

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A.MIRA Bejaïa
Faculté de technologie
Département de Génie Electrique



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en électronique
Option : Télécommunication

Thème

Dimensionnement d'Interfaces dans les Réseaux GSM et UMTS

Présenté par:

M^r. : ADOUANE Nassim

M^r. : MAAFA Yacine

Dirigé par:

M^{me}. : MEZHOUD Naima

M^r. : TAKH.Samir

Président du jury:

M^r. : TOUNSI Mohamed

Examineur:

M^{me}. : BOUZERRA Naima

Remerciements

Au début, nous tenons à remercier chaleureusement notre promoteur à l'entreprise Mr TAKH Samir, Senior Manager à la direction centrale de Djezzy, pour nous avoir proposé ce thème, pour sa disponibilité, sa modestie et son soutien. Nous témoignons de sa pédagogie exceptionnelle. En lui souhaitons plus de succès et de prospérité.

Nous tenons à remercier également notre promotrice Mme MEZHOUD Naima pour avoir superviser ce travail ainsi que pour ses conseils et orientations.

Nos remerciements s'adressent aussi à toute l'équipe du service trafic et celle du service BSS et les autres services pour leur accueil, leurs explications pertinentes et leurs encouragements.

Nous remercions aussi les membres de jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Nos sincères remerciements s'adressent à tous nos enseignants pour la qualité de l'enseignement.

Enfin, nous remercions nos camarades de classe pour leurs soutient pendant toute la durée du projet

Dédicaces

Ce mémoire est dédié à

Mes grands parents,

Mes parents,

Ma chère sœur et ma chère tante Siham,

A mes proches et ma famille,

A tous mes amis,

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment,

ADOUANE Nassim



*Ce mémoire est dédié a
A mes proches et ma famille,
A tous mes amis,
A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.*



MAAFA Yacine

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Généralités sur les réseaux GSM et UMTS

I. Introduction.....	3
I.1 L'architecture du réseaux GSM	4
I.1.1 Le sous system radio BSS	4
I.1.2 Le sous system réseau(NSS).....	6
I.2 La structure des hyper-trames	6
I.3 Le Handover dans le GSM	8
I.3.1 Les types de Handover	8
I.4 Les types de multiplexage du réseau GSM	8
I.4.1 Le multiplexage temporelle TDMA	8
I.4.2 Le multiplexage fréquentielle FDMA	8
I.5 Les canaux de l'interface radio	9
I.5.1 Les canaux physiques	9
I.5.2 Les canaux logiques.....	9
I.6 L'intégration du GPRS	11
I.7 Le réseau de l'UMTS	13
I.7.1 L'architecture du réseaul'UMTS	13
I.7.2 Le handover dans l'UMTS	14
I.7.3 La technique d'accès CDMA	15
I.7.4 Le contrôle de puissance.....	16
I.7.5 Le domaine circuit (CS)	16
I.7.6 Le domaine paquet(PS)	17
I.7.7 Le réseau ATM.....	17
I.7.8 Le réseau IP	18
I.8 Conclusion.....	19

Chapitre II : Dimensionnement des interfaces GSM/UMTS

II.1	Introduction	20
II.2	Présentation des interfaces du GSM et de l'UMTS	20
II.2.1	Présentation des interfaces du GSM	21
II.2.1.1	L'interface Abis.....	21
II.2.1.2	L'interface Ater –A	23
II.2.1.3	L'interface Gb	24
II.2.2	Présentation des interfaces de l'UMTS.....	25
II.2.2.1	L'interface Iub	26
II.2.2.2	L'interface IuCS	28
II.2.2.3	L'interface IuPS	28
II.3	Dimensionnement des interfaces du GSM et de l'UMTS.....	29
II.3.1	Dimensionnement des interfaces de l'UMTS	29
II.3.1.1	Dimensionnement de l'interface Iub	30
II.3.1.2	Dimensionnement de l'interface IuCS	32
II.3.1.3	Dimensionnement de l'interface IuPS.....	32
II.3.2	Dimensionnement des interfaces du GSM.....	33
II.3.2.1	Dimensionnement de l'interface Abis.....	33
II.3.2.1.1	Dimensionnement d'Abis selon NSN.....	33
II.3.2.1.2	Dimensionnement d'Abis selon (ALCATEL –Lucent).....	34
II.3.2.2	Dimensionnement de l'interface Ater et A	35
II.3.2.2.1	Dimensionnement de l'interface Ater-A selon NSN	35
II.3.2.2.2	Dimensionnement de l'interface Ater et A selon (ALCATEL_ Lucent)....	36
II.3.2.3	Dimensionnement de l'interface Gb	36
II.4	Conclusion.....	38

Chapitre III : Mise en œuvre d'un outil de dimensionnement

III.1	Introduction	39
III.2	L'environnement de travail	39
III.3	Diagramme d'utilisation de l'application.....	39
III.4	Exécution de l'application.....	41
III.4.1	La fenêtre d'accueil.....	41
III.4.2	L'Authentification.....	41
III.4.3	La fenêtre de choix (Menu).....	42
III.4.4	La fenêtre Help.....	43

III.4.5	La fenêtre« Dimensionnement »	44
III.4.5.2	Dimensionnement des interfaces 3G	44
III.4.5.2	Dimensionnement des interfaces 2G	45
III.5	Les bases de données.....	45
III.5.1	Les bases de données du réseau 3G	45
III.5.2	Les bases de donnéesdu réseau 2G	46
III.6	Conclusion	48

Chapitre IV : Résultats, Interprétations et Recommandations

IV.1	Introduction	49
IV.2	Etude des facteurs agissant sur les interfaces du réseau 3G.....	49
IV.2.1	Etude des paramètres agissant sur l'interface Iub.....	49
IV.2.1.1	L'influence du« Activity factor » sur la bande passante Iub.....	49
IV.2.1.2	L'influence du « Soft-handover_CS » sur la bande passante Iub.....	50
IV.2.1.3	L'influence du « burst-ration(PS) » sur la bande passante Iub.....	51
IV.2.2	Etudes des facteurs agissant sur l'interface Iu-CS	52
IV.2.2.1	L'influence du « CSVPR » sur la bande passante Iu-CS	52
IV.2.2.2	L'influence du « BUR » sur la bande passante Iu-CS.....	52
IV.2.3	Etudes des facteurs agissant sur l'interface Iu-PS	53
IV.2.3.1	L'influence du « GPPPR »sur la bande passante Iu-PS	53
IV.2.3.2	L'influence du la redondance sur la bande passante Iu-PS	54
IV.3	Etude des facteurs agissant sur les interfaces du réseau 2G.....	55
IV.3.1	La variation de la bande passante Abis en fonction du GOS.....	55
IV.3.2	La variation de la bande passante Ater en fonction du paramètre GOS	56
IV.3.3	La variation de la bande passante Gb en fonction du paramètre GOS	57
IV.4	Etudes des facteurs agissant sur l'interface GI.....	58
IV.5	Recommandations	59
IV.6	Conclusion.....	61
	Conclusion générale.....	62
	Bibliographie.....	63

Annexe

A decorative border composed of black, stylized floral and scrollwork elements. It features four corner pieces, each with a central star-like motif, and connecting lines that curve and scroll to form a rectangular frame around the central text.

Liste des figures

Figure I.1 : Architecture du réseau GSM	4
Figure I.2 : Structure d'une hypertrame.....	8
Figure I.3 : Les deux méthodes d'accès TDMA et FDMA.....	9
Figure I.4 : Architecture du GPRS.....	12
Figure I.5 : Architecture globale du réseau UMTS.....	13
Figure I.6 : Types de handover UMTS	15
Figure I.7 : Principe d'étalement de spectre.	16
Figure I.8 : Structure d'ATM.....	18
Figure II.1 : Architecture GSM /UMTS	20
Figure II.2 : Structure et l'allocation des ressources Abis.....	21
Figure II.3 : L'allocation dynamique et statique des ressources Abis	22
Figure II.4 : Distribution des TSs sur les interfaces Ater et A	23
Figure II.5 : La pile protocolaire de l'interface Gb.....	25
Figure II.6: Modèle général des interfaces de l'UMTS	26
Figure II.7: Architecture en couche de l'interface IuB.....	27
Figure II.8 : Architecture en couche de l'interface IuCS.....	28
Figure II.9 : Architecture en couche de l'interface IuPS	29
Figure II.10: Calcul de la bande passante Up/ D1.....	30
Figure II.11 : Processus de dimensionnement de l'interface Abis(ALCATEL)	35
Figure II.12 : Processus de dimensionnement de l'interface Gb	37
Figure III.1 : Diagramme d'utilisation de l'outil.....	40
Figure III.2 : Fenêtre d'accueil	41
Figure III.3 : Fenêtre Authentification	41
Figure III.4 : Authentification erronée.	42
Figure III.5 : Fenêtre« Menu ».....	43
Figure III.6 : Fenêtre« Aide ».....	43
Figure III.7 : Fenêtre« Dimensionnement Iub ».....	44

Figure III.8 : Fenêtre « Dimensionnement de l'interface Abis ».	45
Figure III.9 : Modèle de Traffic Iub .	46
Figure III.10 : Base de données Iub.....	46
Figure III.11 : Modèle de traffic Abis.	47
Figure III.12 : Base de données Abis.	47
Figure IV.1 : Variation de la bande passante Iub en fonction du AF	49
Figure IV.2 : Variation de la bande passante Iub en fonction du Soft-handover_CS.....	50
Figure IV.3 : Variation de la bande passante Iub en fonction du BR(PS).	51
Figure IV.4 : Variation de la bande passante Iu-CS en fonction du CSVPR.....	52
Figure IV.5 : Variation de la bande passante Iu-CS en fonction du BUR.....	53
Figure IV.6 : Variation de la bande passante Iu-PS en fonction du GPPPR.....	54
Figure IV.7 : Variation de la bande passante Iu-PS en fonction du Redondance	55
Figure IV.8 : Variation de la bande passante Abis en fonction du GOS	56
Figure IV.9 : Variation de la bande passante Ater en fonction du GOS.....	56
Figure IV.10 : Variation de la bande passante Gb en fonction du GOS	57
Figure IV.11 : Variation du facteur GI en fonction du temps.....	58



Liste des tableaux

Tableaux I.1 : Les canaux logiques GSM.....	10
Tableaux I.2 :Type de codage GPRS.....	11
Tableaux II.1 : Calcul de la bande passante totale Iub	30

A decorative border with intricate floral and scrollwork patterns, framing the central text. The border is composed of four corner pieces that meet at the center, each featuring a star-like flower and flowing lines.

Liste des abréviations

A AL	ATM Adaptation Layer
AGCH	Access Grant Channel
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AUC	Authentication Center
B CCCH	Broadcast Control Channel
BCH	Broadcast Channel
BH	Busy Hour
BP	Blocking Probability
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Sub-System.
BTS	Base Transceiver Station
BUR	Bandwidth Usage Ratio
C BCH	Call Broadcast Channel.
CBCH	Call Broadcast Channel.
CCCH	Common Control Channel
CGSN	Combined GPRS Support Nodes.
CN	Core Network.
CS	Circuit Switching.
CSVPR	CS Voice Penetration Ratio
D CCCH	Dedicated Control Channel.
DL	Down Link.
DPCCH	Dedicated Physical Control Channel.
E DGE	Enhanced Data Global Environment.
EIR	Equipment Identity Register.
F ACCH	Fast Associated Control Channel.
FCCH	Frequency Control Channel.
FDMA	Frequency Division Multiple Access
G GSN	GPRS Gateway Support Node.
GPRS	General Packet Radio Service.
GPPPR	General Phone PS Penetration Ration.
GSM	Global System for Mobile Communication.
H LR	Home Location Register.
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access.
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access.
I MEI	International Mobile Equipment Identity.
IMSI	International Mobile Subscriber Identity.

IP	Internet Protocol.
MFS	Multi BSS Fast Packet Server.
MGCH	Multiplexed GPRS Channel
MSC	Mobile Service Switching Center.
MSISDN	Mobile Station ISDN Number.
MTP	Message Transfer Part
NBAP	Noeud B Application Part
NSN	Nokia Siemens Network.
NSS	Network Sub-System.
PCH	Paging Channel.
PCU	Packet Control Unit.
PDCH	Packet Data Channel.
PS	Packet Switching.
QoS	Quality Of Service.
QT	Queuing Times.
RACH	Random Access Channel.
RNC	Radio Network Controller.
SACCH	Slow Associated Control Channel.
SCH	Synchronization Channel.
SDCCH	Standalone Dedicated Control Channel.
SDH	Synchronous Digital Hierarchy.
SGSN	Serving GPRS Support Node.
SS7	Semaphore Signalling 7.
SHO	Soft handover.
TCH	Traffic Channel.
TDMA	Time Division Multiple Access
TS	Time Slot.
TRX.	Transceiver Receiver.
TRAU	Transcoding Rate and Adaptation Unit.
UMTS	Universal Mobile Télécommunication Système.
UP	Uplink.
Vc	Virtuel Canal.
VLR	Visitors Location.
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access.

A decorative border with intricate floral and scrollwork patterns, featuring a star-like motif in the corners, framing the central text.

Introduction
générale

Introduction générale

Introduction générale

La première génération de téléphonie (1G) désigne les premiers systèmes de téléphonie analogique apparus dans les années 1980. Ces systèmes fournissent des solutions pour le transport de la voix mais ils avaient des défaillances majeures surtout en termes de sécurité et de qualité de service. Par la suite ont apparus les systèmes de deuxième génération dont le GSM est le plus populaire. Ce dernier a subi une extension en intégrant le GPRS pour le service data puis l'évolution vers l'EDGE après avoir fait des changements dans le type de modulation et de codages.

La technologie UMTS, permet de fournir aux utilisateurs des débits de service et une capacité spectrale nettement supérieure aux systèmes de deuxième génération existants. Les spécifications techniques de cette norme sont développées au sein de l'organisme 3GPP.

Un opérateur qui décide d'implémenter son réseau sera confronté à deux défis majeurs : Le premier est d'assurer la couverture de la zone ciblée, et l'autre de mettre en place la capacité nécessaire sur toutes les interfaces du réseau en termes de bande passante afin de réduire au maximum la congestion d'une part et minimiser ces dépenses de l'autre.

Le dimensionnement des interfaces est une tâche très importante pour un opérateur, car mettre moins de ressources en terme de bande passante se traduit par un sous dimensionnement qui entraîne la perte de Trafic pour l'opérateur. Aussi un surdimensionnement qui entraîne la mise en œuvre d'équipements coûteux et inutiles est défavorable pour l'opérateur.

Le processus de dimensionnement se fait par rapport aux heures chargées (busy-hours) avant et après le déploiement du réseau. Avant le déploiement, le dimensionnement se base sur des prévisions et statistiques sur la réaction des abonnés à l'encontre des services offerts. Tandis qu'après le déploiement, le dimensionnement est basé sur une période d'observation d'une semaine de jours normaux (pas d'évènements spéciaux).

Dans ce projet nous allons concevoir une application dédiée au dimensionnement des interfaces des réseaux GSM et l'UMTS. Pour ce faire, nous allons commencer par une présentation générale des réseaux GSM et l'UMTS, leurs architectures ainsi que leurs différentes interfaces.

Introduction générale

Le second chapitre comprend l'explication des différents processus de dimensionnement des interfaces des deux réseaux 2G et 3G. Le troisième chapitre est consacré à la présentation de l'application de dimensionnement développée sous C# ainsi que le diagramme de son utilisation.

Le dernier chapitre sera dédié pour tester quelques scénarios, la discussion des résultats pour d'éventuelles recommandations.

Enfin nous terminons par une conclusion générale et des perspectives.

CHAPITRE I

Généralités sur les réseaux GSM et UMTS

I. Introduction

Au début des années 80, la CEPT (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications) crée un groupe de travail, le GSM (Global System for Mobile Communication ou, groupe spécial mobile), pour définir un système numérique de communication avec les mobiles à vocation internationale pour l'horizon 1990. L'année 1992 a vu la commercialisation réelle des premiers systèmes GSM.

General Packet Radio Service (GPRS) est une évolution importante du GSM. L'objectif principal de cette évolution est d'accéder aux réseaux IP. Le Débit théorique est de l'ordre de 171, 2 kbit/s, et le débit réel est de l'ordre de 30 kbit/s.

L'UMTS est donc la norme de télécommunications de troisième génération utilisée en Europe et elle est basée sur la technologie W-CDMA. Elle a été développée à partir de 2004 avec la Release 99 (R99). Sa bande de fréquence de fonctionnement est de 1900MHz-2000MHz. Les spécifications techniques de cette norme sont développées au sein de l'organisme 3GPP.

Dans ce chapitre, nous aborderons l'architecture du réseau GSM et l'évolution de ce dernier et l'intégration du GPRS conduisant ainsi à la définition du réseau mobile de troisième génération UMTS.

I.1 L'architecture du réseau GSM

Comme présenté sur la Figure ci-dessous le réseau GSM est composé principalement de deux sous-systèmes

- Le sous-système radio BSS (Base station Sub-System).
- Le sous-système réseau NSS (Network Sub-System).

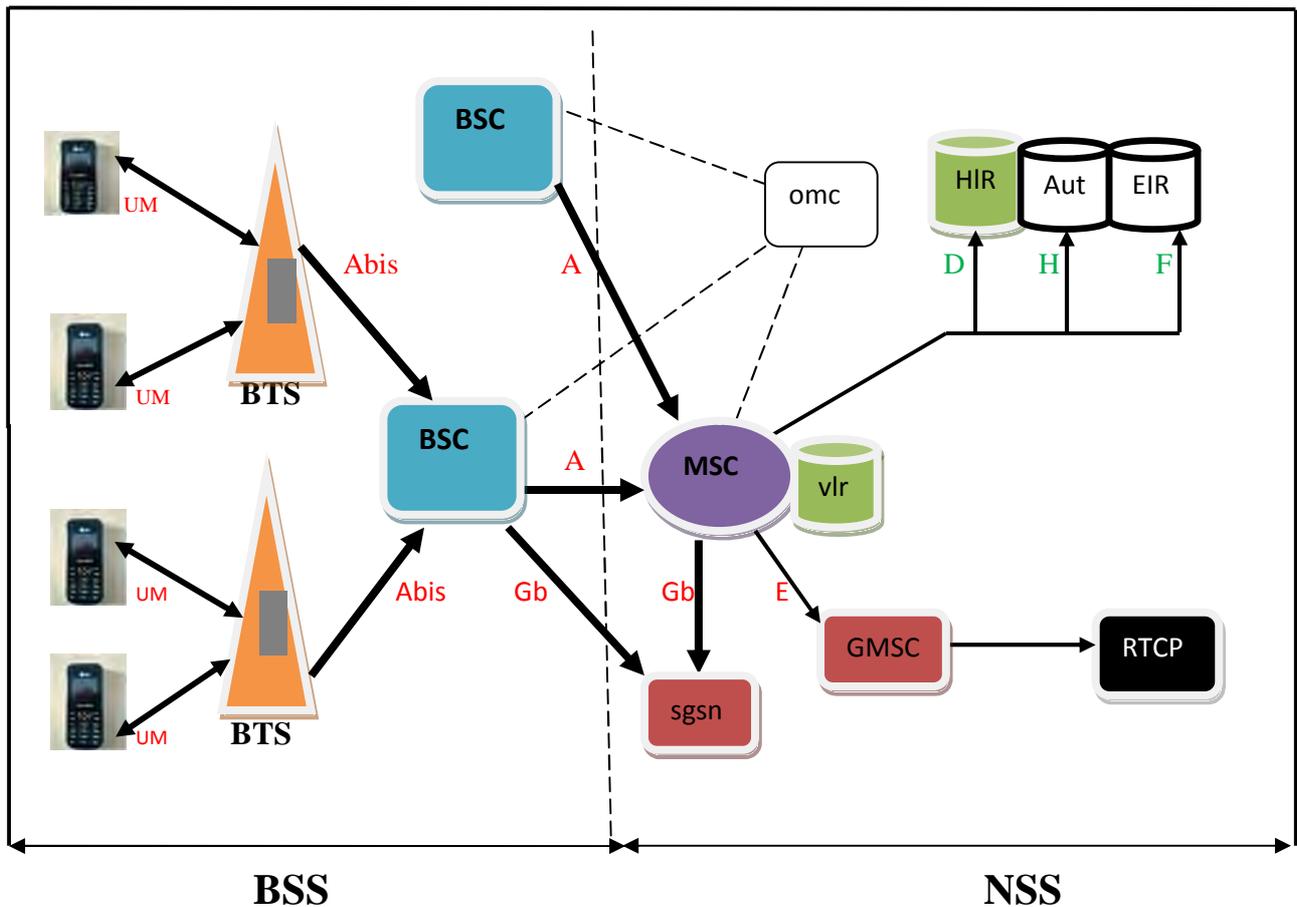


Figure I.1 : L'architecture du réseau GSM

I.1.1 Le sous system radio BSS

Il assure la connexion d'un ensemble de mobiles d'une zone géographique limitée au réseau cœur, à travers l'interface air et il est constitué des éléments suivants :

- une ou plusieurs BTS (Base Transceiver Station).
- une BSC (Base Station Controller).
- un TRAU (Transcoding Rate and Adaptation Unit).

La fonction de chacune des composantes du BSS est illustrée ci-dessous

❖ **BTS**

Le rôle principal de la BTS c'est la gestion des abonnés présents dans sa zone de couverture. Elle est composée des éléments suivants :

➤ **TRX**

C'est un émetteur-récepteur dont le nombre diffère d'une BTS à l'autre. Chaque TRX comporte deux fréquences l'une pour la voix montante et l'autre pour la voix descendante. Un TRX est aussi responsable de toute l'opération du traitement de signal, de modulation et démodulation, codage et décodage de canal, le calcul du niveau de signal et la qualité de connexion, la création et la transmission des canaux de diffusion(BCH) sur le time slot 0.

➤ **Module d'exploitation et maintenance**

C'est la partie qui commande toute les autres parties de la BTS. Elle permet l'exploitation de la BTS depuis la BSC via l'interface Abis sur une liaison de 64 kbps dédiée pour l'exploitation et la maintenance de la BTS.

➤ **Filtres d'entrée et de sortie**

Le filtre d'entrée de la BTS permet l'entrée de tous les signaux en provenance des mobiles dans la bande de fréquence de 900 MHz. Par contre, le filtre de sortie est de type passe bande ajusté à 200 kHz [1].

❖ **BSC**

La BSC est l'équipement le plus intelligent du sous-système radio du réseau GSM. Les fonctions qu'assure la BSC peuvent être classées selon le type d'équipement auquel elle est connectée.

Du côté de la BTS, la BSC assure la gestion des ressources radio à savoir l'allocation des ressources radio, le contrôle de puissance d'émission de la BTS et du mobile suivant les mesures rapportées sur le canal SACCH, l'exécution des handovers et éventuellement l'acheminement du trafic vers le mobile ou vers le réseau cœur.

