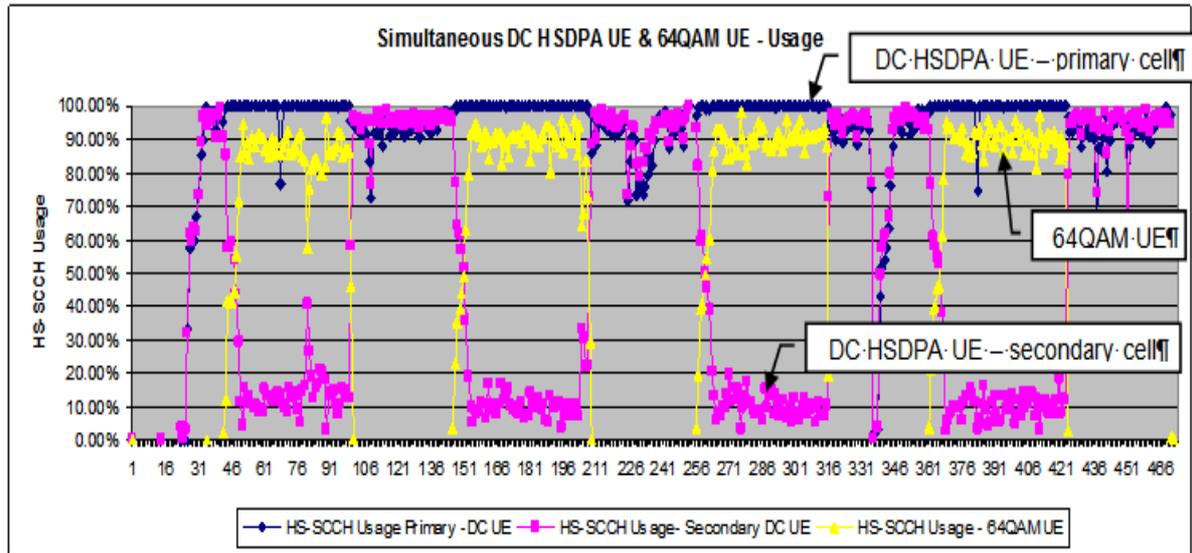


Figure 5.5: L'utilisation de HS-SCCH dans le cas de la cellule duale et 64QAM

La figure montre l'utilisation du canal de contrôle en downlink HS-SCCH au cas où il y aurait une utilisation simultanée de la cellule duale et 64QAM dans l'UE. Quand le 64QAM fait le téléchargement (jaune), on remarque une diminution d'utilisation de la cellule duale de la cellule où 64 QAM est en activité. La cellule primaire est programmée à 100% alors qu'elle est programmée seulement à 10% dans la cellule secondaire où le 64 QAM est activé.