Du côté du MSC, la BSC joue le rôle d'un concentrateur de trafic et de signalisation sur l'interface A. Du côté du SGSN, le rôle de la BSC est joué par le PCU qui assure l'accès, l'allocation et la gestion des données sous forme de paquets.

Afin de parvenir à assurer toutes ces fonctions, la BSC est aussi doté d'une fonction de commutation entre ses différentes interfaces qui sont l'interface Abis, l'interface A et l'interface Gb.

I.1.2 Le sous system réseau (NSS)

❖ MSC

Il gère l'établissement des communications entre le mobile et un autre MSC, permet la transmission des messages courts ainsi que l'exécution du handover, et dialogue avec un registre d'abonnés visiteur VLR pour gérer la mobilité des usagers. Enfin, il sert de passerelle active vers un réseau d'abonnés fixe ou d'autres opérateurs (Gateway MSC).

❖ HLR

C'est une base de données qui gère tous les abonnés d'un opérateur donné, le HLR détient des informations propre à l'abonné comme l'identité nationale de l'abonné IMSI, numéro d'annuaire MSISDN, et le profil de l'abonnement.

Le HLR détient aussi le paramètre Ki connu seulement par la carte SIM et le HLR.

❖ VLR

Comme le HLR, le VLR est une base de données mais contrairement au HLR qui est responsable des abonnés présents dans sa zone d'une manière statique, le VLR en revanche gère les données d'abonnement des abonnés présents dans une zone géographique qu'il contrôle. Il est à noter que le VLR est associé physiquement au MSC.

❖ EIR

Le EIR est une base de donnée qui contient trois listes (blanche-grise-noir) elle est dotée des mécanismes nécessaires pour refuser l'accès au réseau pour les abonnés de la liste noir, et tracer les abonnés de la liste grise et la liste blanche contient tous les abonnés agréés par l'opérateur.

I.2 La structure des hyper-trames

Chaque hyper-trame est composée soit des trames de Traffic et signalisations (SACCH) ou de la signalisation seulement. L'opérateur dispose le choix de configurer les TSs d'une fréquence selon le besoin en signalisation et en Traffic. Généralement le time slot 0 est réservé

pour les canaux de diffusion (BCH). Le TS 1 et 2 pour la signalisation (SDCCH). Tandis que le TS 3,4, ,5 ,6 ,7 sont dédiés pour transmettre les canaux logiques du Traffic.

Hyper frame=2047 super frame, période =3h 28mn 56s 760ms

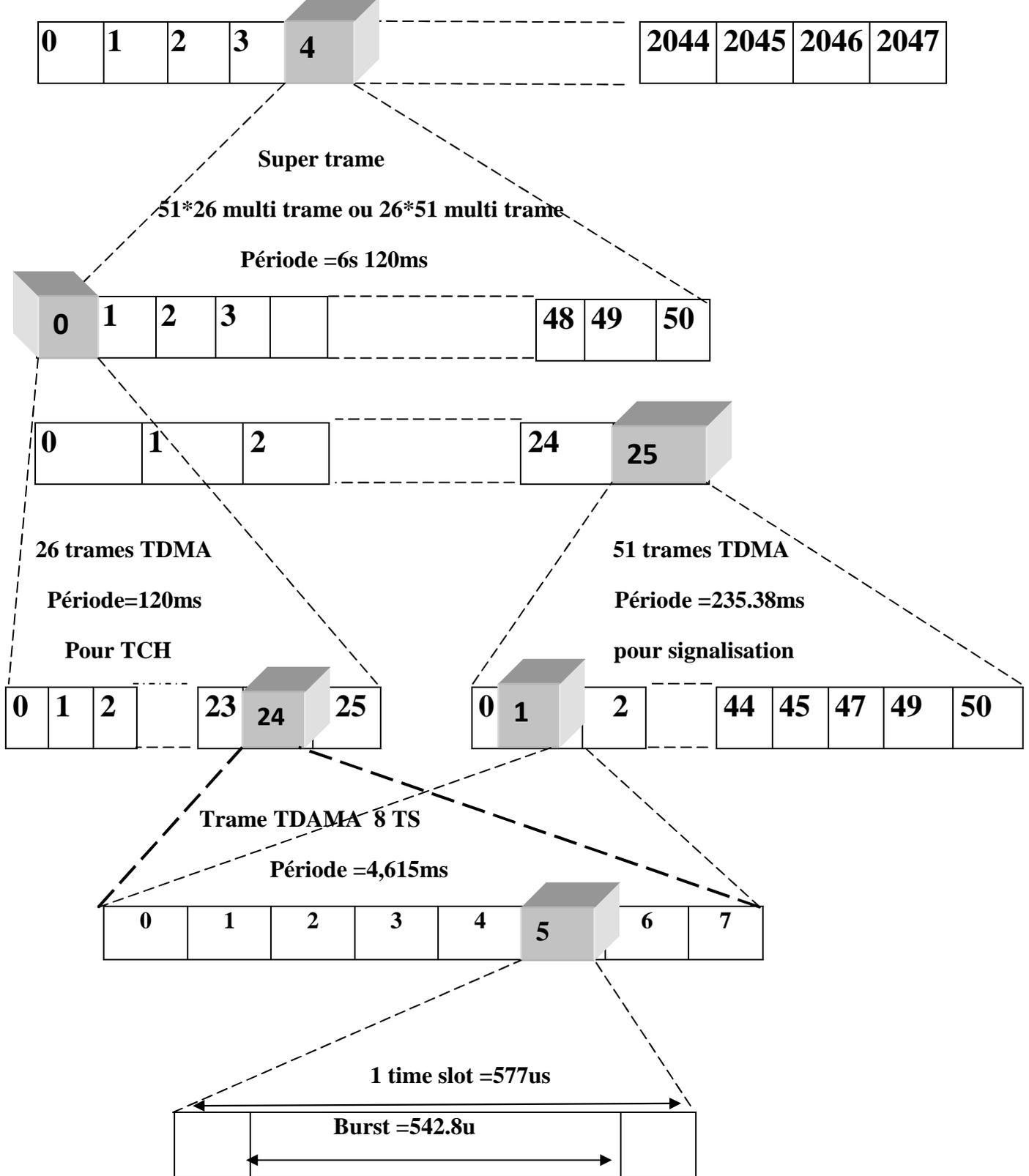


Figure I.2: Structure d'une hyper trame

I.3 Le handover dans le GSM

C'est un mécanisme de mobilité qui permet à un abonné de se déplacer entre toutes les cellules et les zones de couverture sans coupure. [2]

I.3.1 Les types de handover

- **Intra cell handover** à l'intérieure d'une cellule, dans le cas d'une congestion dans une cellule.
- **Intra-BSC handover** entre deux cellules appartenant à la même BSC.
- **Inter-BSC handover** entre deux cellules appartenant à deux BSC différentes.
- **Inter-MSC handover** entre deux cellules appartenant à deux zones de communications différentes (MSC).
- **Handover en SDCCH** pour transmettre un sms en mode veille.

I.4 Les Types de multiplexage du réseau GSM

Le réseau GSM utilise deux méthodes d'accès (multiplexage temporelle TDMA et multiplexage fréquentielle FDMA) qui permettent aux utilisateurs de transmettre et de recevoir la voix et les données.

I.4.1 Le multiplexage temporel TDMA

La technique TDMA fait partager le canal en intervalles de temps différents appelés (time slot). La durée élémentaire d'un slot a été fixée à environ 0,576ms. Le TDMA permet à 8 utilisateurs de partager la même bande de fréquence de 200khz.

I.4.2 Le multiplexage fréquentielle FDMA : La technique FDMA permet à tous les utilisateurs de partager le même canal de transmission en même temps en utilisant des fréquences différentes.

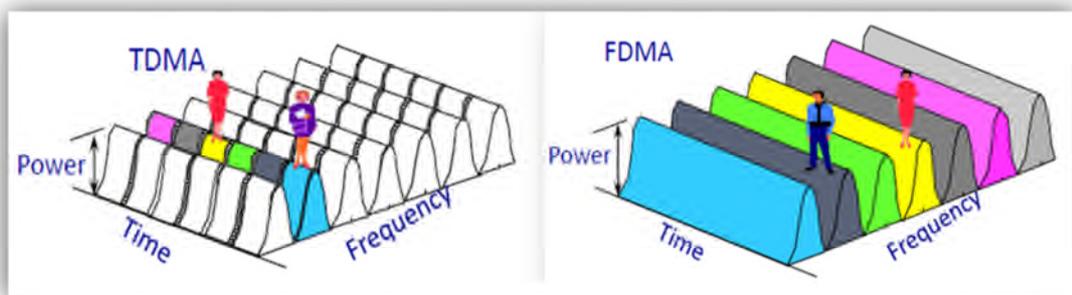


Figure I.3 : Les deux méthodes d'accès TDMA et FDMA

I.5 Les canaux de l'interface air

On distingue deux catégories de canaux : les canaux physiques et les canaux logiques.

I.5.1 Les canaux physiques

Chaque utilisateur utilise un time slot par trame TDMA, ils sont numérotés de 0 à 7. Un « canal physique » est donc la porte de transition des différents canaux logiques.

I.5.2 Les canaux logiques

Les canaux logiques permettent de distinguer les différents types d'informations circulant entre le mobile et la BTS, il existe deux catégories de canaux logiques, les canaux communs, partagés par tous les utilisateurs et les canaux dédiés, réservés à un utilisateur spécifique. [1]

- **TCH** canaux dédiés. Ils circulent la parole entre le mobile et la BTS dans les deux sens. Il existe deux types de canal de trafic :
 - Canal à plein débit TCH /F (Full rate).
 - Canal à demi-débit TCH/H (Half rate).
- **BCH** diffuse des données relatives à une cellule permettant à chaque mobile d'accrocher au système local en récupérant les paramètres nécessaires.
- **DCCH** utilisés pour la mise à jour de la localisation et pour l'enregistrement et la génération d'appels mobiles.
- **CCCH** les canaux de contrôle commun sont utilisés presque exclusivement pour la gestion des ressources radio. Le tableau suivant représente les différents canaux qui existent.

Catégorie	Canal	Sens	Débit	Fonction
BCH	BCCH	Descendant	782 bits	Il diffuse des informations spécifique de (LA) de la BTS serveuse et des BTS voisines
	FCCH	Descendant	146 bit	Il permet à la MS de reconnaître son BCCH porteuse après il fixe sa fréquence avec la fréquence de ce BTS
	SCH	Descendant	146 bit	Il Porte le nombre de trame et le BSIC pour indiquer quelle BTS le MS doit utiliser
CCCH	RACH	Montant	36 bit	Il permet au mobile de signaler à la BTS qu'il désire effectuer une opération sur le réseau
	PCH	Descendant	456 bit	Il est utilisé pour initier une communication du réseau destinée au mobile.
	AGCH	Descendant	456 bit	Il est utilisé pour l'allocation d'un canal dédié à un mobile.
	CBCH	Descendant	Variable	Il offre aux usagers présents dans la cellule des informations spécifique.
DCCH	SACCH	Bidirectionnel	304 bit	Il est utilisé pour remonter des mesures sur les niveaux de puissance reçus par les mobiles.
	SDCCH	Bidirectionnel	782 bit	Il véhicule la signalisation générale de l'utilisateur, par exemple : une mise à jour de localisation et notamment pour la signalisation relative à l'établissement d'un appel.
	FACCH	Bidirectionnel	9,2 bit	Canal servant à exécuter les hand-over, il prend momentanément le slot réservé au canal TCH.

Tableaux I.1 : Les canaux logiques GSM

I.6 L'intégration du GPRS

Le GPRS (*General Packet Radio Service*) est l'initiative européenne au sein de l'ETSI (1991) pour l'introduction des services multimédia sur un réseau mobile. La technologie GPRS est communément appelée 2.5 G, car elle est vue comme une première étape d'évolution de la transmission des données bas débit en mode circuit du GSM, vers la transmission des données en mode paquet à très haut débit de l'UMTS (Système Mobile de Troisième Génération).

Le GPRS utilise la transmission des paquets de taille variable. Cette méthode est plus adéquate à la transmission des données du fait que les ressources ne sont allouées que lorsque des données sont échangées, contrairement au mode circuit en GSM où un circuit est établi pour toute la durée de la communication.

Contrairement au GSM où l'utilisateur occupe un TS dans la trame TDMA, le GPRS offre à l'utilisateur la possibilité d'occuper de 2 à 8 TSs suivant le type de codage utilisé et un débit variable par TS. Les différents débits disponibles avec le GPRS en fonction du type de codage sont représentés dans le tableau suivant :

Type de codage	Débit sur un slot (kbps)	Débit sur 8 slots (kbps)
CS1	9,05	72,4
CS2	13,4	107,2
CS3	15,6	124,8
CS4	21,4	171,2

Tableaux I.2 : Type de codage GPRS

L'implémentation du GPRS ne nécessite aucun changement sur le côté hard du réseau GSM existant, à part l'introduction d'un équipement sur la BSC nommé PCU (Packet Control Unit) qui se charge de la gestion de la transmission par paquet.

- **SGSN** il envoie les paquets entrants et sortants de/vers un MS. Il fournit aussi le chiffrement et l'authentification et la gestion des sessions. Il est connecté au HLR, MSC, BSC (la BSC est connectée au SGSN via l'interface Gb).
- **GGSN** c'est une passerelle entre le réseau GPRS et le réseau public à commutation de paquets.

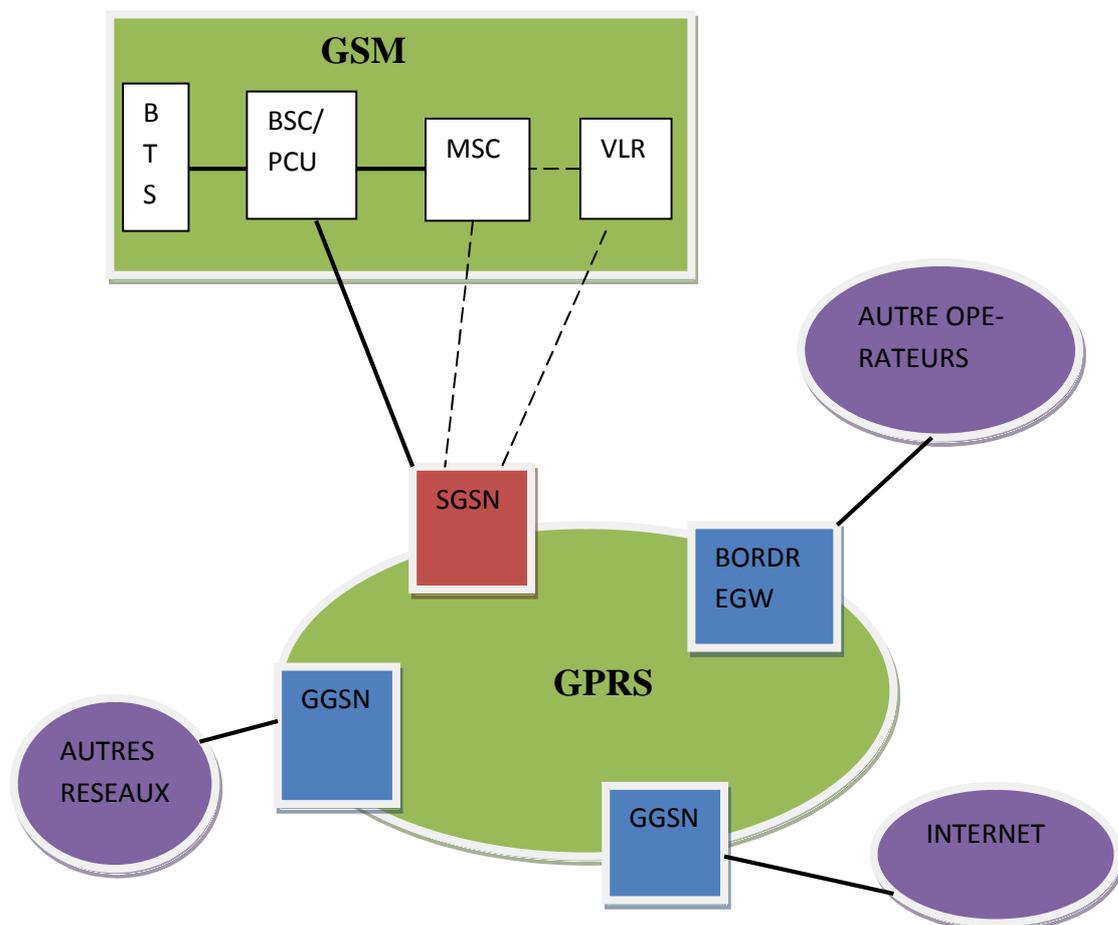


Figure I.4 :L'architecture GPRS

I.7 Le réseau de l'UMTS

La technologie UMTS (Universal Mobile Télécommunication Système), appelée aussi plus généralement la troisième génération (3G), représente l'évolution des systèmes 2^{ème} génération, permettant de fournir aux utilisateurs une meilleure qualité de service, notamment en ce qui concerne les services offerts (haut débit pour les données, visioconférence) et la vitesse de transfert. UMTS a été conçu de manière à assurer les débits : 144kbps en environnement rural d'un déplacement 500km/h et 384kbps en urbain d'un déplacement 120km/h et 2Mbps pour des distances plus proche de l'antenne.

I.7.1 L'architecture du réseau UMTS

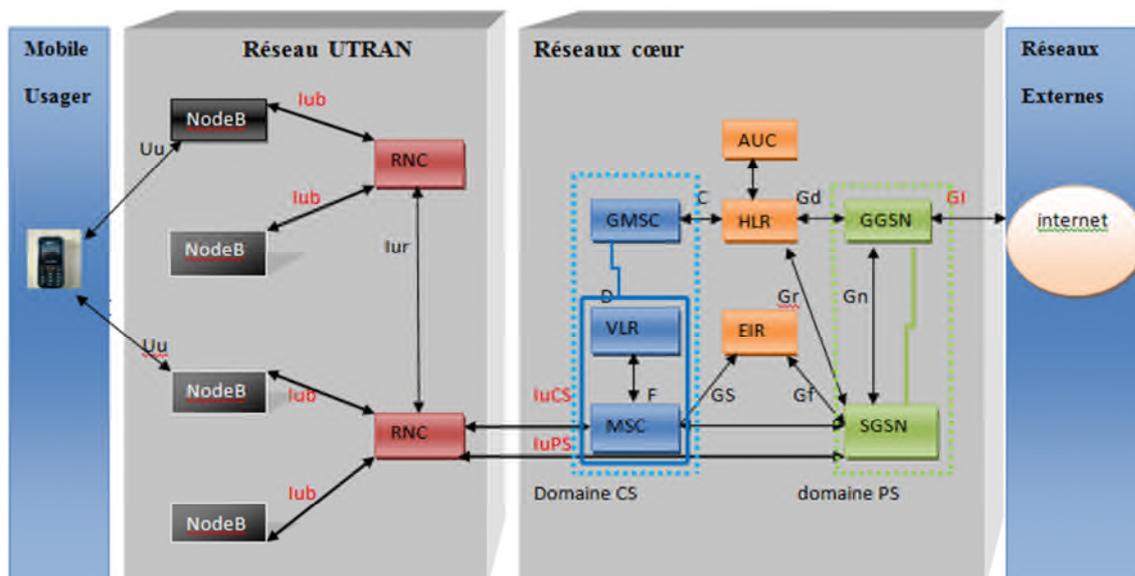


Figure I.5: L'architecture globale du réseau UMTS

❖ Node B

C'est une passerelle entre le mobile et le RNC. elle assure la transmission et la réception entre l'UTRAN et l'équipement usager qui se trouve dans la cellule ou les secteurs qu'il couvre. Les fonctions du Node B concerne principalement des taches de niveau de la couche physique .parmi celle –ci l'entrelacement, le codage et le décodage canal et éventuellement la

correction d'erreurs, l'adaptation débit, l'étalement de spectre, la modulation QPSK. La puissance d'émission de l'UE est contrôlée systématiquement afin de lui assurer la même qualité de service indépendamment de sa position dans le réseau.

❖ RNC

Le RNC (Radio Network Controller) joue un rôle équivalent au rôle joué par le BSC dans le réseau GSM qui consiste principalement sur :

- Le contrôle de puissance en boucle externe.
- L'exécution du handover.
- Le séquencement de la transmission des données en mode paquet. Selon son rôle fonctionnel le RNC est dénommé CRNC (Controlling RNC), ou DRNC (Drift RNC)

I.7.2 Le handover dans l'UMTS

C'est un mécanisme qui se produit au cours d'une communication qui survient lorsque le mobile est en déplacement. En générale, pendant la procédure de handover, le mobile doit interrompre la communication avec une station de base avant d'en établir une autre avec une station de base différente. C'est du moins le cas dans la plupart des systèmes fondés sur le FDMA et TDMA. Dans un système CDMA où les cellules voisines utilisent généralement la même fréquence porteuse, le mobile peut conserver une liaison radio avec plusieurs stations de base simultanément ou cours du temps, le mobile peut être amené à relâcher certain liens et à en ajoute d'autres. [2]

- **Soft handover** Lorsque un appareil mobile se trouve dans une zone couverte par deux stations de base, une communication contenue simultanément sur deux canaux différents de même fréquence.
- **Softer handover** lorsque un appareil mobile se trouve sur deux secteurs couverts par la même station de base avec même fréquence.
- **Hard handover**
 - **Handover inter fréquence** se produit lorsqu'un mobile change de fréquence.
 - **Handover inter système** se produit lorsque le mobile change le système d'une RNC vers une autre RNC. [2]

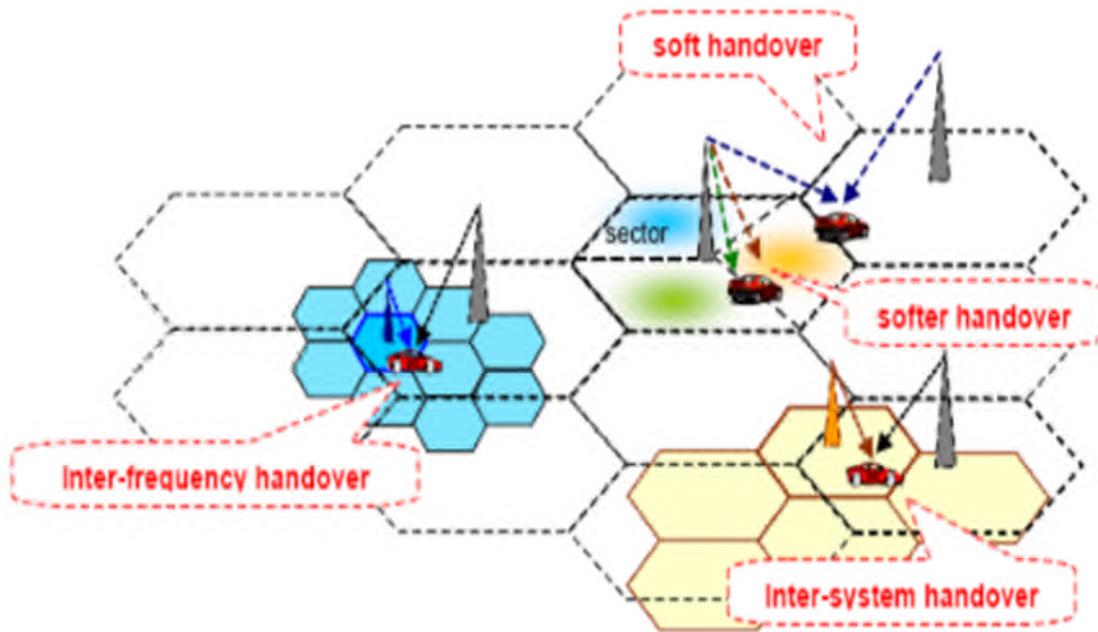


Figure I.6 : Types de handover de l'UMTS

I.7.3 La technique d'accès CDMA

C'est une technique d'accès basé sur la répartition des codes qui permet aux utilisateurs de communiquer simultanément dans la même bande de fréquence et cela en affectant à chaque utilisateur un code unique qui est connu par le récepteur. Ces codes sont des séquences pseudo aléatoire qui permettent l'étalement de spectre du message basse fréquence cela va réduire la puissance du signal émis qui sera comparable à la puissance du bruit donc un récepteur qui ne dispose pas du code d'étalement ne peut même pas capter un changement de puissance qui se traduit par un signal émis.

❖ Principe d'étalement de spectre

Dans un système à étalement de spectre, on considère deux types de signaux:

1. le signal contenant les données à transmettre de période T_b .
2. le signal permettant d'effectuer l'étalement de période T_c nettement plus petit que T_b .

L'étalement de spectre est réalisé en multipliant le signal de données par la séquence pseudo aléatoire qui occupe une bande de fréquence plus large.

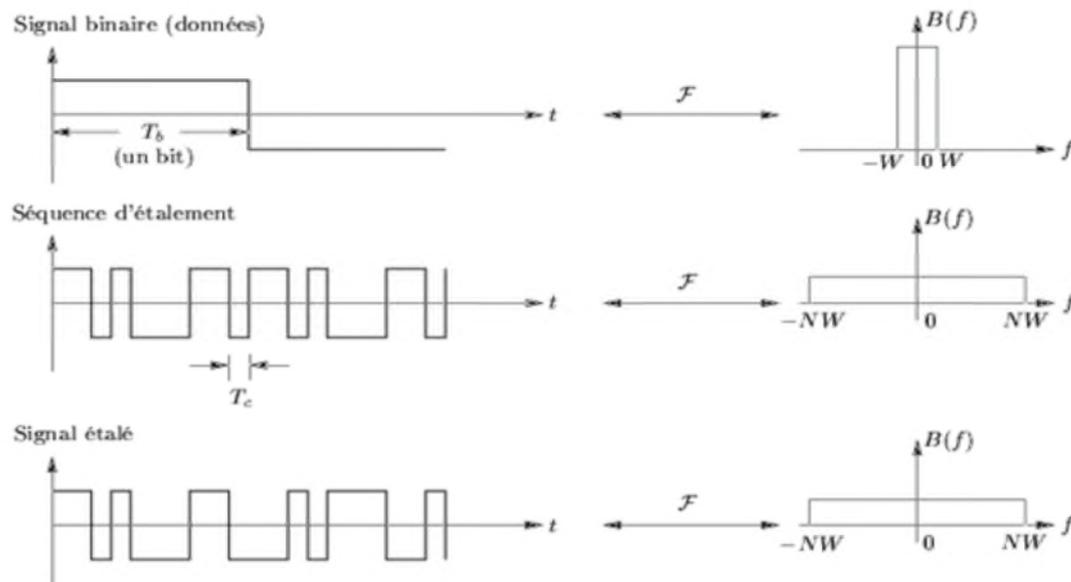


Figure I.7 : Principe d'étalement de spectre.

❖ WCDMA

C'est une technique basé sur CDMA utilisée sur une bande de fréquence de 5 MHz.

I.7.4 Le contrôle de puissance

Dans un système CDMA le contrôle de puissance d'émission est un mécanisme très important du fait que les usagers du réseau utilisent la même bande de fréquence contrairement aux systèmes basés sur le TDMA et FDMA.

Chaque usager est considéré comme une source d'interférence pour l'autre, du fait la capacité du système est optimale lorsque les signaux reçus ont des niveaux de puissance équivalents, et d'autre part en absence de contrôle de puissance, les stations mobile qui se trouvent aux limites de la cellule seraient désavantagées par rapport aux stations mobiles proches de la cellule, il est donc nécessaire de contrôler en permanence la puissance d'émission des mobiles du réseau et cela se fait par l'intermédiaire des bits TPC (Transmit Power Control), transmis par la Node B sur les canaux physiques dédiés DPCCCH (Dedicated Physical Control Channel).

I.7.5 Le domaine circuit (CS)

Il Permet de gérer les services à temps réels dédiés aux conversations téléphoniques (vidéo-téléphonie, Jeux vidéo, application multimédia). Ces applications nécessitent un temps de transfert rapide. Lors de l'introduction de l'UMTS le débit du mode domaine circuit sera de

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

I.7.6 Le domaine paquet (PS)

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

I.7.7 Le réseau ATM

Le réseau ATM (Asynchronous Transfert Mode) est basé sur la commutation des cellules. Les cellules ATM sont des segments de données de taille fixe de 53 octets (48 octets de charge utile et 5 octets d'en-tête) (voir Figure I.7), à la différence de paquets de longueur variable, utilisés dans des protocoles du type IP.

Le mode d'acheminement retenu est l'acheminement par voie logique. Un identificateur de voie virtuelle (VCI) est placé à l'en-tête de la cellule ainsi qu'un identificateur de conduit virtuel (VPI) qui englobe plusieurs voies virtuelles. Les circuits virtuels peuvent être établis à la demande mais le plus souvent ils sont configurés à l'avance par l'opérateur, on les appelle dans ce cas « circuits permanent ». [2]

On distingue trois couches dans la structure du réseau ATM :

- ❖ **La couche physique** chargée de la transmission des données
- ❖ **La couche ATM** chargée de la génération du champ d'en-tête de la cellule et du traitement des voies et des conduits virtuels.
- ❖ **La couche AAL** elle établit un lien entre la couche ATM et les couches applicatives supérieures. Chaque type d'application fait appel à des entités AAL spécifiques. Dans le cas de l'UMTS, on utilise AAL2 et AAL5.

- **AAL5** permet de transmettre des blocs de données de taille variable, il convient aux transmissions de données sans forte contrainte de délai.
- **AAL2** elle a été spécifiée pour permettre un multiplexage sur un même circuit virtuel de plusieurs communications. [2]

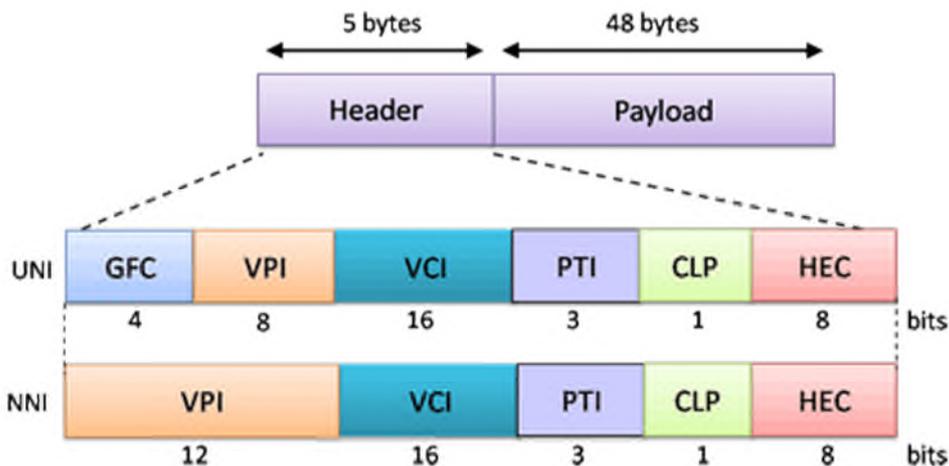


Figure I.8 : Structure d'ATM

- **HEC** (Header Error Checksum) contrôle d'erreur sur l'en-tête.
- **CLP** (Cell Loss Priority) marque les cellules à rejeter en priorité.
- **PTIP** (Payload Type Identifier) identifie le type de la cellule.
- **VPI et VCI** identificateur de chemin et circuit virtuel.
- **GFC** véhicule les informations pour le contrôle de flux (UNI).

I.7.8 Le réseau IP

Le protocole IP permet l'échange des paquets de taille variables en mode datagramme entre routeurs, chaque paquet porte l'adresse de l'expéditeur et l'adresse du destinataire, dans le mode datagramme certains paquets peuvent être perdus. Pour remédier à ce problème, on utilise généralement le protocole TCP. C'est un protocole orienté connecté, qui par numérotation des octets transmet et gère la retransmission des données perdues.

Certaines applications qui ont de forte contrainte de délai empêchent d'utiliser le protocole TCP qui nécessite les mécanismes de contrôle et de retransmission. Dans ce cas, le protocole UDP impose une tolérance quant à la perte de certains paquets [2].

I.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons commencé par la présentation du réseau GSM. L'évolution de ce dernier en intégrant le GPRS qui présente une première approche vers la transmission des données en mode paquet. Nous avons terminé par la présentation de quelques concepts généraux sur l'UMTS.

CHAPITRE II

Dimensionnement des interfaces du GSM et de l'UMTS

II.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons procéder au dimensionnement des interfaces du sous-système radio des réseaux GSM et UMTS dans le but de déterminer la bande passante qu'il faut mettre en place sur ces interfaces, afin d'assurer la transition d'un Trafic donné avec un coût minimal.

II.2 Présentation des interfaces du GSM et de l'UMTS

Grâce à la cohabitation entre le réseau GSM et UMTS, ces deux réseaux forment ensemble un réseau unique (figure II.1), qui englobe les services offerts par le GSM et l'UMTS.

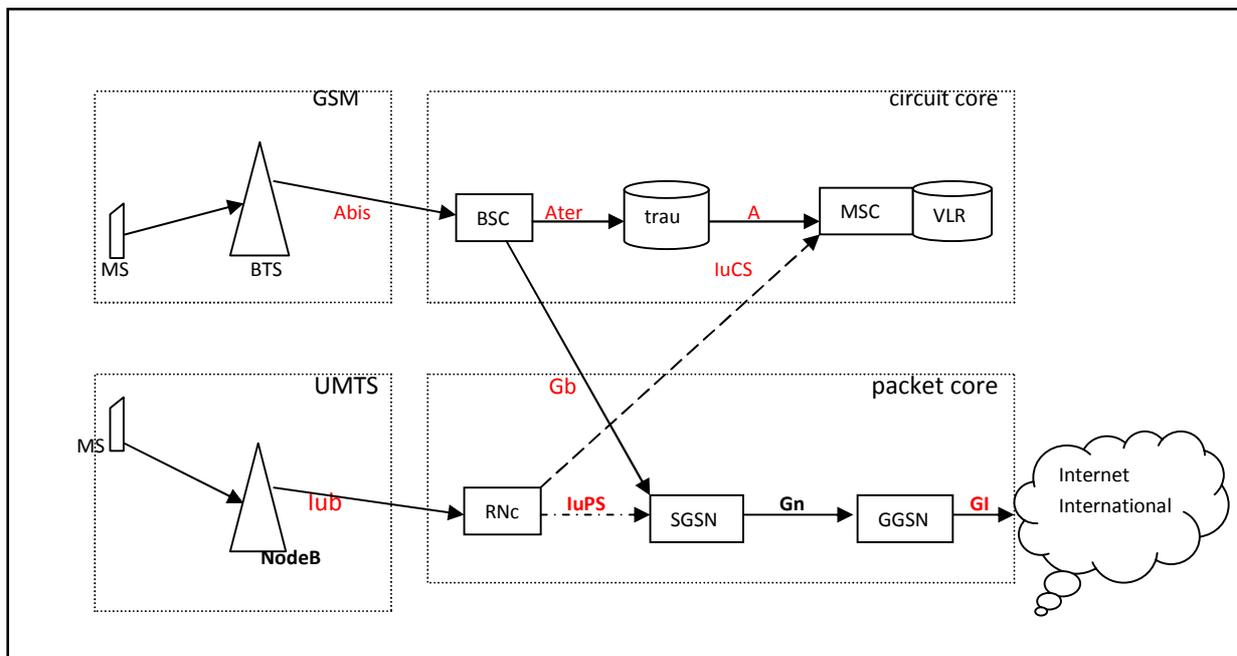


Figure II.1: Architecture GSM /UMTS

II.2.1 Présentation des interfaces du GSM

II.2.1.1 L’interface Abis

Du côté de la BTS on trouve un ensemble de TRX qui assure la transition du trafic de l’interface Abis vers la station mobile ou bien l’inverse, ou chaque TRX est composé de huit times slots utilisés pour le transport de la parole (TCH), la signalisation(SDCCH) et les données (PDCH), et les messages de contrôle commun (CCCH).

L’interface Abis est une structure E1 qui se compose de 32 TS de 64kbps chacun. La durée de transmission des 32 TS est fixée à 125us. Chaque TS Abis est composé de 4 nibbles de 16kbps associé aux TSs de l’interface Air, soit d’une manière statique ou dynamique [6].

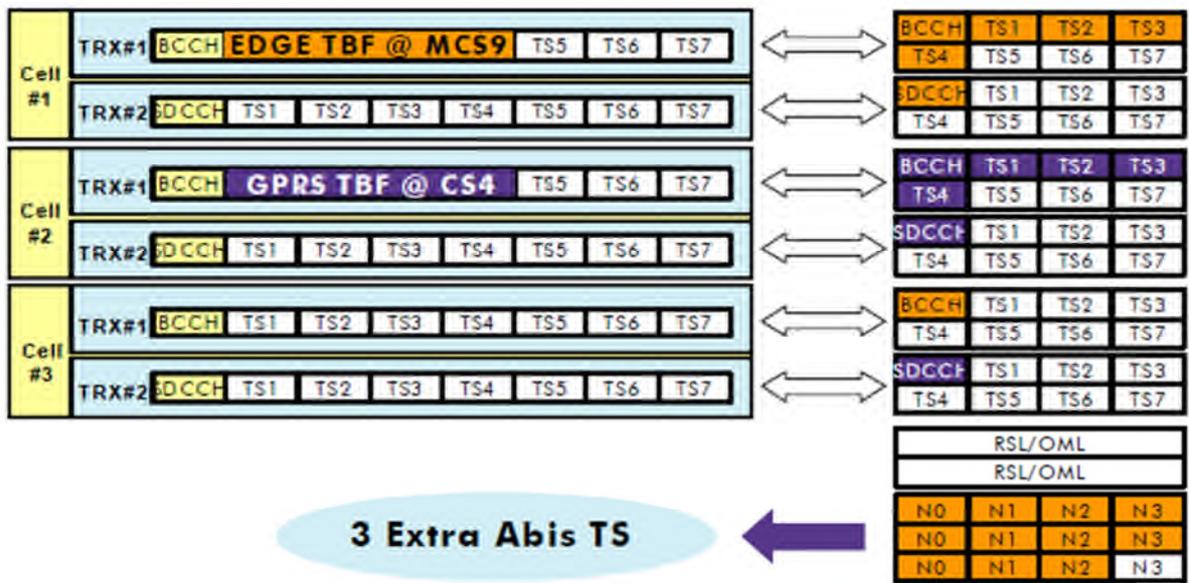


Figure II.2 : Structure et allocation des ressources Abis.

A) L’allocation statique des ressources Abis

Dans ce mode les TSs de l’interface Air seront associés au nibbles de l’interface Abis par réservation. En effet chaque TRX réserve deux TS sur l’interface Abis pour le trafic et 1/4TS Abis pour la signalisation.

Ce mode d’allocation possède l’avantage de la détection du TRX utilisant un TS spécifique dans Abis.

Mais ce mode reste inefficace surtout dans le cas d'utilisation d'un grand nombre de sites avec plusieurs cellules, et l'introduction du EDGE qui utilise des schémas de codages qui nécessitent plus des ressources Abis (figure II.3) [3].

B) L'allocation dynamique de la ressource Abis

Dans le mode d'allocation dynamique les ressources Abis ne sont allouées qu'en cas de besoin contrairement au mode d'allocation statique. Ce mode permet d'économiser les ressources dans l'interface et une augmentation significative du nombre de TRX sans recours à l'ajout d'autres liens E1 [4].

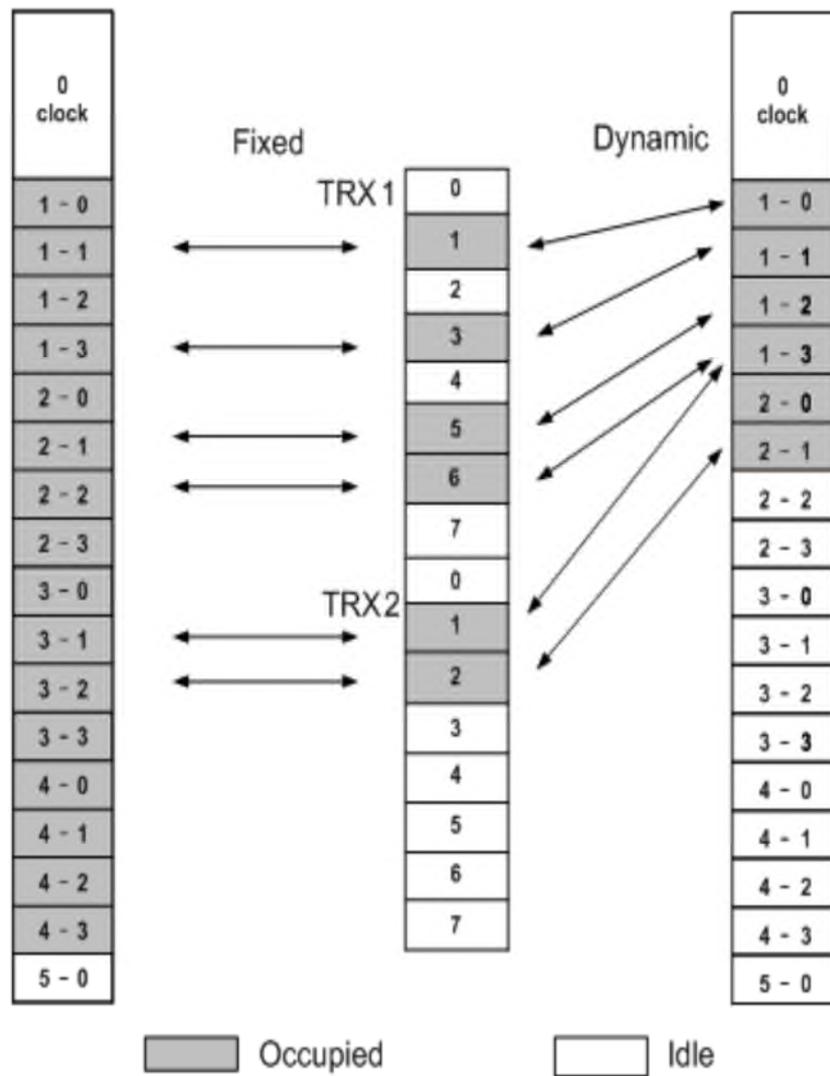


Figure II.3 : L'allocation dynamique et statique des ressources Abis

II.2.1.2 L'interface Ater

Elle se situe entre la BSC et le transcodeur. C'est une structure E1 qui contient 32 TSs : le TS 0 est dédié pour la synchronisation, le TS numéro 16 souvent réservé pour la signalisation SS7 et le TS 31 réservé pour la signalisation LPDLS.

Chaque E1 dans l'interface Ater donne quatre E1 sur l'interface A et cela du fait que chaque nibbles (de 16Kbps) de l'interface Ater donne un TS de 64Kbps sur l'interface A.

A) La signalisation LPDLS

Le TS 31 véhicule la signalisation LPDLS qui est propre à l'exploitation et la maintenance du transcodeur. Cette signalisation n'existe pas dans l'interface A. Ce qui laisse quatre TSs vide sur cette dernière [4].

B) La signalisation SS7

Elle occupe le TS numéro 16 dans l'interface Ater et elle occupe un TS sur l'interface A. Ce qui laisse les trois autres vides.

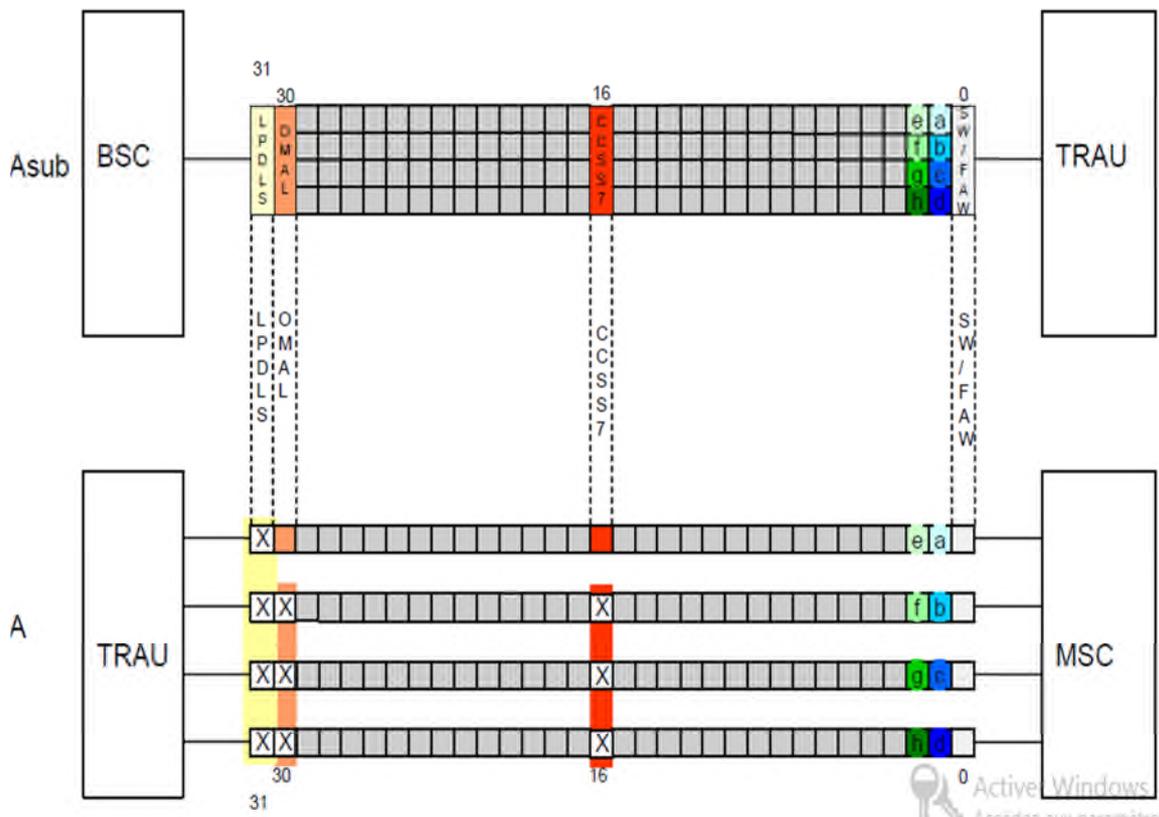


Figure II.4 : Distribution des TSs sur les interfaces Ater et A

C) Configuration Ater selon ALCATEL

L'interface Ater est conçue pour le transport du trafic CS entre la BSC et le transcodeur mais l'intégration de l'équipement MFS selon l'équipementier ALCATEL a changé la configuration de cette interface, de telle sorte qu'elle peut aussi véhiculer le trafic PS [6]

- Si l'interface Ater transporte le trafic circuit-switched uniquement, elle est appelée Ater-CS.
- Si elle transporte le trafic packet-switched uniquement elle est appelée Ater-PS.
- Dans le cas où elle transporte les deux trafics, elle est appelé ATER CS/PS.