2.2 Test 2: le débit de la cellule duale

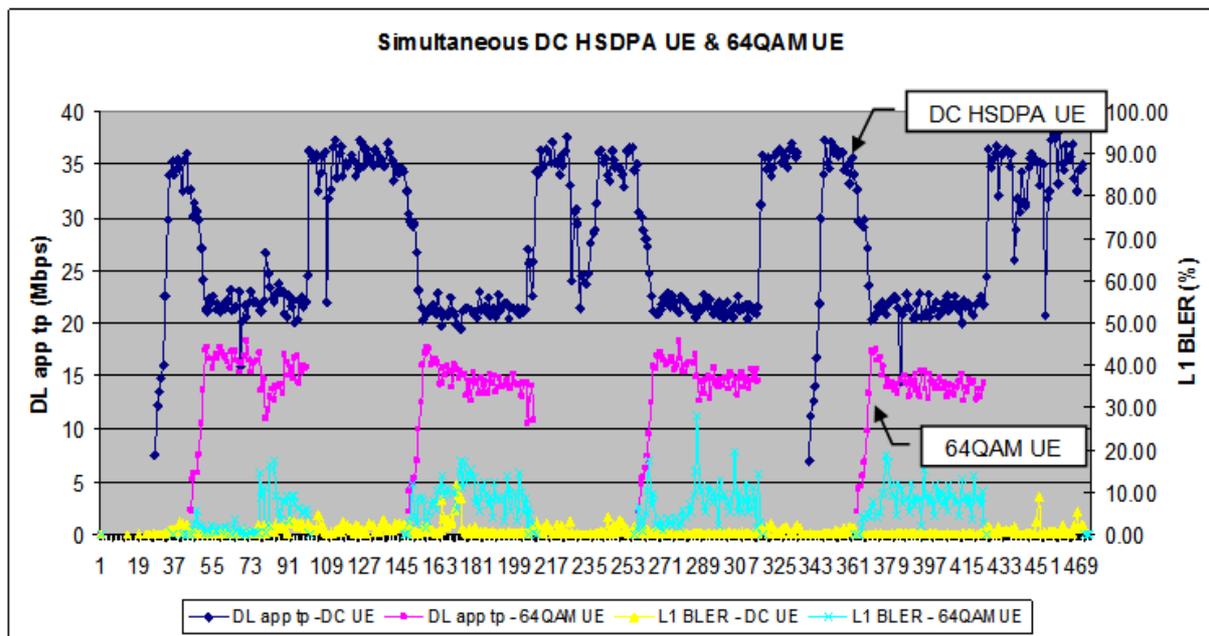


Figure 5.6: Le débit en Downlink dans le cas de la cellule duale et 64QAM



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



La figure montre le débit en downlink DL dans de le cas où l'UE supporte à la fois la cellule duale et la modulation 64QAM. La cellule duale UE fait le téléchargement continu (ligne bleue) tandis que 64 QAM téléchargent 100 Mbps de données (ligne rose). Le test donne un débit pic de 36 Mbps et qui ne descende jamais au dessous de 20Mbps, ce qui est peut permet de satisfaire les besoins de l'utilisateur et de l'opérateur.



Conclusion Générale:

Au cours de ce projet dont l'objectif principal vise à étudier l'aspect Radio de la solution **RU30** proposée par **NOKIA** et l'activation de ses fonctionnalités ainsi que l'intégration, nous avons effectué notre étude suivant deux axes:

D'abord une étude bibliographique étendue. Au cours de cette étude, nous avons exploré la plupart des travaux autour de la norme **UMTS** et de la solution **HSPA+** qui est la plate forme de plusieurs solutions futures en particulier la solution **RU30**. Nous avons en l'occurrence touché et analysé toutes les nouvelles fonctionnalités apportées par cette solution. Cette étape constituait vraiment un beau jardin de savoir ou on a senti le plaisir d'étendre son savoir et dans lequel nous avons eu l'occasion d'acquérir une panoplie de bagages d'information dans une variété d'approches.

C'est dans cette intention et afin de matérialiser notre étude théorique et l'examiner dans une dimension réelle, notre mission en second lieu était l'étude et ensuite l'intégration et l'activation des fonctionnalités nécessaires pour supporter la nouvelle solution **RU30**. Et grâce à l'aide et le soutien de notre équipe et comme résultat concret nous avons réussi l'activation de certaines fonctionnalités dans le *test Bed* de **NOKIA**.

En perspective nous envisageons d'autres activations plus concrètes en attendant la venue de nouvelles licences. Aussi le **RU30** n'est qu'un passage dans un marché instable vers des solutions futures. En particulier, son implémentation n'est qu'une étape qui précédera l'abordage de la technologie **LTE** qui sera une évolution vers la 4G de téléphonie mobile.



Bibliographie

Documentation interne de NSN

[1] "UMTS evolution from 3GPP Release 7 to Release 8 HSPA and SAE/LTE"

[2] NED (Nokia Electronic Documentation) documents internes et confidentiels.

Livres:

[3] "HSDPA/HSUPA for UMTS High Speed Radio Access for Mobile Communications" de John Wiley

[4] "ROHDE & SCHWARZ HSPA+ Technology Introduction".