Sur l'interface Ater CS un TS de 64kbps peut supporter quatre appels qui correspondent à 4 nibbles de l'interface Abis. Sur l'interface Ater PS un TS peut supporter 4 GCHs.

Dans le cas ou Ater PS/CS l'opérateur détient le choix quant au nombre de TS à réserver pour le trafic PS et la signalisation réservée pour ce dernier respectant le choix (4, 8, 15, 22,29) GCHs par E1.

II.2.1.3 L'interface Gb

C'est l'interface entre la BSC et le SGSN, les données transmises sur l'interface Gb sont confinées dans plusieurs protocoles qui ont plusieurs fonctions comme le routage des paquets, le cryptage des données et la compression des données afin d'économiser la bande passante.

La pile protocolaire de l'interface Gb dépend essentiellement de la réalisation physique de l'interface Gb qui peut être basé sur [6]:

- La retransmission de trames.
- IP sur Ethernet.
- IP sur SDH.

Chaque couche ajoute aux données, sous forme d'en-têtes, des octets supplémentaires, ce qui augmente la bande passante nécessaire pour l'interface Gb.

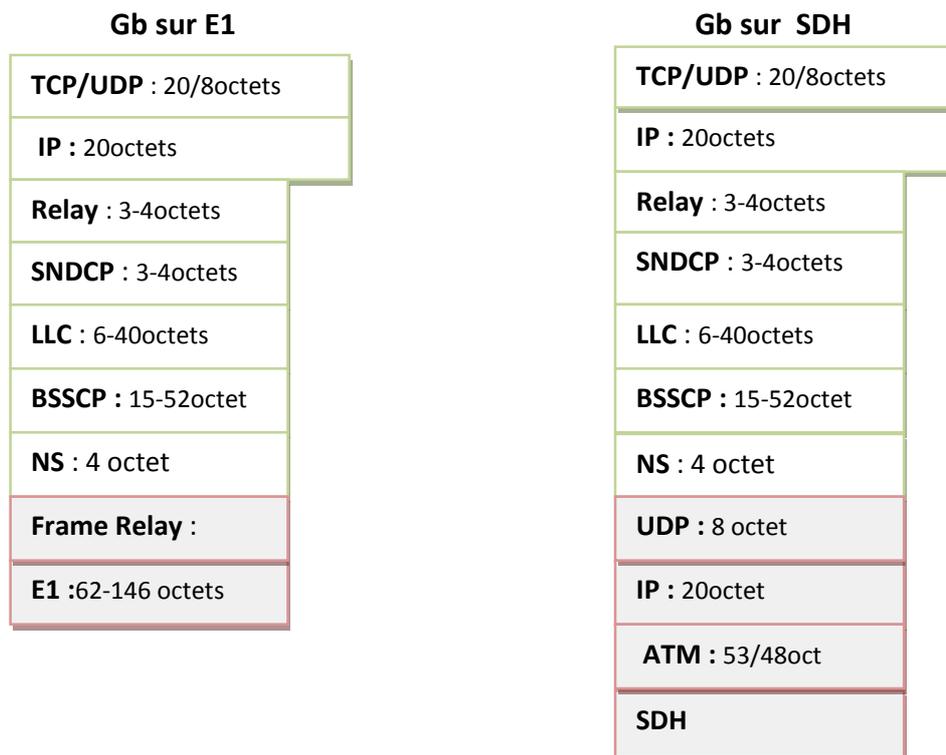


Figure II.5 : La pile protocolaire de l’interface Gb

II.2.2 Présentation des interfaces de l’UMTS

Toutes les interfaces du sous-système radio de l’UMTS suivent un modèle général qui décrit leurs architectures protocolaires en couches. Ce model repose sur une configuration horizontale et verticale des couches. Dans la direction horizontale on peut distinguer la couche du réseau radio (radio network layer) et la couche du réseau transport (transport network layer), le réseau de transport est basé sur une technologie de transport standardisée comme ATM ou IP. Dans la direction verticale, nous avons deux principaux plans : le plan contrôle et le plan utilisateur.

Le plan de contrôle contient les protocoles et les mécanismes nécessaires pour la signalisation, tandis que le plan utilisateur contient les protocoles nécessaires pour l'acheminement des données.

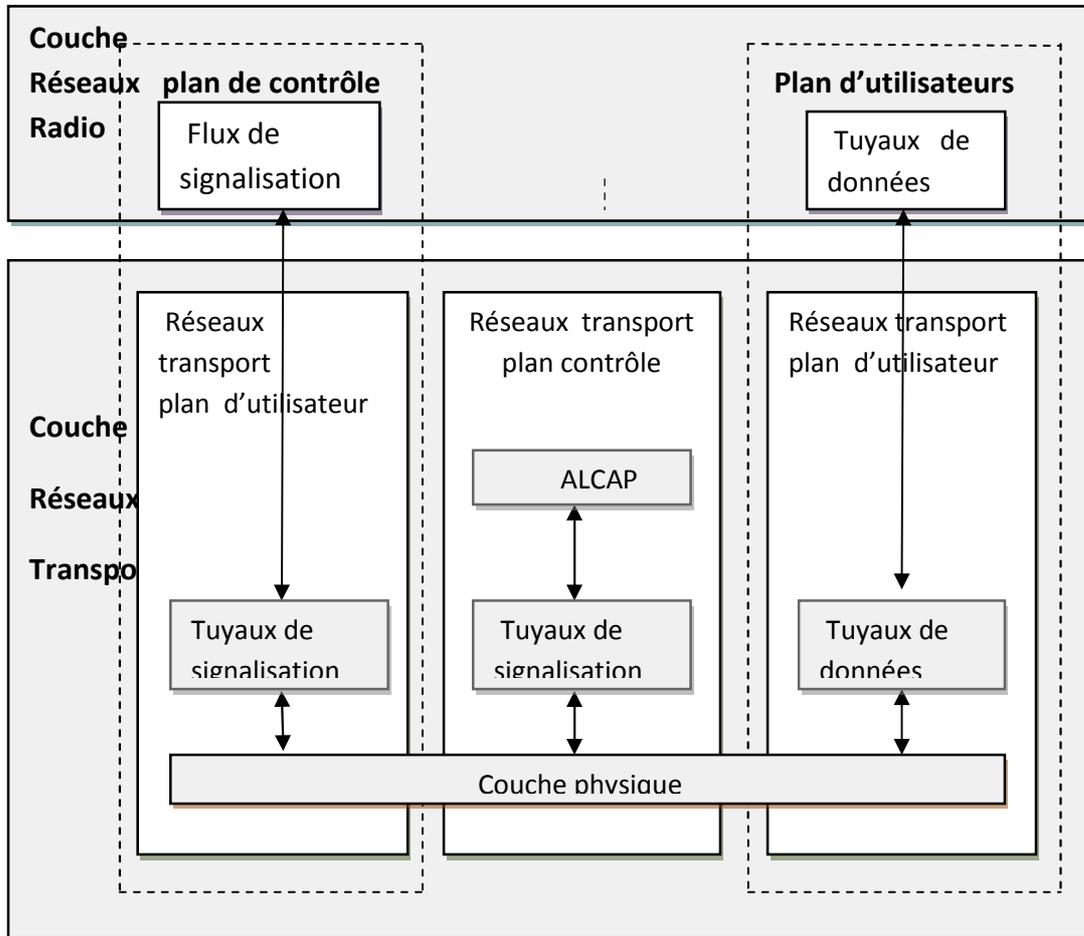


Figure II.6: Model général des interfaces de l'UMTS

II.2.2.1 L'interface Iub

L'interface Iub connecte le Node B et le RNC. Le Node B ajoute des entêtes à chaque trame de transports reçu de l'interface air ensuite les envoyer vers le RNC sur un circuit AAL2 défini, par exemple RACH FP sur la Node B ajoute un entête pour chaque RACH reçu de l'interface radio pour former RACH FP qui sera transmis vers le RNC sur un tuyau AAL2 spécifique. Ceci dans le sens « up link », dans le sens « down link » les protocoles de la couche transport utilisateur (transport network-user) enlèvent les entête FP pour chaque

message puis les passer aux canaux de transport radio. Chaque entête FP contient un domaine indiquant le type de trames, et un champ indiquant le type d'entête. Comme on a deux type d'entête FP, les entêtes réservées pour les données et les entêtes FP réservées pour les trames de contrôle, le type de trames FP est indiqué par le champ réservé pour le type de trames. Vue l'architecture des couches de l'interface Iub on peut déduire les différentes connexions physiques entre le Node B et le RNC qui sont [5] :

- un canal virtuel « VC » AAL5 pour transporter la signalisation du réseau radio (NBAP)
- un canal virtuel « VC » AAL5 pour la signalisation du réseau de transports « Q.2630.1 » qui commande la mise en œuvre et la fermeture des liaisons AAL2
- plusieurs canaux logiques AAL2 pour le transport des données utiles pour l'utilisateur.

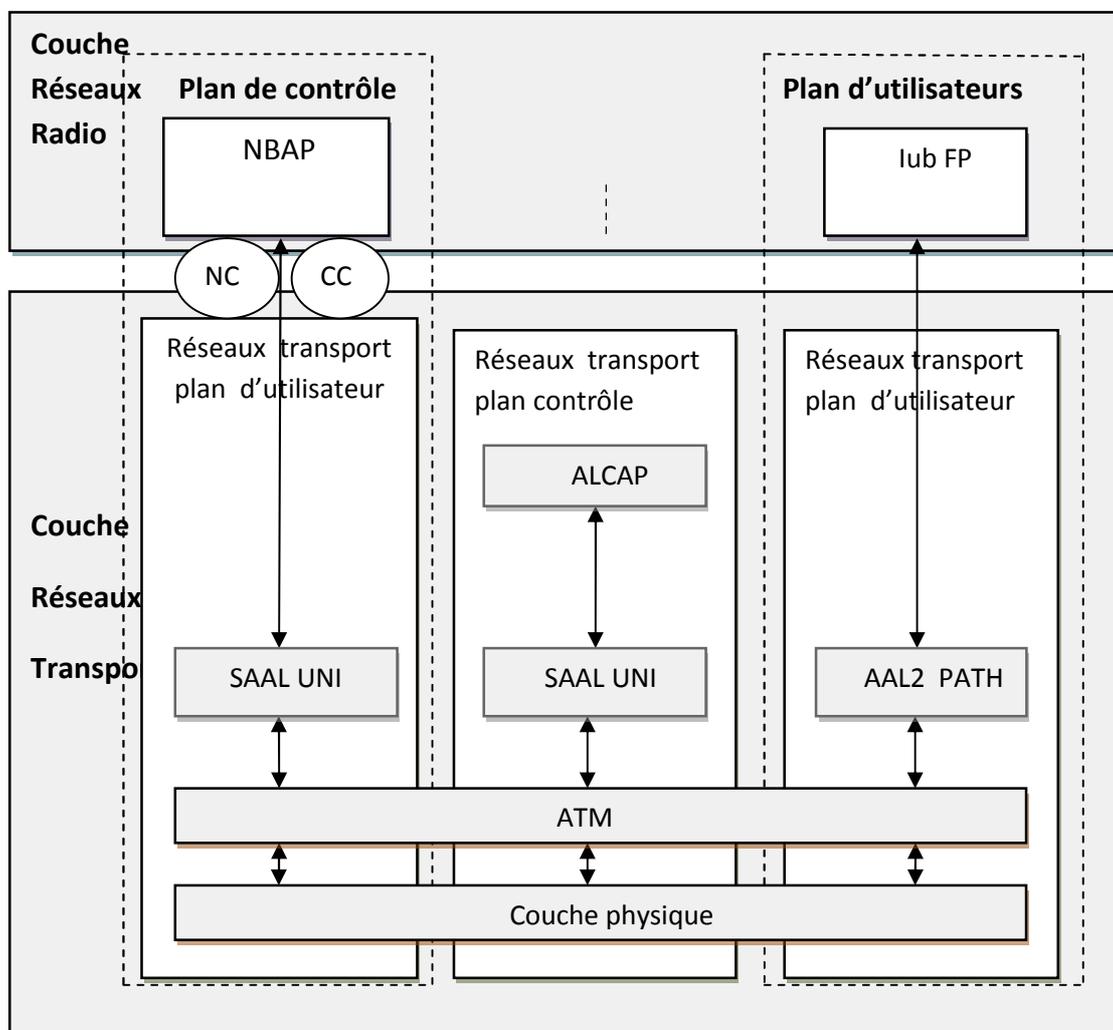


Figure II.7: Architecture en couche de l'interface Iub

II.2.2.2 L’interface IuCS

Semblablement à l’interface Iub, c’est l’interface reliant le RNC au cœur du réseau UMTS. Le plan utilisateur dans cette interface utilise le protocole AAL2 ce qui veut dire que chaque appel vers le réseau cœur passe à travers une liaison AAL2 qui est activé avant la communication par les protocoles de signalisation (plan de contrôle du réseau transport) [5]

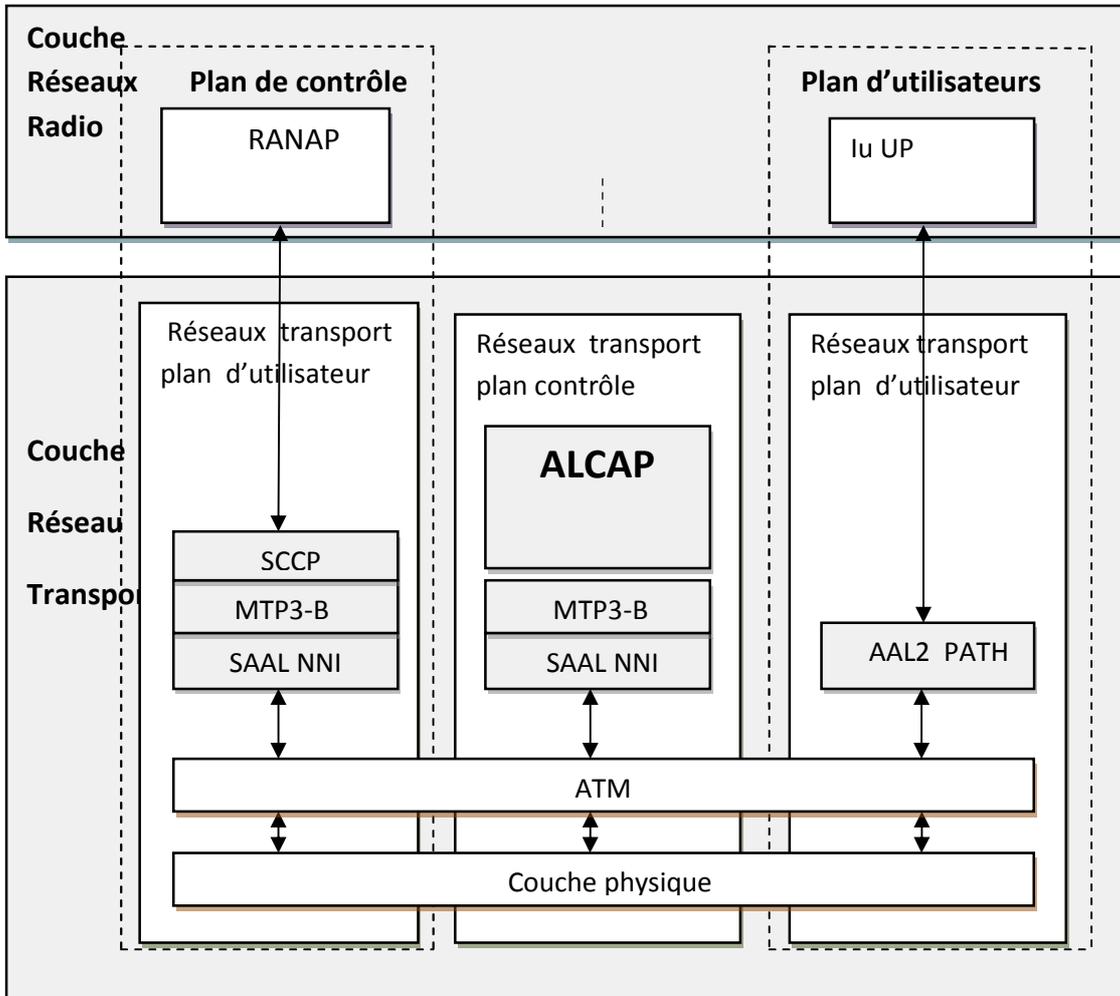


Figure II.8 : Architecture en couche de l’interface IuCS

II.2.2.3 L’interface IuPS

Les données sont acheminées sous les protocoles AAL5 vers un routeur IP qui oriente les paquets vers le bon SGSN. Les données utilisent des circuits AAL5 déjà configuré. Contrairement au domaine CS ou un circuit AAL2 est nécessaire pour chaque appelle, les données PS sont découpées en paquets puis envoyées sur plusieurs liens AAL5 puis rassemblés au niveau du récepteur par conséquent pas de plan de signalisation pour le réseau de transport.

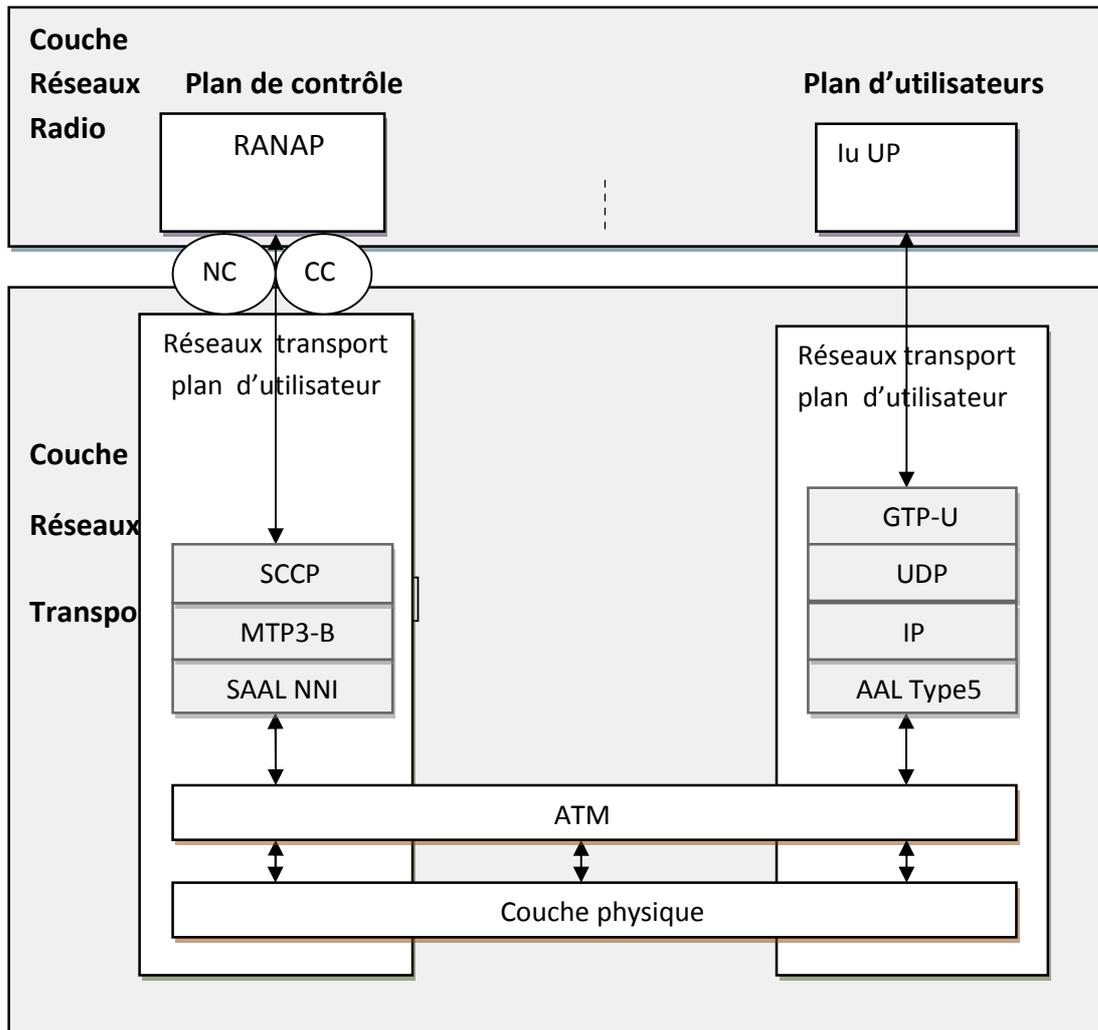


Figure II.9 : Architecture en couche de l'interface IuPS

II.3 Dimensionnement des interfaces du GSM et de l'UMTS :

II.3.1 Dimensionnement des interfaces de l'UMTS :

Le dimensionnement des interfaces du réseau l'UMTS se base sur un profil de Trafic donné afin de trouver la bande passante qu'il faut mettre en œuvre, et cela indépendamment de la configuration et la capacité mise en œuvre sur les autres interfaces.

Cette bande passante est liée au paramètre que l'opérateur utilise dans le processus de dimensionnement. Notre objectif consiste à trouver les valeurs de ces paramètres que l'opérateur doit prendre en compte pour optimiser la bande passante qu'il faut mettre en place afin d'assurer la transition du trafic demandé avec un coût minimal.

II.3.1.1 Dimensionnement de l'interface Iub

L'interface Iub est conçue pour le transport du Trafic CS, PS et HSPA, le dimensionnement d'Iub a pour objectif de déterminer la bande passante pour véhiculer ces différents profils de trafic.

Notre processus de dimensionnement est illustré dans la figure II.10:

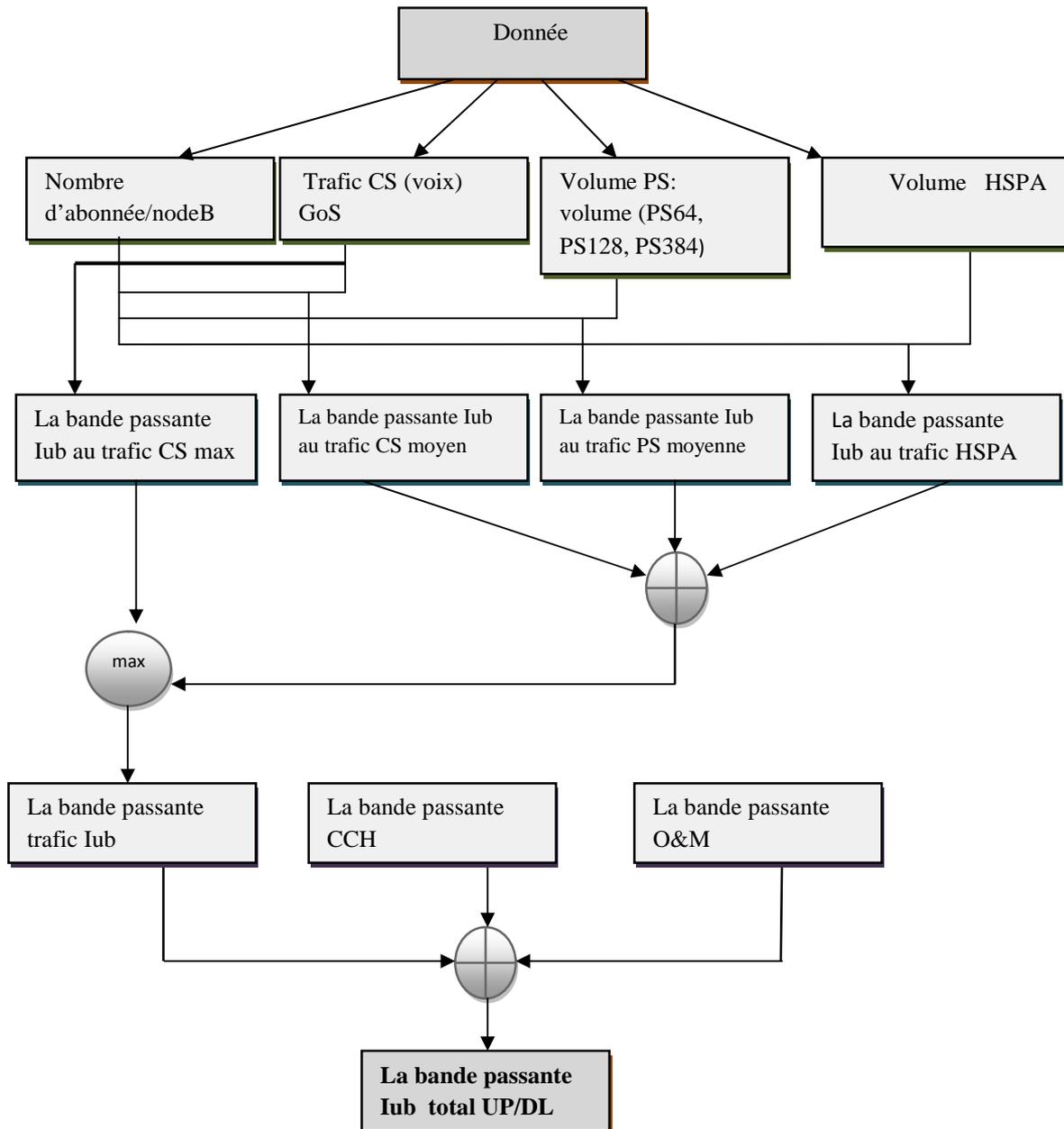


Figure II.10: Calcul de la bande passante UP/ DL

bande passante	Formules utilisées
$Iub_{CS-moyenne}$	$\sum [Trafic_service_i \times Iub_BW_i \times Activity_Factor_i \times (1+SHO_factor)]$.
Iub_{CS_max}	$\sum [trafic_service_{i_CSpeak} \times Iub_BW_i \times Activity_Factor_i \times (1+SHO_factor)]$.
$Iub_{PS_average}$	$\sum [volume_service_i \times Iub_BW_i \times (1+Retransmission_Ration_i) \times (1+BurstRatio_i) \times (1+SHO_factor)]$.
Iub_{HSUPA}	$\sum [(volume_service_{HSUPA} \times (1+Retransmission_Ration_{HSUPA}) \times (1+Burst_Ration_{HSUPA}) \times (1+SHO_Ratio) \times (1+HSUPA_Overhead)]$.
Iub_{HSDPA}	$\sum [(volume_service_{HSDPA} \times (1+Retransmission_Ration_{HSDPA}) \times (1+Burst_Ratio_{HSDPA}) \times (1+HSDPA_Overhead)]$.
Iub_{total_UP}	$Max [Iub_cs_{max}, (Iub_ps_avg_UP + Iub_{CS_avg_UP} + Iub_{HSUPA}) + Iub_{CCH_UP}$.
Iub_{total_DL}	$Max [Iub_cs_{max}, (Iub_ps_avg_DL + Iub_{CS_avg_DL} + Iub_{HSDPA}) + Iub_{CCH_DL}$.
Iub_{total}	$Max [Iub_{total_UP}, Iub_{total_DL}]$.

Tableau II.1 : Calcul de la bande passante totale Iub

Les différents paramètres qui apparaissent dans les formules du tableau II.1 sont définis ci-dessous :

- **Activity Factor** : dans le service voix les deux interlocuteurs utilisent seulement 50% du temps chacun, cela est pris en charge dans la forme d' « Activity Facteur » qui est utilisé pour calculer la puissance moyenne du signal émis sur une période de temps, cette valeur moyenne est utilisée pour déterminer le taux d'interférence sur les autres liens.
- **SHO (Soft HandOver)** : le mobile véhicule les données du trafic sur le lien dont ce facteur est le plus faible.
- **Retransmission_Ration** : dans la transmission des données, contrairement à la voix, les données perdues sont retransmises. ce facteur représente le pourcentage du signal que le réseau peut retransmettre en cas de perte de paquets.
- **Burst_Ratio** : représente le pourcentage de la bande passante qu'un service peut utiliser
- **HSPA_Overhead** : les différentes couches ajoutées aux données afin de respecter les protocoles de transmission représente une charge supplémentaire. ce facteur représente le pourcentage de cette surcharge.

II.3.1.2 Dimensionnement de L'interface IuCS

La bande passante mise en œuvre sur l'interface IuCS pour le transport du trafic CS, est donnée par :

$$IuCS_{total} = \frac{[IuCS(\text{voix}) + IuCS(\text{data})] \times \text{nombre d'abonné}}{\text{taux de la bande passante utilisée}} \quad (2.1)$$

Où :

$$IuCS(\text{voix}) = [(\text{trafic CS voix par abonnée par heure max}) \times (\text{taux de pénétration CS voix}) \times 12.2] \quad (2.2)$$

$$IuCS(\text{data}) = [(\text{trafic PS data par abonné par heure max}) \times (\text{taux de pénétration PS data}) \times 64.4] \quad (2.3)$$

II.3.1.3 Dimensionnement de l'interface IuPS

Il s'agit de déterminer la bande passante dans le plan de contrôle et le plan d'utilisation nécessaire pour transmettre les données data et elle est toujours dimensionnée par rapport au pic du trafic PS.

le débit IuPS dans le plan d'utilisateur est calculé en utilisant les facteurs qui sont impliqués dans la formule suivante :

Le débit IuPS de plan d'utilisateur = $(A+B+C) \times \text{nombre d'abonnés} \times (\text{proportion of DL PS throughput})$ (2.4)

A= (taux de pénétration du téléphone générale) \times (le débit PS par abonné par heure max)

B= (taux de pénétration de smart phone) \times (le débit PS par abonnée par heure max)

C= (taux de pénétration de data carte) \times (le débit PS par abonné par heure max)

On ajoutera la redondance et la signalisation pour obtenir la bande passante d'IuPS total sur la formule suivante :

IuPS total= [le débit IuPS de plan d'utilisateur \times (1+redondance)] +IuPS signalisation (2.5)

II.3.2 Dimensionnement des interfaces du GSM

Comme dans les interfaces 3G, le dimensionnement des interfaces 2G est lié au taux de trafic et la qualité de service que l'opérateur veut assurer.

L'utilisation de la technologie TDM qui repose sur le multiplexage PDH est à la base du résonnement en termes de times slots (qui a un débit de 64kbps), pour décrire la bande passante qu'il faut mettre en place sur les interfaces GSM.

II.3.2.1 Dimensionnement de l'interface Abis

Le dimensionnement de l'interface Abis vise à déterminer le nombre de times slots Abis, et ensuite déduire le nombre de lien E1 qu'il faut mettre en place pour le transport de la voix, les données et la signalisation.

II.3.2.1.1 Dimensionnement d'Abis selon NSN

A) Pour les services (CS)

Comme le débit nécessaire pour la transmission de la voix est généralement moins que 16Kbps, on leur réserve un sub-slot (PDT) de 16Kbps pour un TS de l'interface air.

Nombre PDCH = $ErlangB(\text{trafic offerd}, \text{Blocage } \%)$ (2.6)

B) Trafic (PS)

Jusqu'à 16 abonnés peuvent partager un TS sur l'interface air. Le nombre de PDT nécessaires est lié au codage le plus élevé utilisé par un abonné parmi eux.

Pour l'équipementier NSN, on associe à chaque BTS un groupe de times slots Abis (pool) qui est composé de plusieurs sub-pools qui sont associés aux times slots de l'interface air selon le type de codage adopté.

$$\text{Nombre PDT} = N(\text{PDCH}) * (\text{GPRS}_{\text{penetration}} * \text{GPRS_PDT average contrib} \\ + \text{EGPRS}_{\text{penetration}} * \text{EGPRS_PDT average contrib}$$

C) La signalisation LAPD

Le nombre de TS signalisation peut être calculé à partir de la formule suivante qui prend en considération les différentes charges nécessaires comme le Handover, le paging, la signalisation pour l'établissement de l'appelle et sa coupure

$$\text{LAPDtimeslots} = \frac{\max(\text{LAPD}_{\text{loadup}}, \text{LAPD}_{\text{loadDL}})}{\text{linkcapacity} * \text{loadratio}} \quad (2.7)$$

II.3.2.1.2 Dimensionnement d'Abis selon (ALCATEL –Lucent)**A) Pour le trafic(CS)**

On a recourt à la fonction erlang B (avec comme entrées le trafic CS et le blocage que l'opérateur souhaite tolérer) pour déterminer le nombre de circuits (TS) qu'il faut mettre pour assurer un taux de trafic pour les services CS.

B) Pour les données(PS)

On a utilisé la fonction d'erlang C pour déterminer le nombre d'extra times slots qu'il faut mettre en place.

C) Pour la signalisation

Le nombre de SDCCH dépend. De la mobilité de l'abonné et du nombre de HO demandé et du nombre de paging qu'effectue le site dans l'heure de pointe. L'opérateur commence par configurer un nombre de SDCCH par défaut puis surveiller le trafic SDCCH pour un éventuel ajout des SDCCH si le blocage dépasse un pourcentage fixé par l'opérateur.

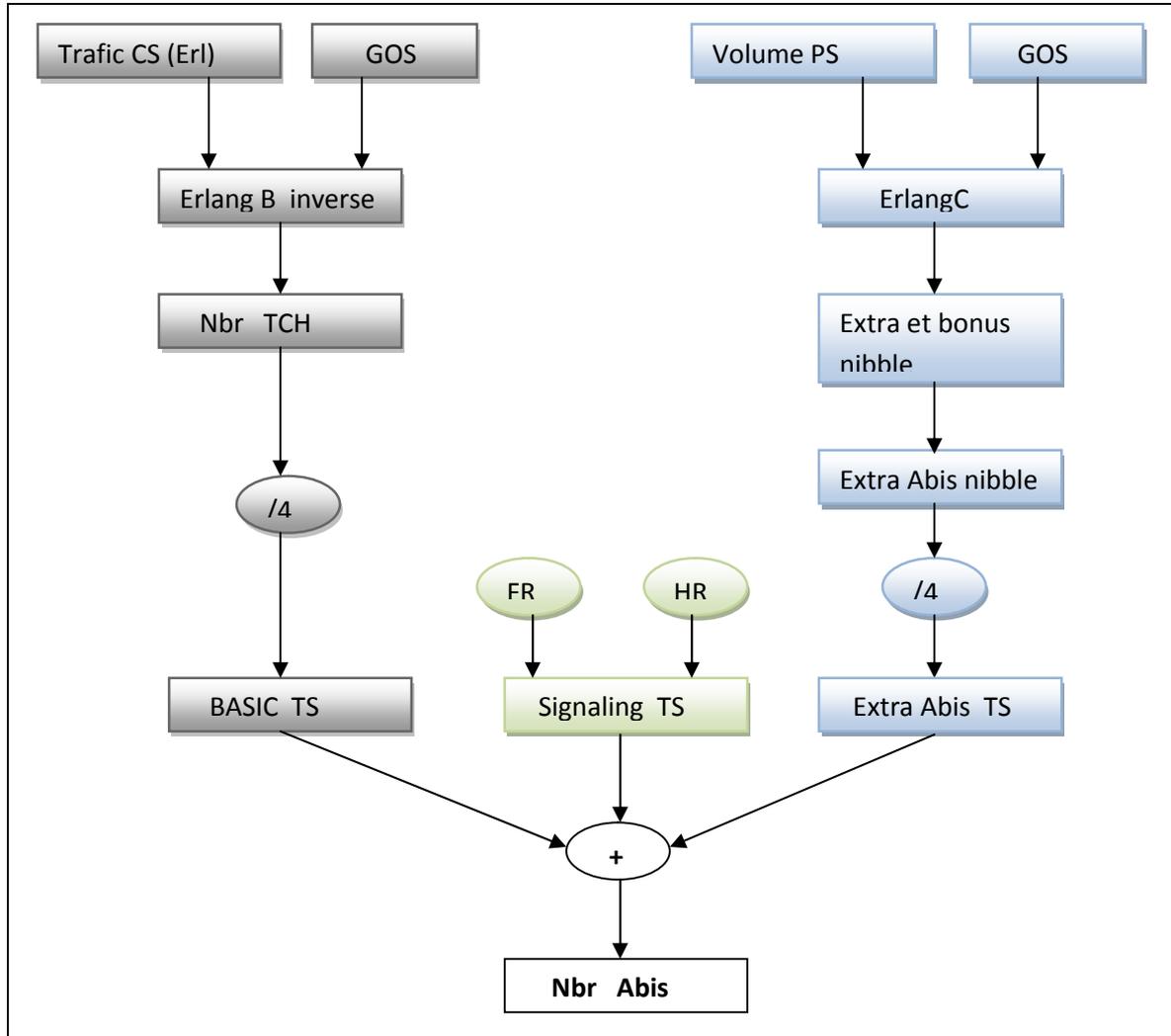


Figure II.11 : Processus de dimensionnement de l’interface Abis(ALCATEL)

II.3.2.2 Dimensionnement de l’interface Ater et A

II.3.2.2.1 Dimensionnement de l’interface Ater-A selon NSN

Pour déterminer le nombre de liens Ater nécessaires pour véhiculer un Trafic donnée on utilise la formule d’erlang B avec un taux de blocage de 1%, qui est inférieure à celui de l’interface Air (2%), Pour permettre à la totalité du trafic de transiter sans risque de blocage au niveau de l’interface Ater.

On se basera pour dimensionner l’interface Ater sur la formule suivante :

$$\text{Nombre TS Ater} = \text{ErlangB}(\text{trafic}, \text{Blocage (1\%)}) \tag{2.8}$$

$$\text{Nombre Ater E1} = \text{Nombre TS Ater} / 31 \quad (2.9)$$

- ❖ **Signalisation SS7** : elle prend uniquement les valeurs 2^n , $n \in [0, 5]$ elle dépend du trafic comme la signalisation LAPD.

$$\text{SS7 Timeslots} = \frac{\max(\text{ss7load}_{UP}, \text{ss7load}_{DL})}{\text{linkcapacity}(64\text{Kbps}) * \text{load ratio}} \quad (2.10)$$

$$\text{Nombre TS sur l'interface A} = \text{Nombre TS Ater} * 4 \quad (2.11)$$

II.3.2.2.2 Dimensionnement de l'interface Ater et A selon (ALCATEL_Lucent)

ALU intègre un nouvel équipement dans l'architecture du réseau qui est l'MFS. Cet équipement est responsable du routage des paquets DATA entre la BSC est le SGSN. L'intégration de cet équipement a modifié principalement l'interface Ater qui est utilisé pour le transport du trafic (CS) uniquement de telle sorte qu'elle transporte le trafic et signalisation DATA aussi.

A) Dimensionnement d'Ater (CS)

$$\text{Nombre de canaux TCH requis} = \text{ErlangB inverse} (\text{trafic CS}, \text{Blocage } \%) \quad (2.12)$$

Note : pour le dimensionnement d'Ater CS, la même procédure est adoptée par NSN et ALU

- ❖ **Signalisation SS7**

$$\text{Nombre de SS7 requis} = \text{Erlang C} (\text{trafic SS7 requis}, \text{retard } \%) \quad (2.13)$$

$$\text{Trafic SS7} = \text{Trafic SS7 mesuré} + \text{marge}(\%) \quad (2.14)$$

Le nombre de TS SS7 requis est calculé en up link et down link puis en prend la valeur maximale.

B) Dimensionnement d'Ater (PS)

$$\text{Nombre de GCH requis} = \text{Erlang C inverse} (\text{GCH trafic}, \text{quantile}, \text{retard}) \quad (2.15)$$

$$\text{Nombre TS Ater PS requis} = \frac{\text{Nombre de GCH requis}}{4} \quad (2.16)$$

$$\text{Nombre Ater PS liaisons} = \frac{\text{Nombre TS Ater PS requis}}{28} \quad (2.17)$$

II.3.2.3 Dimensionnement de l'interface Gb

Le dimensionnement de l'interface Gb est indépendant des conditions radio et des canaux de l'interface Abis ou air. Le dimensionnement de l'interface Gb dépend seulement du

Trafic à l'heure de pointe. Pour dimensionner Gb, nous allons suivre les formules suivantes et on prend compte des facteurs (CI, QT, BP) avec une marge donnée par l'opérateur.

$$\text{trafic Gb mesuré} = \left[\text{Max} \left(Gb_{vol_{DL}(byte)}, Gb_{vol_{UP}(byte)} \right) \right] * 8 / (3600(s) * 64 (kbps)) \quad (2.18)$$

$$\text{Trafic Gb requis} = \text{Trafic Gb mesuré} * (1 + \text{marge}) \quad (2.19)$$

$$\text{Nb_Gb_TS per lien} = \text{ErlangC} (\text{CI}, \text{Gb Trafic requis}, \text{QT}, \text{BP}) \quad (2.20)$$

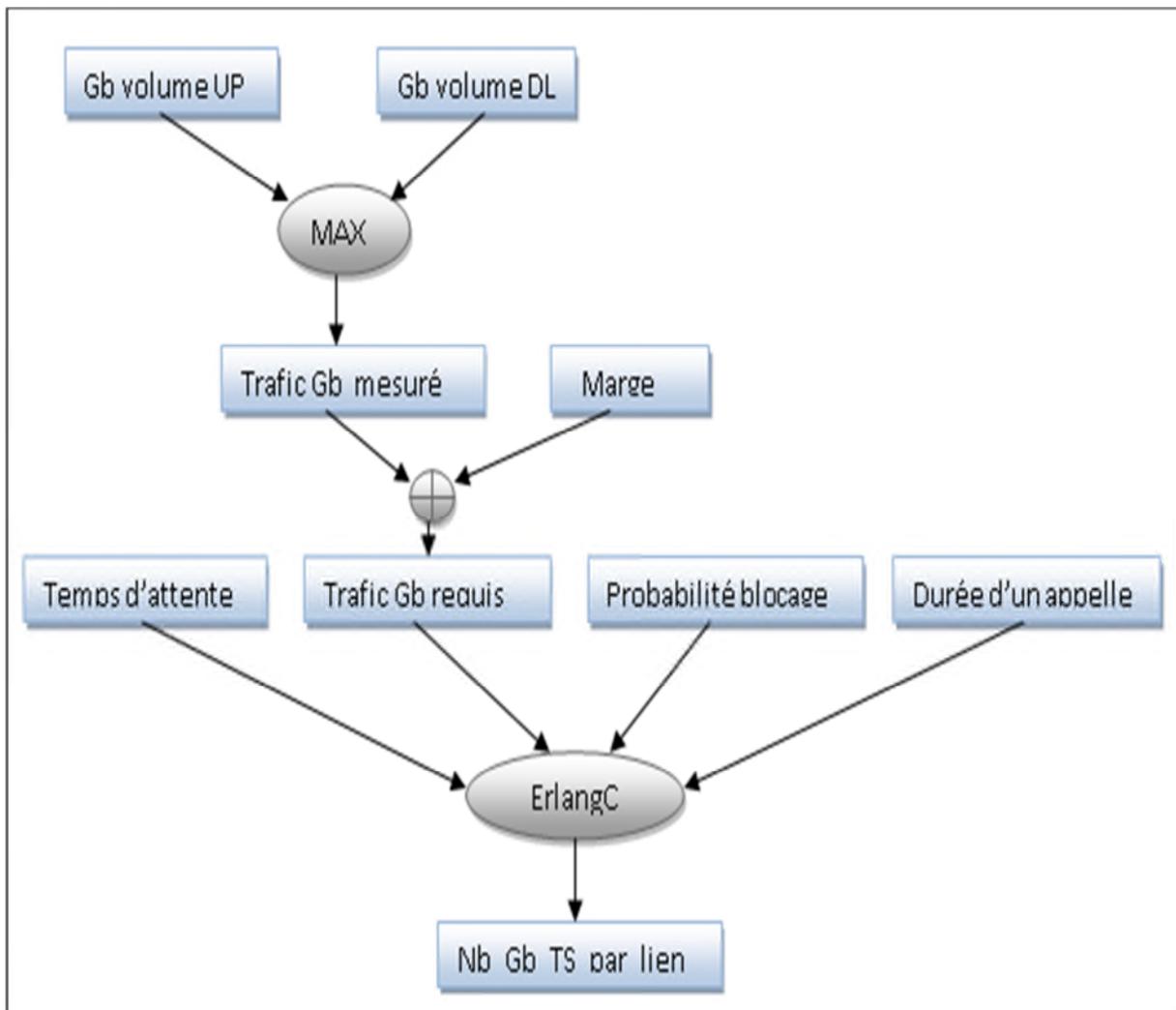


Figure II.12 : Processus de dimensionnement de l'interface Gb

II.4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons expliqué quelques notions de base. Par la suite nous avons présenté les interfaces GSM et UMTS. Ensuite nous avons fini par donner le processus de dimensionnement pour chaque interface. Ces processus seront implémentés sur l'outil de dimensionnement que nous allons présenter dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III

Mise en œuvre de l'outil de dimensionnement

III.1 Introduction

Après avoir étudié les processus de dimensionnement pour chaque interface nous avons passé à mettre en place les processus de dimensionnement sous forme d'une application nommée « Interface_Dimensionning_Tools » que nous allons présenter dans ce chapitre.