Magazines:

"The mobile broadband future: HSPA+ and LTE"

"Transition to 4G"

"HSPA to LTE Advanced"

"The mobile broadband evolution: 3GPP Release 8 and beyond HSPA+, SAE/LTE, LTE Advanced"

Site WEB:

www.finetopix.com

www.nokiasiemensnetworks.com

<https://online.portal.nokiasiemensnetworks.com> (compte de notre encadrant)

www.4gamericas.org



Annexe

Annexe 1: Le réseau Cœur de l'UMTS

- **Le GMSC:** est relié aux réseaux externes utilisant la commutation de circuits (PLMN public land mobile network). Toutes les connexions CS entrantes ou sortantes passent par le GMSC.
- **le GGSN:** est un routeur qui est en relation avec les réseaux utilisant la commutation de paquet(PS) comme Internet.
- **HLR:** (Home Location Register) représente une base de données des informations de l'utilisateur : l'identité de l'équipement usager, le numéro, les informations relatives aux possibilités de l'abonnement souscrit par l'utilisateur.
- **AUC:** (Authentication Center) est en charge de l'authentification de l'abonné, ainsi que du chiffrement de la communication.
- **EIR:** (Equipment Identity Register) est en charge de la gestion des vols des équipements usagers. Il est en possession d'une liste des mobiles blacklistés par un numéro unique propre à chaque équipement usager, le numéro IMEI (International Mobile station Equipment Identity).

Annexe 2: Les canaux de l'UMTS

✓ **Les canaux logiques (BCCH, PCCH, DCCH, CCCH, DTCH, CTCH)**

Ils font référence aux différentes données véhiculées par les protocoles radio de l'UTRAN, surtout celles concernant la couche MAC. Ces canaux se divisent en deux :

- Les canaux logiques de contrôle utilisés pour le transfert des informations dans le plan de contrôle.
- Les canaux logiques de trafic utilisés pour le transfert des informations dans le plan usager.

✓ **Les canaux de transport (BCH, PCH, FACH, RACH, CPCH, DCH)**

Les différentes données issues des couches hautes sont véhiculées dans l'interface air via des canaux de transport. La notion d'un canal de transport est liée surtout à la façon avec laquelle les données sont regroupées et transportées dans les canaux physiques. Les canaux de transport se divisent en trois :

- Le canal de transport commun est un canal point à multipoint unidirectionnel utilisé pour le transfert d'informations d'un ou de plusieurs utilisateurs.



- Le canal de transport partagé utilisé pour le transport des données de contrôle ou de trafic uniquement en voie descendante en association avec un ou plusieurs canaux dédiés. Il est partagé dynamiquement par différents utilisateurs.
- Le canal de transport dédié qui est un canal point à point dédié à un seul utilisateur et qui transporte des données de contrôle ou de trafic point.

✓ **Les canaux physiques (P/S-CCPCH, PRACH, PDSCH, DPDCH, DPCC)**

Un canal de transport, caractérisant la manière dont les informations sont transmises sur l'interface radio, est dissocié du canal physique réellement utilisé. Ainsi, un canal physique peut supporter plusieurs canaux de transport ou un canal de transport soit supporté par deux canaux physiques distincts. Il existe trois catégories de canaux physiques :

▪ **Les canaux physiques dédiés à la voie montante :**

Il existe deux types de canaux physiques dédiés dans la voie montante (figure 6.1):

- le canal physique dédié de données DPDCH (*Dedicated Physical Data Channel*).
- le canal physique dédié de contrôle DPCCH (*Dedicated Physical Control Channel*).