III.2 L'environnement de travail

Nous avons choisi le langage de programmation C#, qui est un langage orienté objet très semblable au langage JAVA dont il reprend la syntaxe générale ainsi que la majorité des concepts, et comme environnement de programmation visuel studio 2010 qui est un ensemble complet d'outils de développement permettant de générer des applications web ,bureautiques ou mobiles .Ainsi que Microsoft Access 2010 comme référence pour les bases de données qui offre une riche plateforme permettant une gestion optimale des bases de données ainsi qu'un éditeur graphique qui permet de générer des graphes à partir des données.

III.3 Diagramme d'utilisation de l'application

Le diagramme suivant illustre les différentes étapes que l'utilisateur devra suivre pour une exploitation optimale de l'application

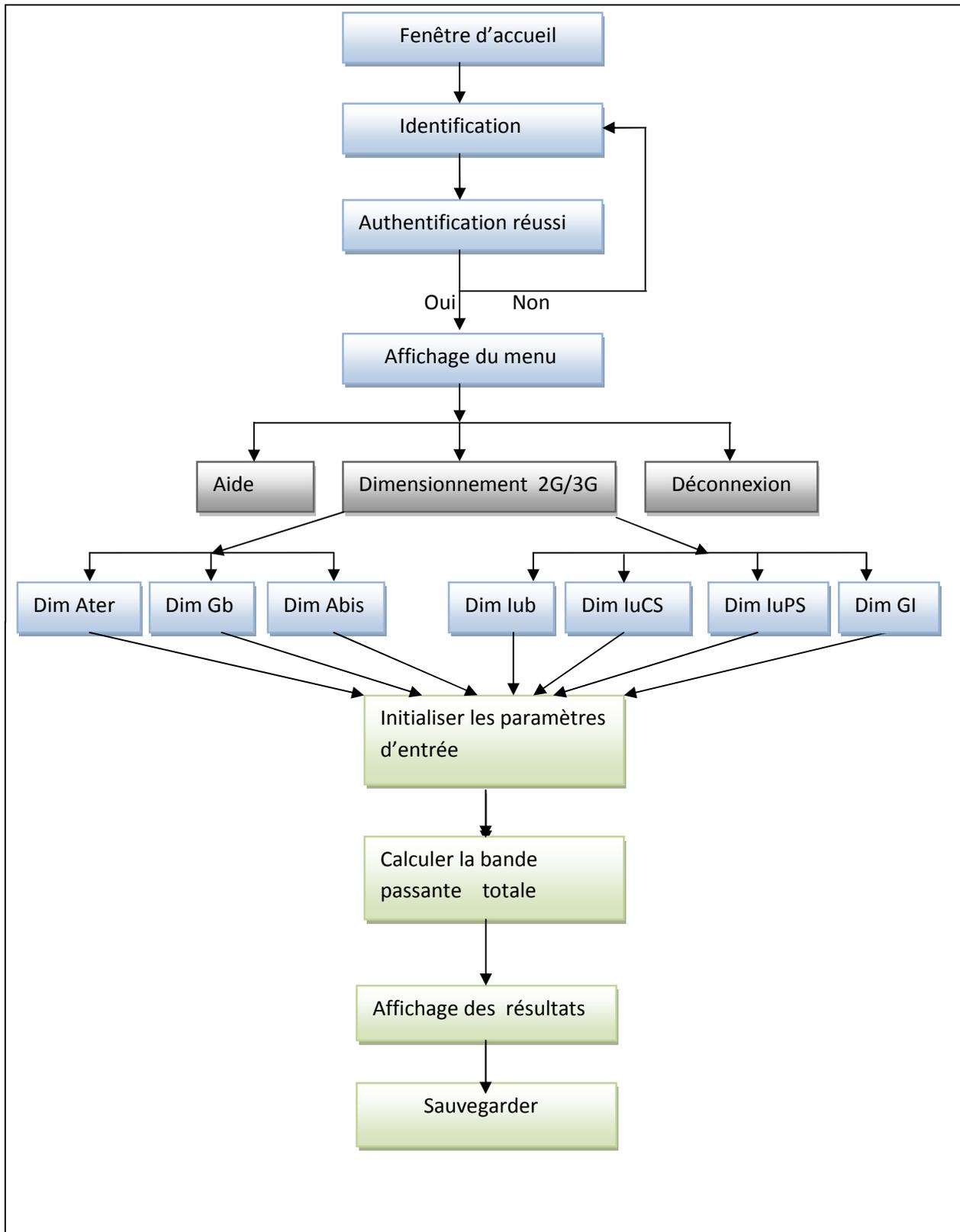


Figure III.1 : Diagramme d'utilisation de l'application

III.4 Exécution de l'application

III.4.1 La fenêtre d'accueil

Une fois l'utilisateur se présente à la fenêtre principale (figure III.2) il suffit de cliquer sur le Bouton connexion pour passer à la fenêtre d'authentification



Figure III.2 : Fenêtre d'accueil

III.4.2 L'authentification

L'utilisateur doit saisir dans la figure suivante le nom d'utilisateur et le mot de passe ensuite valider en cliquant sur le Bouton ok

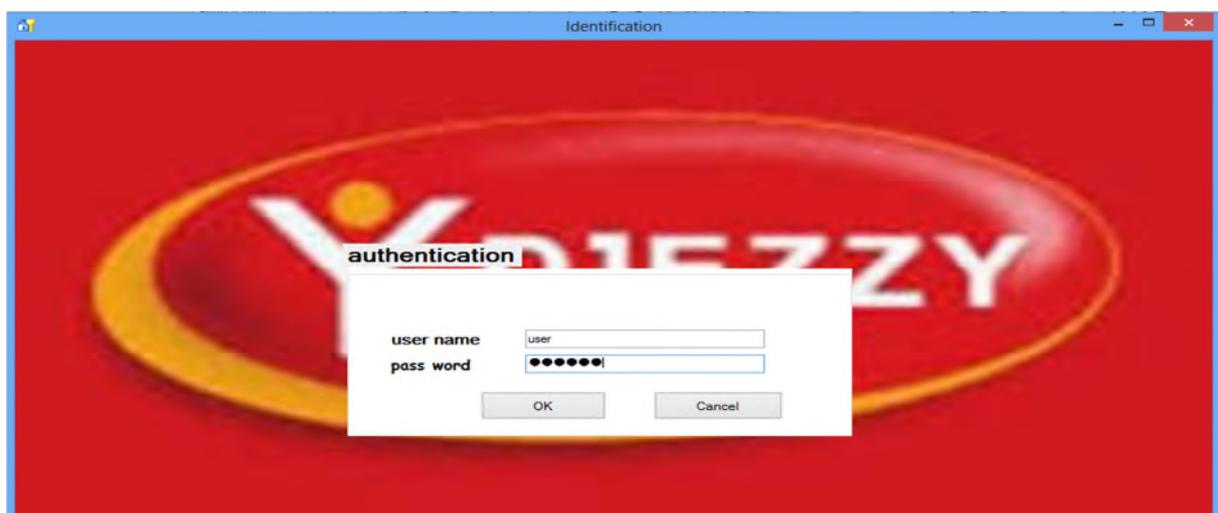


Figure III. 3 : Fenêtre d'authentification

Au cas où ses paramètres d'authentifications sont erronés, un message d'avertissement est affiché via une boîte de dialogue pour indiquer qu'il doit vérifier ses paramètres de confidentialité à savoir le nom d'utilisateur et le mot de passe (voir Figure III. 4).

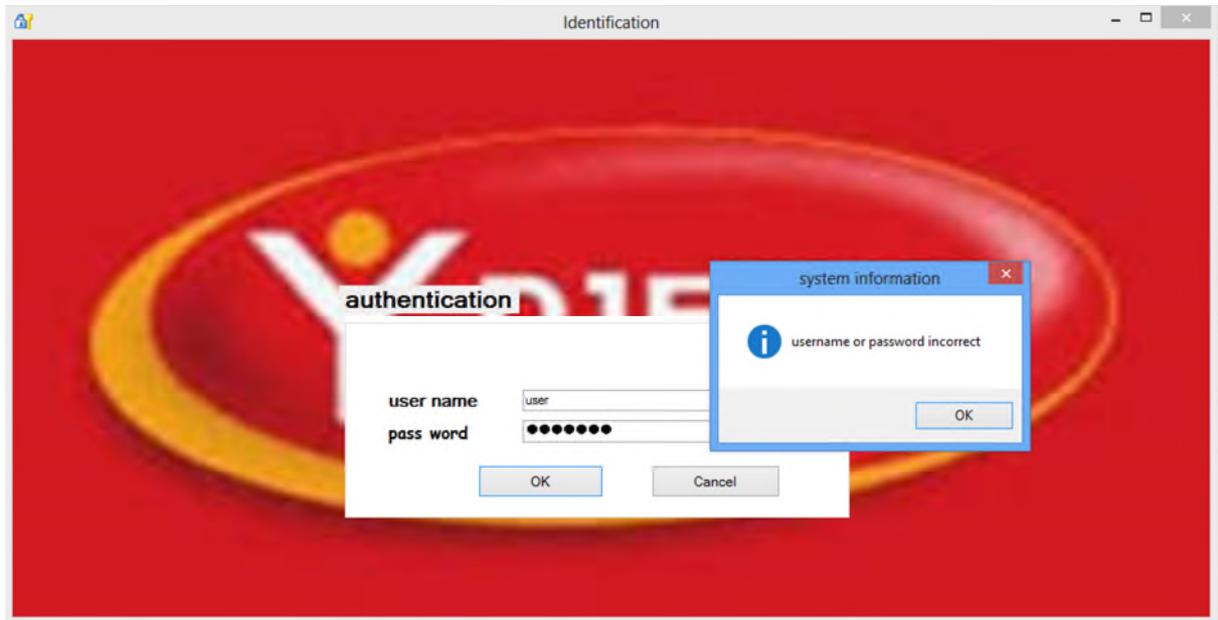


Figure III. 4 : Authentification erronée.

III.4.3 La fenêtre de choix (Menu)

Après la réussite de l'opération d'authentification, l'utilisateur se trouve face à une fenêtre qui affiche un menu englobant les différentes actions auxquelles il a accès (voir Figure III. 5)

Dans ce menu l'utilisateur a le choix de : »

- ❖ Dimensionner une ou plusieurs interfaces 2G et 3G (2G/3G Dimensionning)
- ❖ Obtenir de l'aide sur le fonctionnement de l'application(Help)
- ❖ Ou bien quitter l'application (Déconnexion)

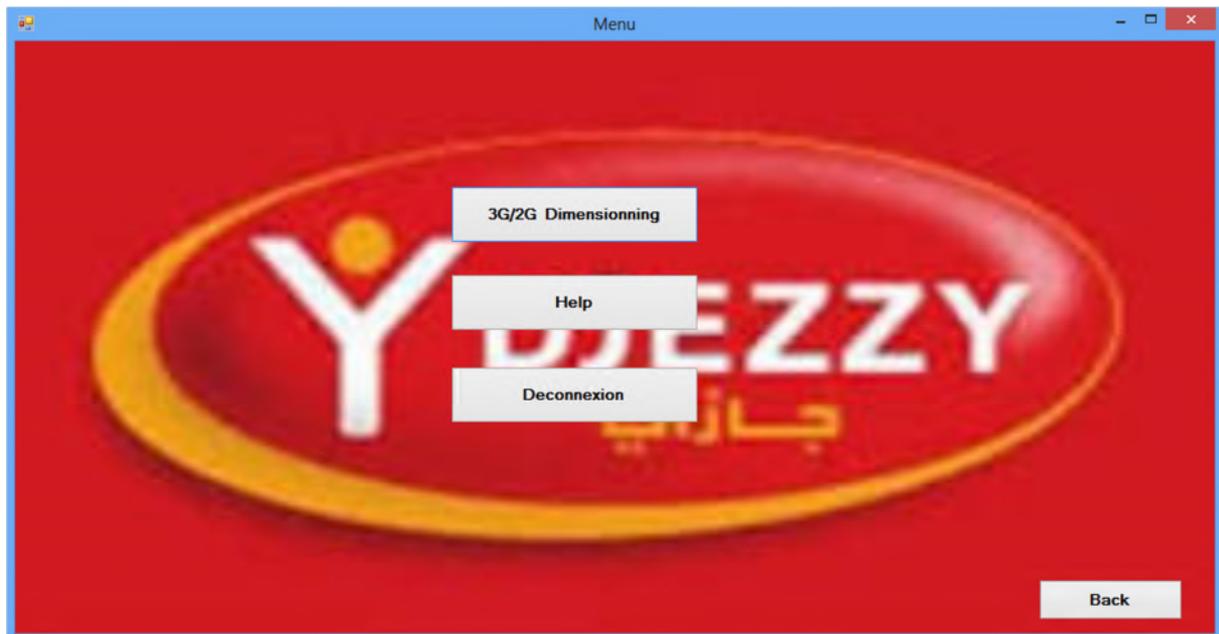


Figure III. 5 : Fenêtre Menu.

III.4.4 La fenêtre Help

Cette fenêtre donne des informations générales sur l'application ainsi que la manière de son utilisation (Figure III.6)

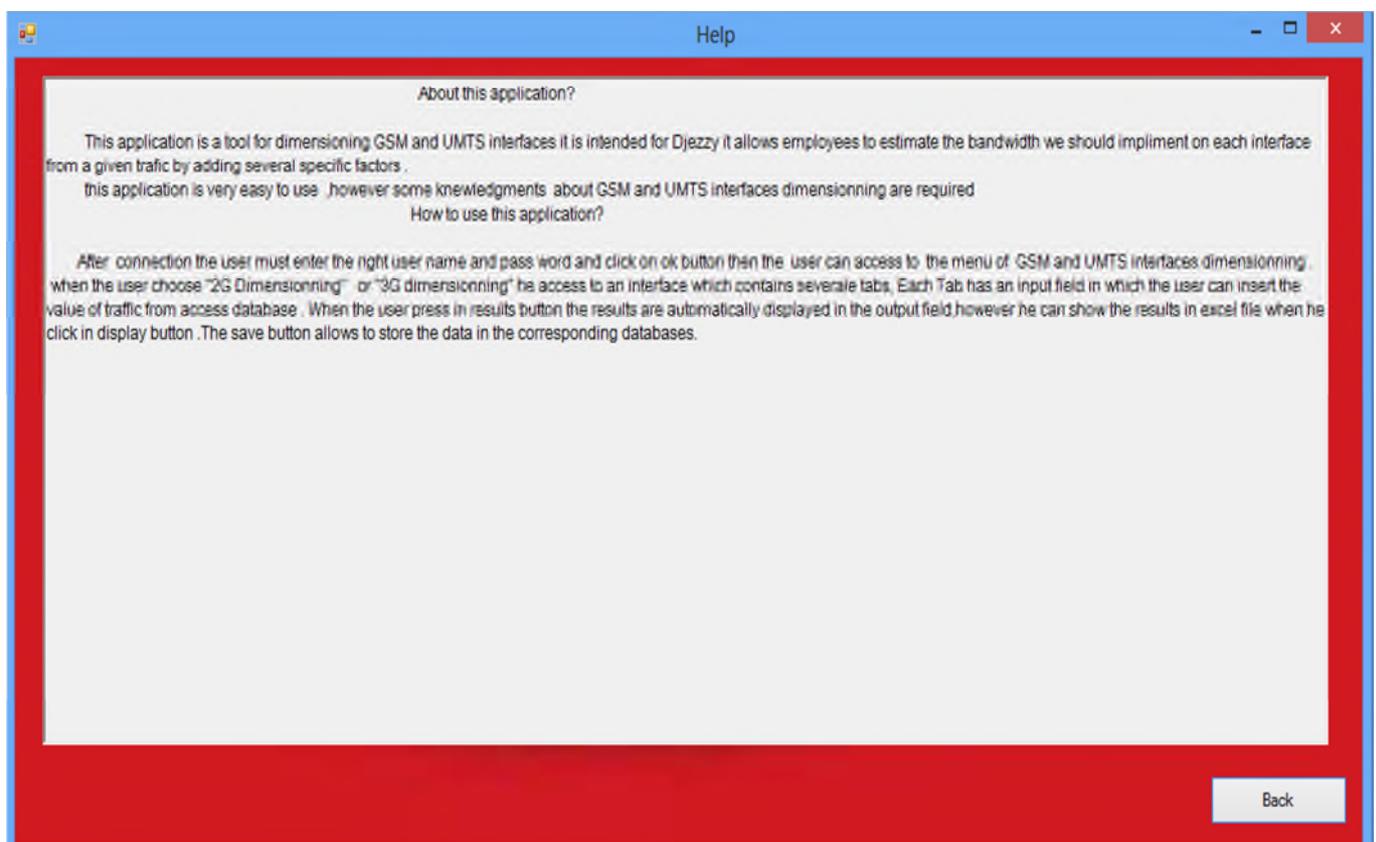


Figure III.6 : Fenêtre « Aide ».

III.4.5 La fenêtre de dimensionnement

III.4.5.2 Dimensionnement des interfaces 3G

Pour dimensionner chaque interface du réseau 3G, l'utilisateur doit d'abord importer les données du trafic de la base de données correspondante et cela en choisissant le site ou RNC ou la date voulu, et cela en fonction de l'interface en question, le modèle de Trafic sera alors affiché automatiquement dans le champ « inputs ». Ensuite, en cliquant sur le Bouton « Results », les résultats s'affichent automatiquement dans la zone « outputs ». Une fois les résultats affichés, l'utilisateur peut sauvegarder les données dans une base de données réservée à cet effet en cliquant sur le Bouton « Save », comme il peut afficher le résultat sous un fichier Excel en cliquant sur « Display ». La figure III.7 montre un exemple de dimensionnement d'une interface du réseau 3G qui est Iub.

The screenshot shows the '3G Dimensionning' application window. The 'IUB_Dimensionning' tab is selected. The 'Inputs' section contains a dropdown for 'Site', text boxes for 'Wilaya' and 'Commune', and a table for traffic volumes. The 'Parameters values' section contains various numerical input fields. The 'Outputs' section on the right has columns for 'UP' and 'DL' with corresponding input fields for bandwidth metrics. At the bottom right, there is a 'Back' button.

Figure III.7 : Fenêtre de dimensionnement Iub.

IV.4.5.2 Dimensionnement des interfaces 2G

The screenshot shows a software window titled "3G Dimensionning" with a tab for "2G Dimensionning". The interface is split into two main panels: "Inputs" on the left and "Outputs" on the right. The "Inputs" panel contains several fields: "Site" (dropdown menu showing "A06M101"), "HR" (radio buttons for "Yes" and "NO", with "Yes" selected), "Traffic CS (Erl)" (text input with value "16,952962962963"), "GOS (%)" (text input with value "2"), "Volume PS" (text input with value "20,88861111111111"), "GOS (%)" (text input with value "1"), "Nbr PDCH" (text input with value "1"), "Nbr SDCCH" (text input with value "2"), and "Nbr BCCH" (text input with value "1"). The "Outputs" panel contains several text input fields: "number TRX" (3,625), "Nbr bonus nibble" (4), "Nbr Basic Nibble" (25), "Nbr Required Extra Nibble" (27), "Nbr Basic TS" (6,25), "Nbr Extra TS" (6,75), "Nbr signaling TS" (1,8125), and "Nbr_Abis_Link" (0,477822580645161). At the bottom right of the "Outputs" panel are two buttons: "Results" and "Save". At the bottom center of the window is a "Back" button.

Figure III.8 : Fenêtre de dimensionnement de l'interface Abis.

La Même procédure de dimensionnement des interfaces 3G a été adopté pour les interfaces du réseau 2G. Une fois l'utilisateur a choisi le site ou la BSC souhaité, le Trafic correspondant va être automatiquement affiché dans le champ des inputs, ensuite en cliquant sur « Résultats », l'utilisateur obtiendra les résultats du dimensionnement de l'interface en cours.

III.5 Les bases de données

III.5.1 Les bases de données du réseau 3G

Les différents profils de trafic sont préalablement enregistrés dans les bases de données correspondantes. Les modèles de trafic sont distribués par Node B ou par RNC ou par date et cela en fonction de l'interface qu'on désire dimensionner. L'application ne fait qu'importer un modèle de trafic pour ensuite procéder au dimensionnement à la base de ce trafic donné.

trafic_IUB_model												
Wilaya	commune	Node_B	AMR12_2_DL	AMR12_2_UL	CS64_DL	PS64_DL	PS128_DL	PS128_UL	PS384_DL	HSDPA	HSUPA	
BEJAIA	AKBOU	A06X046	0	0	0	616,37	154,09	103,21	154,09	2157,30	137,62	
BEJAIA	AKBOU	A06X014	0	0	0	1035,66	258,91	352,79	258,91	3624,82	470,39	
BEJAIA	AKBOU	A06X067	0	0	0	1931,72	482,93	319,09	482,93	6761,03	425,45	
BEJAIA	AKBOU	A06X068	0	0	0	1190,93	297,73	211,66	297,73	4168,27	281,21	
BEJAIA	AKBOU	A06X114	14,84	14,84	0	621,41	155,35	153,06	155,35	2174,96	204,08	
BEJAIA	AKBOU	A06X128	14,10	14,10	0	898,64	224,66	135,70	224,66	3145,26	180,93	
BEJAIA	AKBOU	A06X152	15,50	15,50	0	1819,65	454,91	169,10	454,91	6368,78	225,47	
BEJAIA	AKBOU	A06X158	16,05	160,05	0	3157,83	789,45	533,22	789,45	11052,42	710,96	
BEJAIA	AKBOU	A06X165	15,90	15,90	0	1246,38	311,59	320,96	311,59	43062,35	427,94	
BEJAIA	AKBOU	A06X189	14,18	14,18	0	808,23	202,05	199,21	202,05	2828,82	265,61	
BEJAIA	SEDDOUK	A06X028	0	0	0	3468,99	867,24	834,31	867,24	12141,48	1112,42	
BEJAIA	SEDDOUK	A06X029	0	0	0	3546,73	886,68	233,93	886,68	12413,57	311,91	
BEJAIA	SEDDOUK	A06X118	14,49	14,49	0	1138,05	284,51	134,64	284,51	3983,17	179,52	
BEJAIA	SEDDOUK	A06X207	12,16	12,16	0	725,09	181,27	115,02	181,27	2537,82	153,36	
BEJAIA	AOKAS	A06X023	0	0	0	464,19	116,04	82,93	116,04	1624,68	110,57	
BEJAIA	AOKAS	A06X053	0	0	0	105,46	26,36	56,64	26,36	369,11	75,53	
BEJAIA	AOKAS	A06X088	0	0	0	634,22	158,55	304,48	158,55	2219,77	405,98	

Figure III.9 : Modèle de Trafic Iub.

Les résultats obtenus après le dimensionnement de chaque interface sont stockés dans une base de données réservée à cet effet. La Figure III.10 montre un exemple de base de données réservée pour l'interface Iub.

IUB_RESULTS												
commune	Node_B	Iub_Bandwi	Burst_Ratio	Burst_Ratio	Retransmiss	Retransmiss	Activity_Fac	HSUPA_Ove	HSDPA_Ove	Soft_Hando	Soft_Hando	
BENI MESSOUS	A16X035	1925	20	25	5	1	0,5	12	2	30	30	
AKBOU	A06X128	475	20	25	5	1	0,5	12	2	30	30	
AKBOU	A06X068	209	20	20	1	1	0,5	20	20	20	20	
AKBOU	A06X068	209	20	20	1	1	0,5	20	20	20	20	
BENI MESSOUS	A16X035	1925	20	25	5	1	0,5	12	2	30	30	
BENI MESSOUS	A16X035	1237	20	25	5	1	0,3	12	2	30	30	
BENI MESSOUS	A16X035	549	20	25	5	1	0,1	12	2	30	30	
BENI MESSOUS	A16X035	2613	20	25	5	1	0,7	12	2	30	30	
BENI MESSOUS	A16X035	3645	20	25	5	1	1	12	2	30	30	
BENI MESSOUS	A16X035	1865	20	25	5	1	0,5	12	2	30	25	
BENI MESSOUS	A16X035	1795	20	25	5	1	0,5	12	2	30	20	
BENI MESSOUS	A16X035	1735	20	25	5	1	0,5	12	2	30	15	
BENI MESSOUS	A16X035	1675	20	25	5	1	0,5	12	2	30	10	
BENI MESSOUS	A16X035	1925	10	25	5	1	0,5	12	2	30	30	

Figure III.10 : Base de données Iub.

III.5.2 Les bases de données du réseau 2G

Les données du trafic pour le réseau 2G sont préalablement enregistrées dans des bases de données dont chaque base de données est spécifique à chaque interface du réseau. La Figure III.11 montre un exemple d'une base de données qui stock un modèle de trafic pour l'interface Abis.

Abis_traffic			
site	trafic_CS	volume_PS	
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	
A06M101	7,20888888888	9,69805555555	
A06M101	16,9529629629	20,8886111111	
A06X201	14,1914814814	21,4738888888	
A06X201	10,8133333333	9,5083333333	
A06M102	7,35666666666	20,5119444444	
A06M104	0,53617283950	20,6477777777	
A06X204	18,2570370370	10,7966666666	
A06X204	18,4607407407	9,3405555555	
A06X204	19,5674074074	4,1075	
A06M105	6,75148148148	4,5375	
A06M105	6,61259259259	10,6419444444	
A06M106	2,01851851851	0,5572222222	
A06M106	1,22518518518	12,0961111111	
A06X206	35,4437037037	17,0402777777	

Figure III.11 : Modèle de Trafic Abis.

D'une façon similaire au réseau 3G lorsque l'utilisateur clique sur le bouton « Save », les résultats du dimensionnement ainsi que les valeurs des paramètres seront enregistré dans les bases de données correspondantes à l'interface. Figure III.12 ci-dessous montre un exemple d'une base de données réservée pour l'interface Abis.

Abis_results						
site	Traffic_CS	Volume_PS	Nbr_SDCCH	Nbr_PDCH	Nbr_abis_link	GOS
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,371975806451613	0
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,313508064516129	1
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,288306451612903	2
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,27116935483871	3
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,263104838709677	4
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,263104838709677	5
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,245967741935484	6
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,237903225806452	7
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,237903225806452	8
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,229838709677419	9
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,220766129032258	10
A06M100	4,60814814814	19,9983333333	2	1	0,212701612903226	11

Figure III.12 : Base de données Abis.

III.6 CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons présenté notre application de dimensionnement « Interface_Dimensionning_Tools ». On a commencé par donner un aperçu sur notre environnement de travail ainsi que les outils utilisés pour sa réalisation, puis donner un diagramme fonctionnel de l'application. Enfin, nous avons illustré ses différentes fenêtres ainsi que les bases de données utilisées, soit pour générer le Trafic voulu soit pour stocker les données obtenues, ou bien éventuellement dans le processus d'authentification.

Chapitre IV

Résultats, Interprétations et Recommandations

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre nous allons tester des scénarios pour étudier l'influence de quelques paramètres dans le processus de dimensionnement de chaque interface pour dégager des constats puis proposer des recommandations.

IV.2 Etude des facteurs agissant sur les interfaces du réseau 3G

IV.2.1 Etude des paramètres agissant sur l'interface Iub

IV.2.1.1 L'Influence du « Activity Factor » sur la bande passante Iub

Pour étudier la variation de la bande passante en fonction de ce paramètre nous avons choisi un site dans la wilaya d'Alger, on faisant varier le paramètre « Activity factor » nous avons obtenu les résultats suivants :

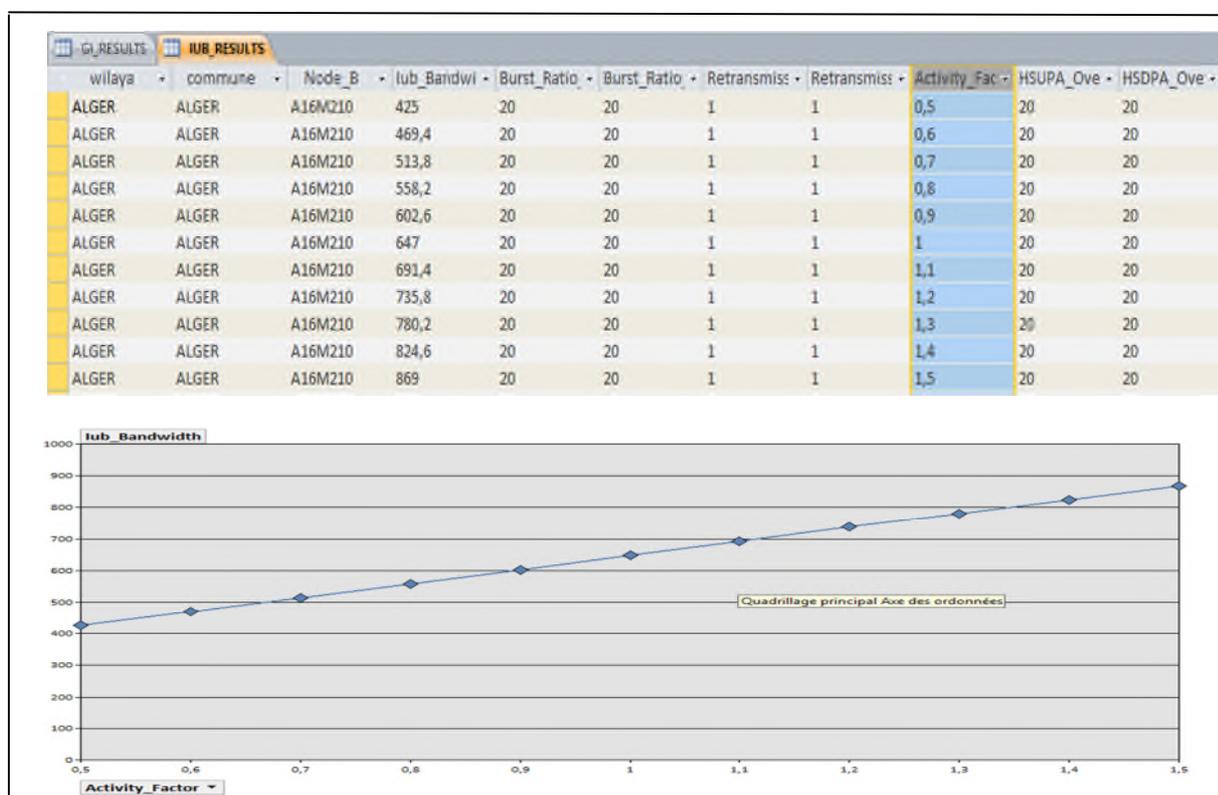


Figure IV.1 : Variation de la bande passante Iub en fonction du AF.

Les variations de la bande passante en fonction de ce facteur sont sous forme d'une droite

Bande passante Iub = A*activity factor +B

Cela signifie que toute augmentation de la valeur de ce facteur se traduit par une augmentation dans la bande passante et vice-versa.

IV.2.1.2 L'influence du « Soft-Handover_CS » sur la bande passante Iub

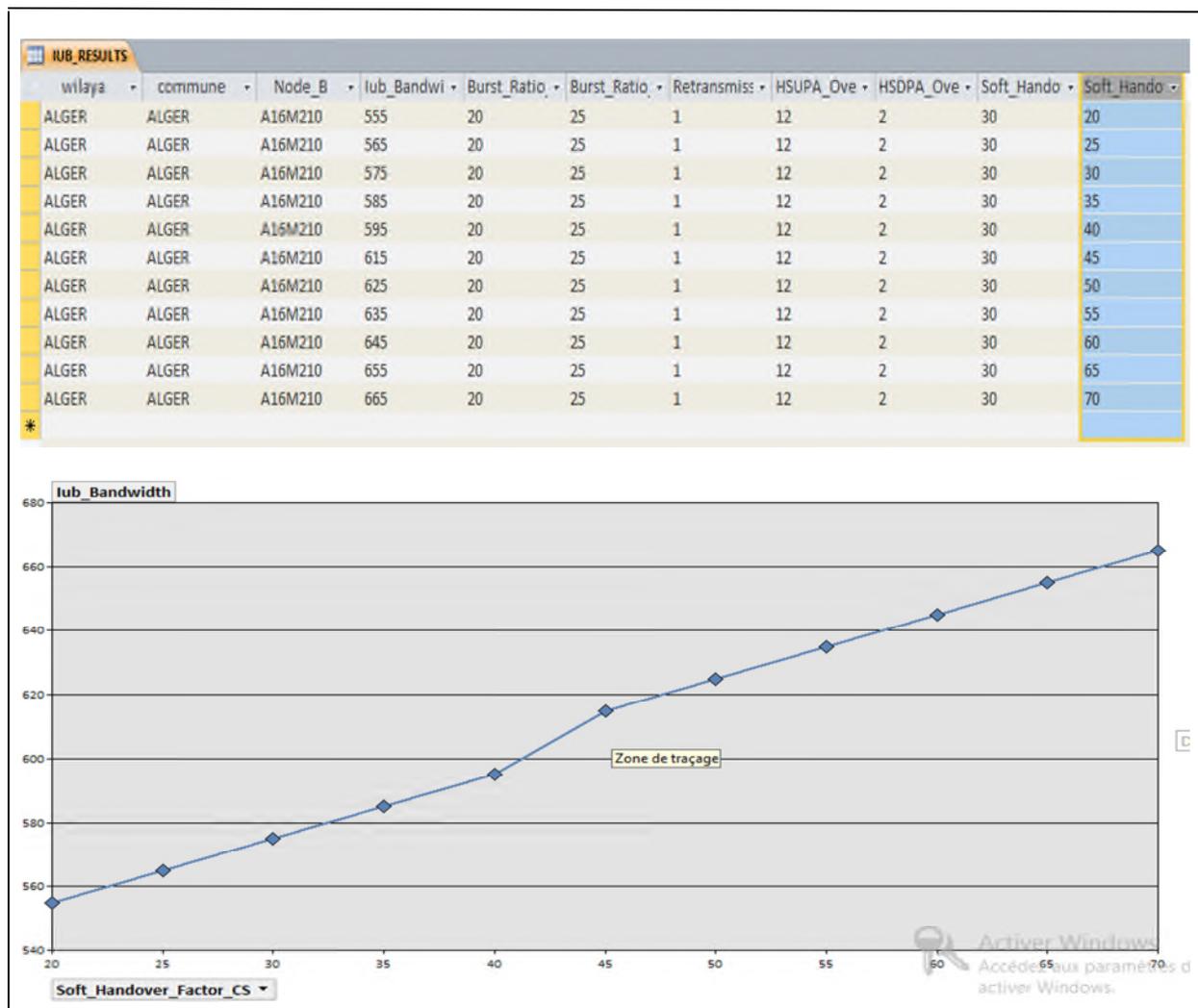


Figure IV.2 : Variation de la bande passante Iub en fonction du Soft-handover_CS.

D'après la (figure IV.2) on constate que la bande passante Iub varie d'une manière analogue à la variation du « soft-Handover-CS » et nous expliquons le pic de la bande passante dans l'intervalle [40,45] à la nature de la fonction erlang B qui se base sur des probabilités.

IV.2.1.3 L'influence du « burst-ration(PS) » sur la bande passante Iub

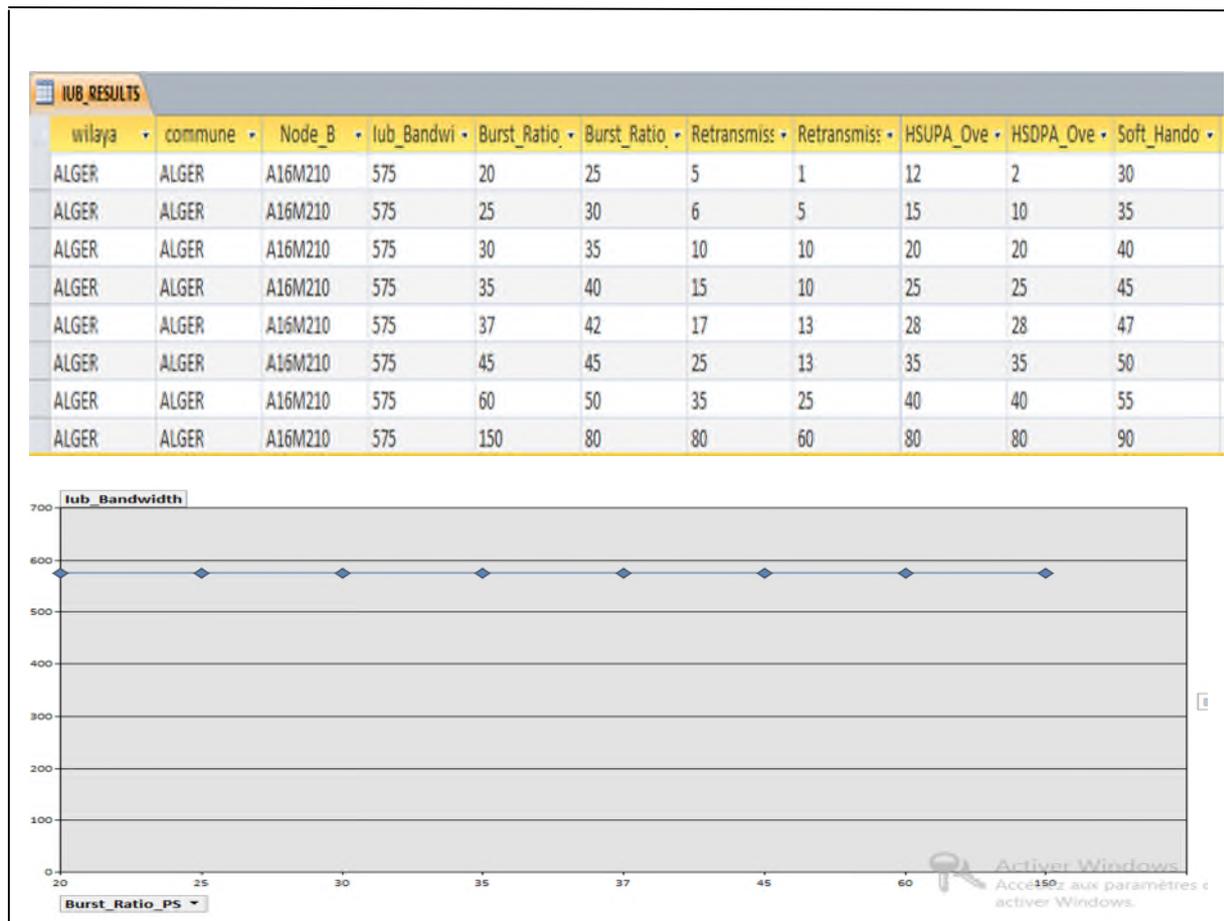


Figure IV.3 : Variation de la bande passante Iub en fonction du BR(PS).

Concernant ce facteur comme plusieurs autres facteurs(à savoir : burst ration(PS), retransmission ration(HSPA),)sa variation n'influe pas sur la bande passante total de Iub, et nous expliquons cela du fait que « burst-ration » est utilisé pour le calcul de la bande passante Iub_moyenne et comme la fonction max prend la valeur de la bande passante CS_peak , car dans notre cas c'est la valeur maximale entre CS peak et la somme des bande passante (CS average + PS average +HSPA) , donc pour que ce facteur agira sur la bande passante sa valeur doit être Aussi grande pour inverser l'équation c'est à dire (CS average + PS average +HSPA) soit supérieur à CS peak .

IV.2.2 Etudes des facteurs agissant sur l'interface Iu-CS

IV.2.2.1 L'influence du « CSVPR » sur la bande passante Iu-CS

En variant le paramètre « CS_Voice_Penetration_Ration » on constate que la bande passante varie de la même façon, c'est à dire plus on augmente la valeur du facteur plus la bande passante augmente et vice versa, et cela indépendamment du Trafic ou des autres facteurs.

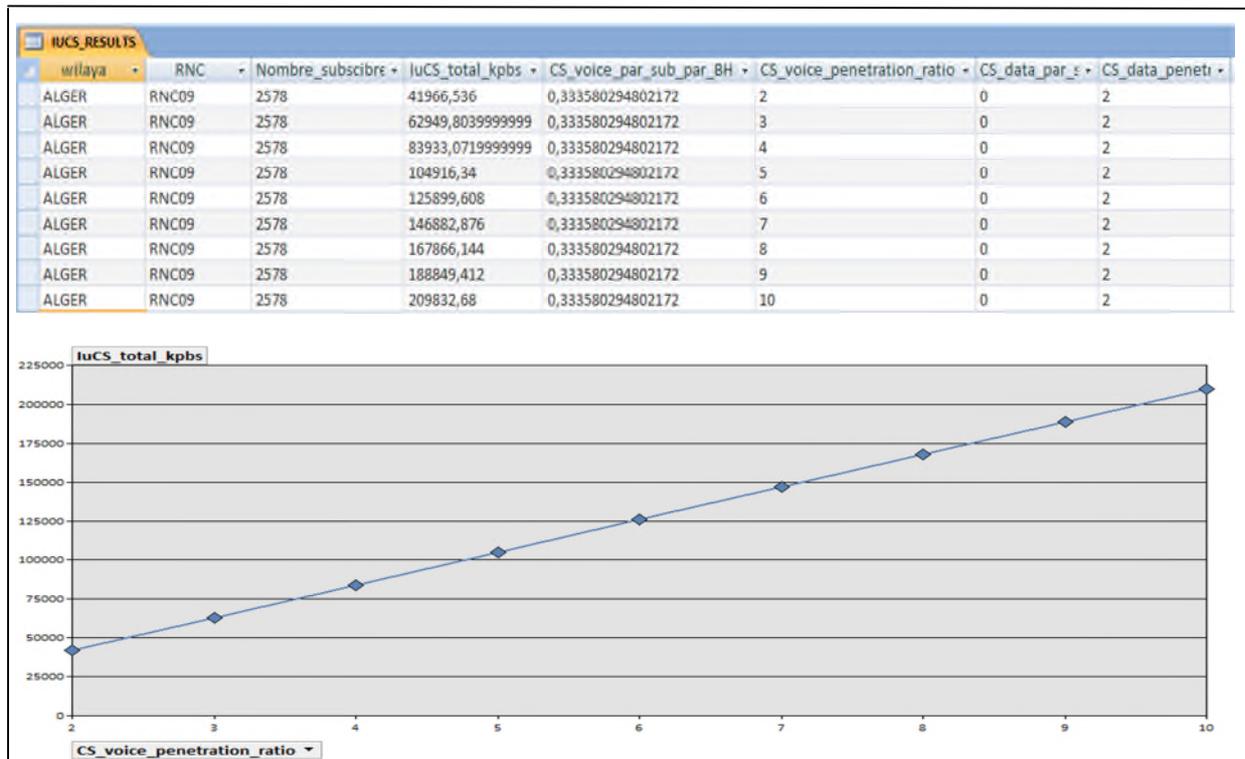


Figure IV .4 : Variation de la bande passante Iu-CS en fonction du « CSVPR »

IV.2.2.2 L'influence de « BUR » sur la bande passante Iu-CS

En variant le facteur « Bandwidth_Usage_Ration », on a constaté que la bande passante dans ce cas varie d'une manière opposée (figure IV.5). Nous expliquons ces résultats par le fait que ce facteur se trouve dans le dénominateur de la formule de calcul de la bande passante Iu-CS.