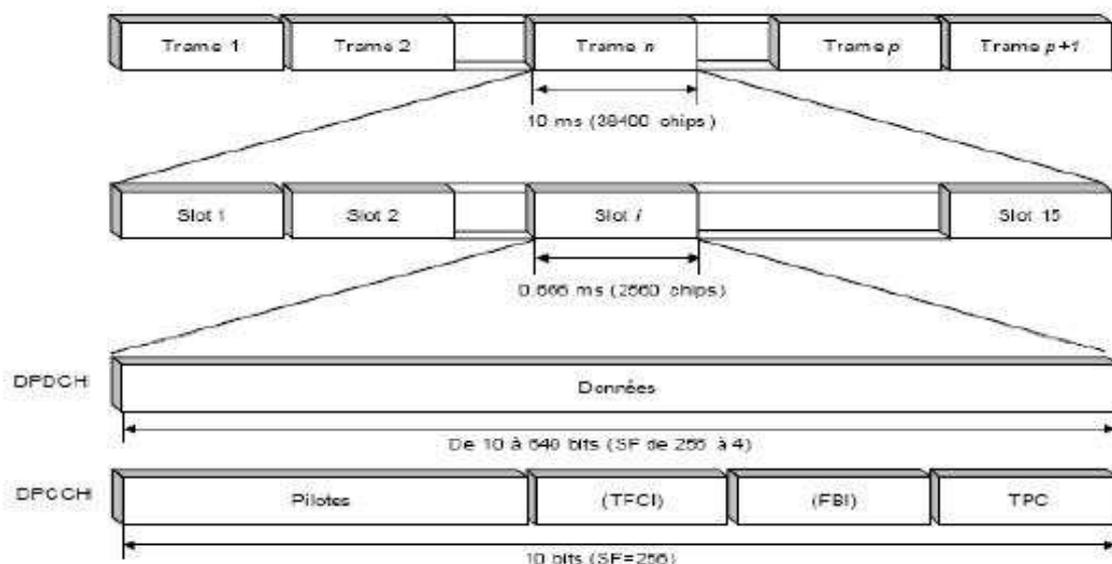


Figure 6.1: Structure du canal physique à la voie montante

▪ **Les canaux physiques dédiés à la voie descendante:**

A La différence de la voie montante, il existe un seul type de canal physique dédié dans la voie descendante appelé DPCH (Dedicated Physical Channel). Ce canal achemine l'information du canal de transport DCH - information qui peut être du trafic de données ou de contrôle généré par les couches supérieures également la couche physique elle-même. De ce fait, il peut être considéré comme le multiplexage temporel, comme la montre la figure 6.2 ci-dessous, d'un canal physique de données dédié (DPDCH) et d'un canal physique de contrôle dédié (DPCCH).

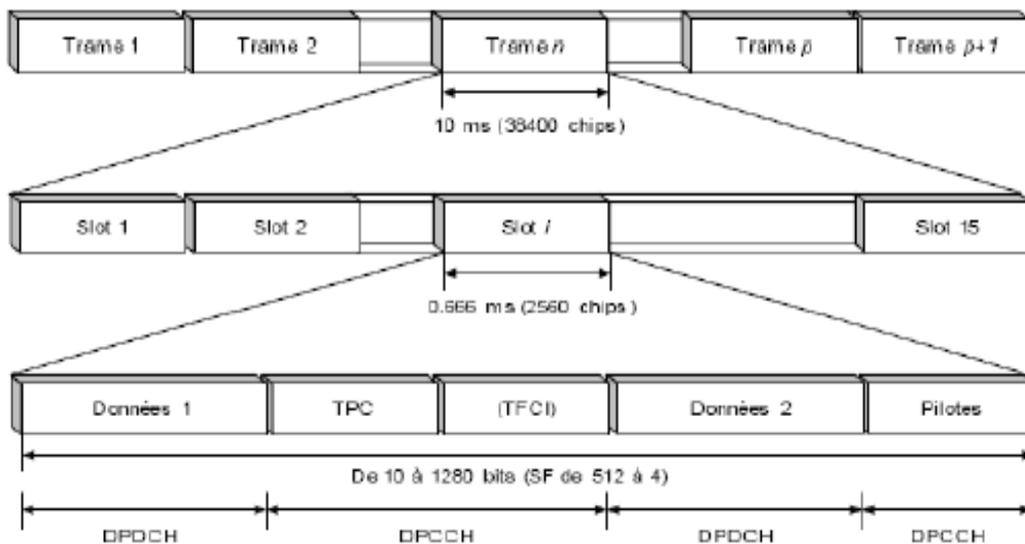


Figure 6.2: Structure du canal physique dédié à la voie descendante

▪ **Les canaux physiques communs (PDSCH, CPICH, SCH, etc.) :**

Ce sont des canaux physiques dont les terminaux mobiles se servent pour communiquer avec le réseau. Ces canaux transportent les données ou la signalisation vers un ou plusieurs utilisateurs dans une même cellule.

Annexe 3: Les canaux physiques de HSUPA

✓ ***E-DCH Dedicated Physical Data Channel (E-DPDCH)***

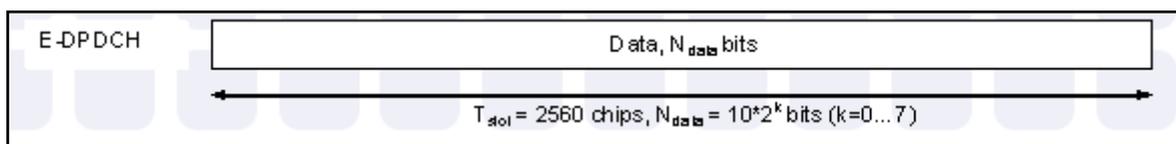


Figure 6.3 : La structure du canal E-DPDCH

L'E-DPDCH est utilisé pour transporter le canal E-DCH. Une liaison radio peut contenir zéro, un ou plusieurs E-DPDCH.

Ce canal transporte les données utilisateur sur la liaison montante. Le terminal utilisateur peut utiliser jusqu'à quatre E-DPDCH avec un facteur d'étalement de SF256 à



SF2. Deux SF2 E- DPDCH sont nécessaires pour obtenir 2 Mbits/s, le débit maximal pris en charge par les premiers terminaux.

Les données utilisateurs sont mappées avec un délai de 2 ms ou de 10 ms selon la configuration choisie, dans une modulation BPSK. La quantité de bits de données transportée dépend du format du slot choisi (entre 0 et 7) et du type de codage.

Le tableau qui suit présente des informations utiles sur chaque slot constituant le canal E- DPDCH.

Slot Format #i	Channel Bit Rate (kbps)	SF	Bits/ Frame	Bits/ Subframe	Bits/Slot (Ndata)
0	15	256	150	30	10
1	30	128	300	60	20
2	60	64	600	120	40
3	120	32	1200	240	80
4	240	16	2400	480	160
5	480	8	4800	960	320
6	960	4	9600	1920	640
7	1920	2	19200	3840	1280

Tableau 6.1: Les slots du canal E-DPDCH

✓ **E-DCH Dedicated Physical Control Channel (E-DPCCH)**

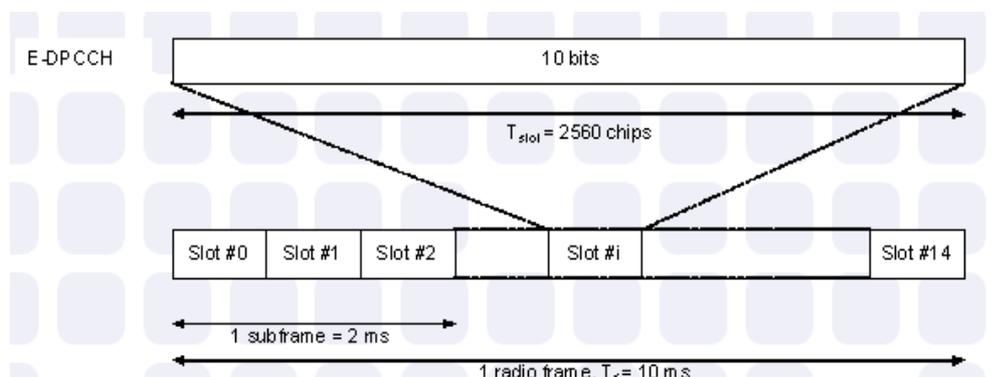


Figure 6.4: Structure du canal E-DPCCH

L'E-DPCCH est un canal physique qui permet le transport des informations de contrôle associées au E_DCH et nécessaires à la NodeB pour décoder le canal montant E-DPDCH, de même que l'indicateur E-TFCI (E-DCH Transport Format Combination Indicator) qui donne la taille de bloc, le numéro de séquence de retransmission RSN et le « Happy Bit » qui indique si le terminal utilisateur est satisfait de l'allocation de ressources (Serving Grant) actuelle. Une liaison radio contient au maximum un canal E-DPCCH.[3]

✓ **E-DCH Relative Grant Channel (E-RGCH)**



Augmente ou diminue l'allocation de ressources (Serving Grant) du terminal utilisateur (ou signale un maintien au niveau actuel). Le facteur d'étalement de ce canal est fixé à 128. La figure ci-dessus illustre la structure de l'E-RGCH.

✓ **E-DCH Hybrid ARQ Indicator Channel (E-HICH)**

E-HICH (E-DCH HARQ Acknowledgement Indicator Channel) sert à accuser la réception des données émises par le terminal utilisateur.

✓ **Fractional Dedicated Physical Channel (F-DPCH)**

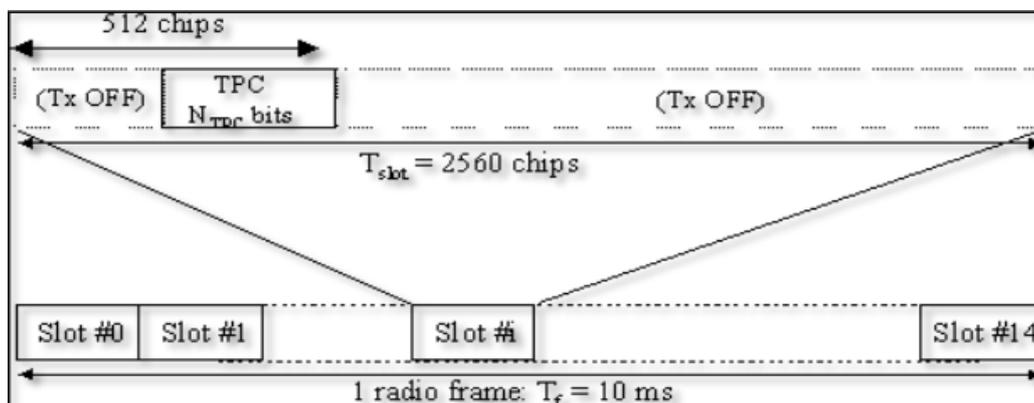


Figure 6.5: Structure du canal F-DPCH

Le F-DPCH contient des informations de contrôle générées au niveau de la couche physique (commandes TPC). C'est un cas spécial de DPCCCH. Chaque trame de longueur 10ms est composée de 15 slots, chaque slot contient 2560 chips, correspondant à une période de contrôle de puissance.

✓ **E-DCH Absolute Grant Channel (E-AGCH)**

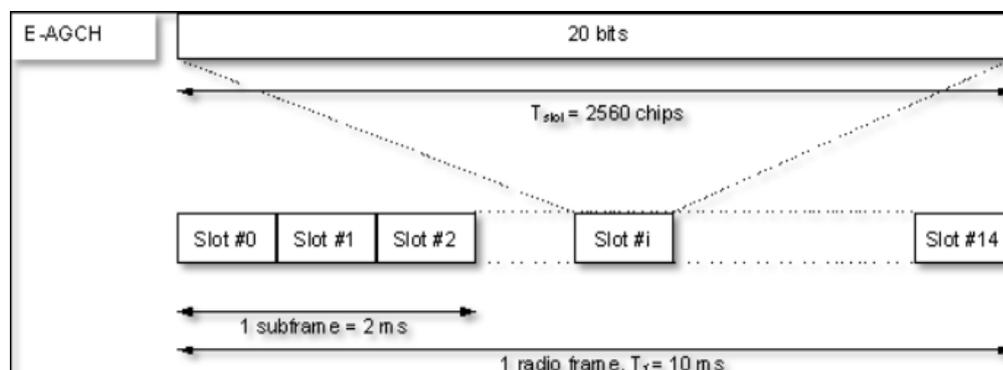


Figure 6.6: Structure du canal E-AGCH

L'E-AGCH fournit la limite absolue du niveau de puissance que le terminal utilisateur peut utiliser. Avec un débit de 30 kbps et un facteur d'étalement SF=256.

Annexe 4: Principe de fonctionnement de MIMO

La liaison descendante MIMO a été présentée dans le cadre de HSPA+ pour augmenter le débit de transmission de données. La ligne de base est un système de 2x2 MIMO, c.-à-d deux antennes transmettent du côté de station de base, et 2 antennes reçoivent du côté de l'UE. MIMO pour HSPA+ permet un débit maximal de liaison descendante (théorique) de 28 Mbps. A noter que HSPA+ ne supporte pas la liaison montante MIMO. Le processus d'introduction de MIMO dans HSPA+ a pris un bon moment dans 3GPP. Un grand nombre d'approches ont été évaluées et des études étendues d'exécution ont été prises en considération. En conclusion, un consensus a été atteint pour prolonger la boucle fermée de diversité de la release 99 WCDMA (Wide band Code Division Multiple Access) à une pleine approche de MIMO comprenant le multiplexage spatial. L'approche s'appelle D-TxAA qui signifie Double transmit Antena Array. Elle s'applique seulement pour le HS-DSCH. La figure 6.8 montre le principe de base de l'approche 2x2 :

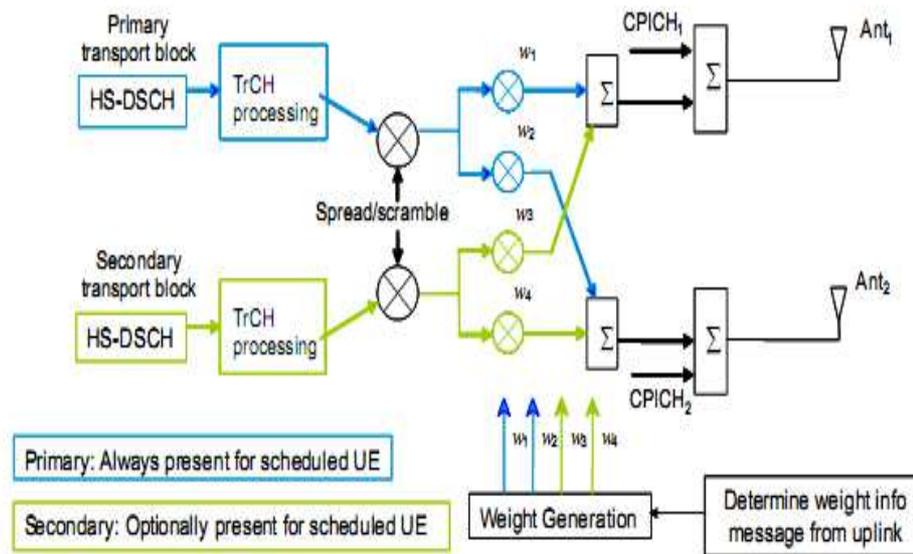


Figure 6.7: MIMO en HSPA+

Avec D-TxAA, deux flux des données indépendants (blocs de transport pour être plus précis) peuvent être transmis simultanément sur le canal radio sous des mêmes channelization codes de WCDMA. Les deux flux de données sont indiqués avec la couleur bleue et verte sur le schéma 1. Chaque bloc de transport est traité et subit un codage canal séparément. Après propagation et brouillage, le pré-codage basé sur des facteurs de pondération est appliqué pour optimiser le signal pour la transmission sur les canaux radio mobiles. Quatre poids de pré-codage sont disponibles w_1, \dots, w_4 . Le premier flux est multiplié par w_1 et w_2 , le deuxième par w_3 et w_4 . Les quatre poids de pré-codage peuvent prendre les valeurs suivantes:



$$w_3 = w_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$w_4 = -w_2$$

$$w_2 \in \left\{ \frac{1+j}{2}, \frac{1-j}{2}, \frac{-1+j}{2}, \frac{-1-j}{2} \right\}$$

w1 est toujours fixé, seul w2 peut être choisie par la station de base, w3 et w4 sont donc déduit automatiquement parce qu'ils doivent être orthogonaux. La station de base choisit les facteurs de pondération optima basés sur des propositions rapportés par l'UE dans la liaison montante. Ce feedback est décrit en plus de détail ci-dessous. Après multiplication avec les facteurs de pondération, les deux flux de données sont additionnés avant leur transmission sur chaque antenne, de sorte que chaque antenne transmette une partie de chaque flux. A noter que les deux blocs différents de transport peuvent avoir une modulation et un code différents selon des conditions de débit et l'état du canal par radio. L'UE doit pouvoir faire l'évaluation de canal pour les canaux radio vu à partir de chacune des antennes de transmission respectivement. Ainsi, les antennes de transmission doivent transmettre un signal pilote différent. Une des antennes transmettra le modèle de modulation de l'antenne 1 de PCPICH (primary common pilote channel). L'autre antenne transmettra le modèle de modulation de l'antenne 2 de PCPICH, ou le modèle de modulation de l'antenne 1 de SCPICH. Aussi le récepteur de l'UE doit connaître les poids de pré-codage qui ont été appliqués à l'émetteur. Par conséquent, la station de base envoie à l'UE le poids de pré-codage w2 par l'intermédiaire du HS-SCCH (high speed shared control channel). Les 2 bit d'indication de pré-codage est envoyé sur HS-SCCH pour signaler l'une des quatre valeurs w2 possibles. Les autres poids qui ont été appliqué à HS-DSCH peuvent alors être dérivés de w2. L'ajustement de pré-codage de poids est fait à la frontière du sub-frame. D-TxAA exige un feedback de signalisation de la part du UE a fin d'aider la station de base pour prendre la bonne décision en termes de modulation, de codage et de choix de poids de pré-codage. L'UE doit déterminer le vecteur de pré-codage primaire préféré pour le bloc 1 qui consiste en w1 et w2. Dès que W1 est fixé, le feedback consiste alors seulement en la valeur de w2 proposé. Ce feedback est appelé pre-coding control information (PCI).

L'UE recommande aussi si un ou deux flux peuvent être supporté sur le canal dans la situation courante. Dans le cas où la transmission double est possible, le vecteur de pré-codage secondaire se composant des poids w4 et w3 est connu implicitement dans la station de base, parce qu'on doit garder l'aspect orthogonal par rapport au premier vecteur de pré-codage. Ainsi, l'UE ne doit pas le rapporter explicitement. L'UE indique également la modulation et le code optimal pour chaque flux. Ce feedback s'appelle l'indicateur de qualité de canal (CQI). En se basant sur les rapports de PCI/CQI, le



scheduler de station de base décide de programmer un ou deux flux de données de données à l'UE et quelles longueurs de paquets (longueurs de bloc de transport) de modulation à employer pour chaque flux. Dans le cas où seul un flux pourrait être envoyé vu les conditions du canal radio, l'approche est de basculer à la boucle fermée conventionnelle comme sur la release 99. [2]

Annexe 5: Les unités du RNC

❖ ICSU (Interface Control and signaling Unit):

Cette unité s'occupe du traitement de la signalisation sur les interfaces Iub, Iur et Iu, entre le RNC et le UE et enfin la signalisation ALCAP qui permet la gestion des connexions AAL2. L'unité ICSU participe aussi dans la gestion des ressources radio reliées au RNC comme le handover, le contrôle d'admission, contrôle de charge et l'ordonnancement des paquets. [1]

❖ RRMU(Radio Resource Management Unit):

L'unité RRMU exécute des tâches de gestion des ressources radio liées au RNC. Elle assiste aussi l'unité de maintenance pendant le rétablissement d'un échec de message ICSU. Cette unité est responsable de la distribution des messages de paging.

❖ RSMU(Resource and Switch Management Unit):

Cette unité est responsable de la gestion des ressources au sein du RNC telles que le contrôle des connexions, suivi des circuits ATM.

❖ GTPU(GPRS Tunneling Protocol Unit):

Cette unité traite les protocoles GTP-U, UDP et IP.

❖ Operation and Maintenance Unit (OMU) :

Cette unité effectue des fonctionnalités basiques de maintenance du système, telles que la configuration du matériel, le traitement des signaux d'alarme.

❖ WDU (Winchester Disk Unit) :

Cette unité sert comme une mémoire non volatile pour stocker le code du programme et les données. Elle est connectée à l'OMU et contrôlée par cette unité.

❖ L'unité de traitement du signal (DMCU):

L'unité DMCU (Data Macrodiversity Combining Unit) exécute des fonctionnalités reliées au RNC qui exigent la capacité du traitement du signal numérique. Elle met en oeuvre plusieurs processeurs DSP

❖ Interfaces physiques / Unités des interfaces réseau :



- **NIS1 / NIS1P:**

L'unité d'interface réseau NIS1 fournit 4 interfaces SDH de types STM1, chacune ayant un débit de 155 Mbps. La NIS1 offre les fonctionnalités suivantes :

- Une interface vers les fibres optiques.
- Traitement relatif à SDH.
- Traitement des cellules ATM (par exemple la détection des erreurs de l'entête de la cellule ATM).

- **NIP1:**

L'unité d'interface réseau NIP1 fournit 16 interfaces PDH, chacune ayant un débit de 1.5 Mbps (pour l'option T1 ou JT1) ou bien 2 Mbps (pour l'option E1). Ce type d'unités supporte la fonction de multiplexage inverse de l'ATM dite IMA (Inverse Multiplexing for ATM),

❖ **Timing and Hardware Management Bus Unit (TBU):**

L'unité TBU est responsable de la synchronisation des éléments du réseau, la distribution du signal de synchronisation et le transfert des messages sur le bus du HMS (Hardware Management System).