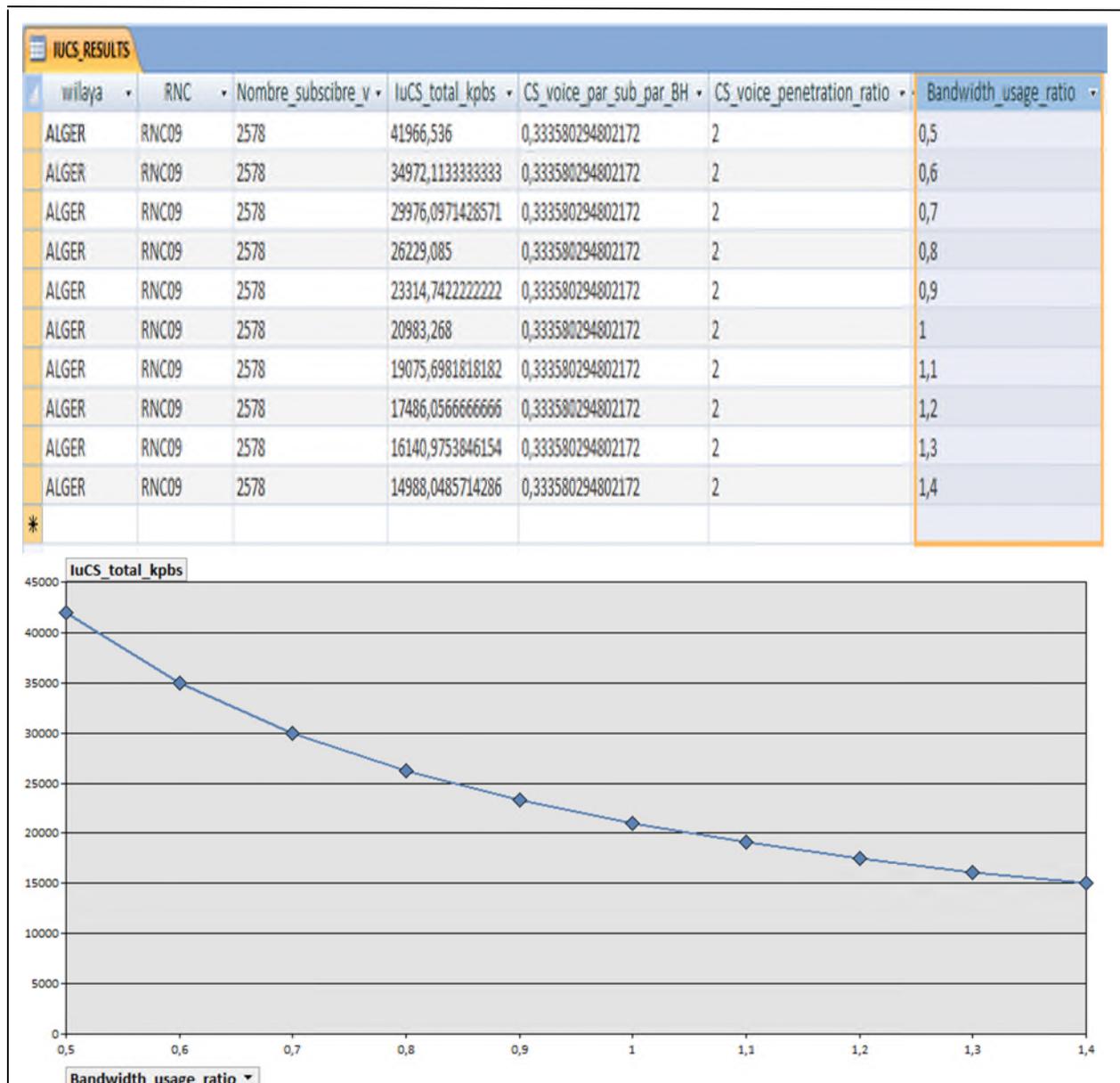


Figure IV.5 : Variation de la bande passante Iu-CS en fonction du BUR.

IV.2.3 Etudes des facteurs agissant sur l'interface Iu-ps

IV.2.3.1 L'influence du « GPPPR » sur la bande passante Iu-PS

En variant le paramètre « General Phone PS Pénétration Ration », on constate que la bande passante Iu-PS varie d'une façon proportionnelle (Figure IV .6).

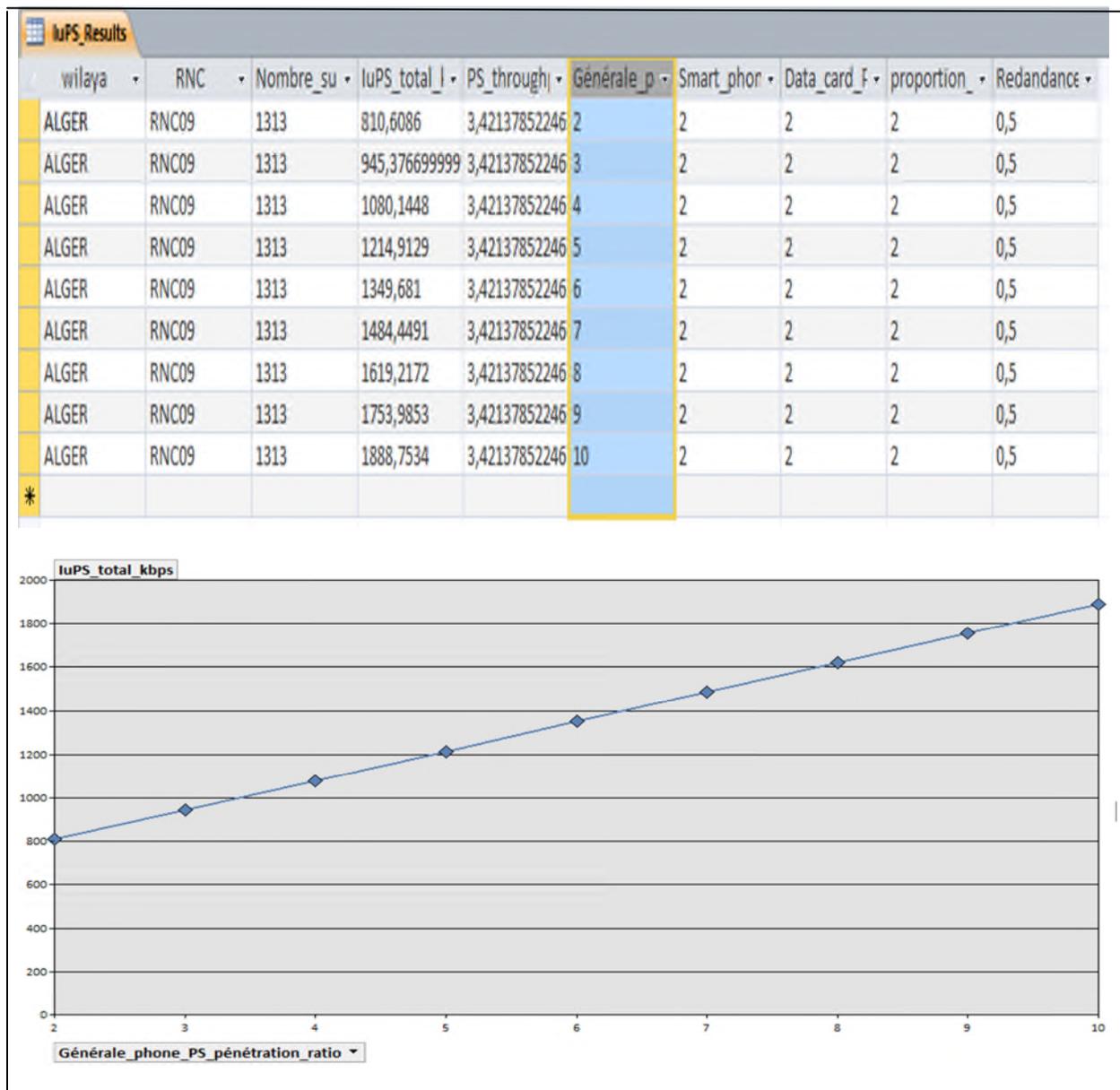


Figure IV .6 : Variation de la bande passante Iu-PS en fonction du GPPPR.

IV.2.3.2 L'influence de la Redondance sur la bande passante Iu-PS

En augmentant progressivement la valeur de la « Redondance », on a constaté que cette dernière agit proportionnellement sur la bande passante Iu-PS (figure IV.7).

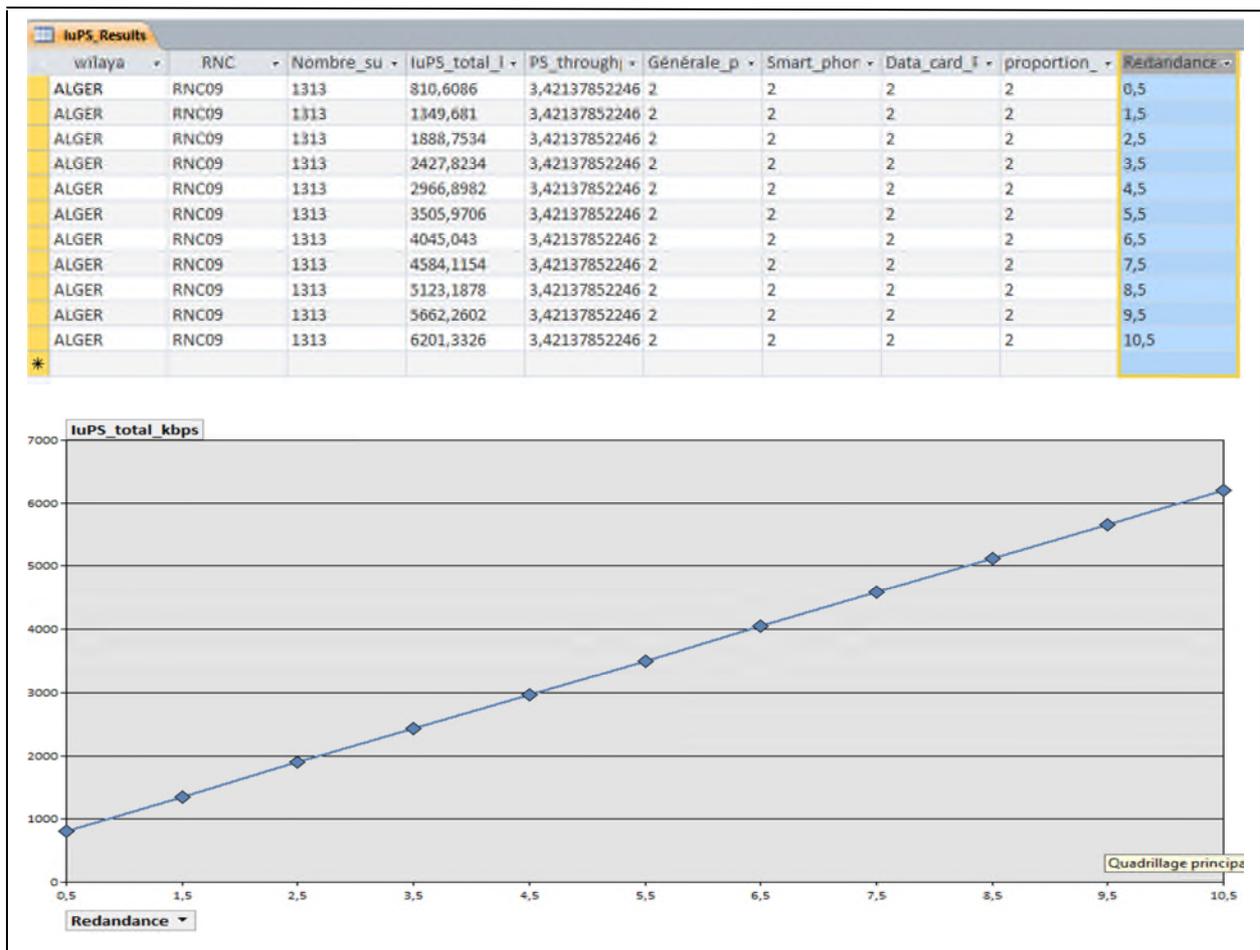


Figure IV.7 : Variation de la bande passante Iu-PS en fonction de Redondance.

IV.3 Etude des facteurs agissant sur les interfaces du réseau 2G

IV.3.1 La variation de la bande passante Abis en fonction du GOS

On observant la « figure IV .8 », on constate que la valeur de la bande passante total de l'interface Abis diminue lorsque le facteur « GOS » augmente, cela nous conduit à déduire que la valeur idéale de ce facteur doit être la plus grande que possible pour gagner en bande passante, alors qu'en réalité l'opérateur Djezzy, par exemple, a choisi la valeur 2 seulement pour ce facteur.

Nous expliquons cela qu'il y a d'autres éléments que l'opérateur doit prendre en considération comme la patience de l'abonné, car en réduisant la bande passante Iub en fonction de la qualité de service « GOS » cela engendrera un taux de blocage important qui est lui-même un facteur pris en considération par l'opérateur.

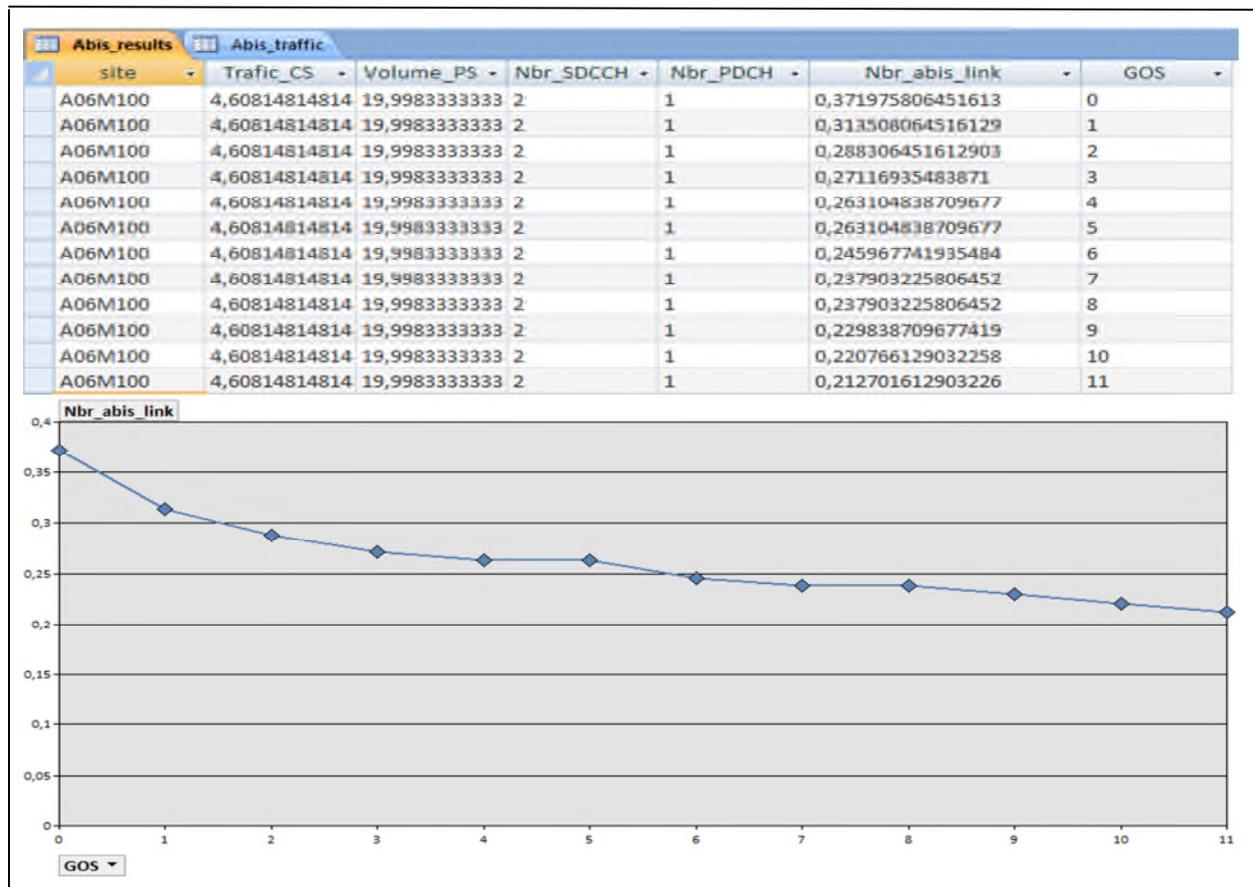


Figure IV .8 : Variation de la bande passante Abis en fonction du GOS .

IV.3.2 La variation de la bande passante Ater en fonction du paramètre GOS

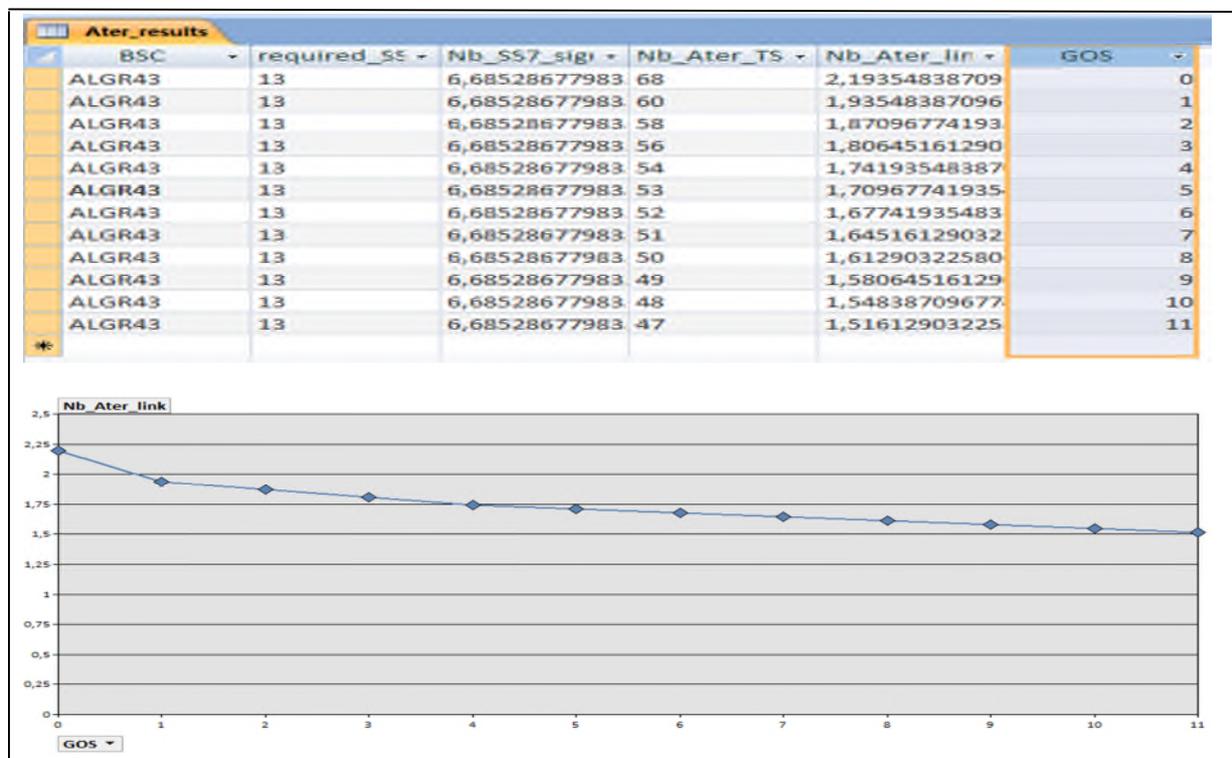


Figure IV.9 : Variation de la bande passante Ater en fonction du paramètre GOS

D'une façon similaire à l'interface Abis, en augmentant la valeur du facteur « GOS » dans cette interface la bande passante diminue et vice versa. Nous expliquons ces résultats par la nature du facteur « GOS » qui représente le pourcentage du blocage toléré par l'opérateur. Donc si l'opérateur tolère un taux de blocage élevé, cela signifie automatiquement que la quantité du trafic va diminuer, et cela va nécessiter moins de bande passante que dans le cas où le blocage est plus faible.

IV.3.3 La variation de la bande passante Gb en fonction du paramètre GOS

En variant le facteur « GOS » du Trafic PS, on constate que le nombre de TS (times slots de l'interface Gb) varié d'une manière opposée, en effet toute augmentation du facteur « GOS » se traduit par une diminution dans le nombre de TS nécessaires pour transporter le trafic donné mais cette diminution est nettement moins vite que celle observée dans l'interface Abis. Cela s'explique par la fonction « erlang c » qui prend en considération le temps d'attente de l'abonné contrairement à la fonction erlang B qui se base que sur deux situation, soit l'abonné est servi soit rejeté.

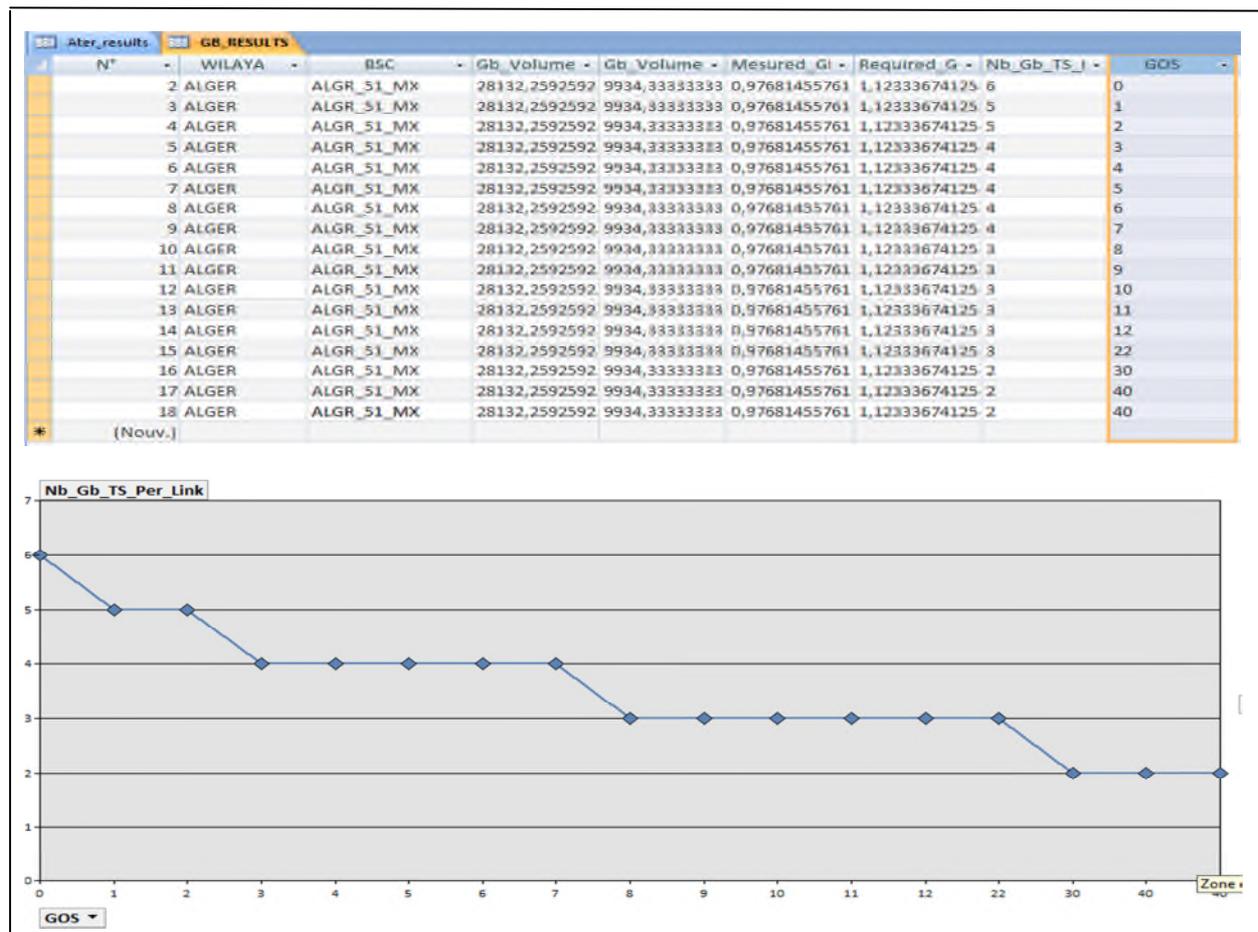


Figure IV.10 : Variation de la bande passante Gb en fonction du GOS.

IV.4 Etudes des facteurs agissant sur l'interface GI

L'interface GI est l'interface qui relie le réseau de l'opérateur vers d'autres réseaux (internet). Dans cette interface, c'est le Trafic pur qui transite sur cette dernière. Donc nous avons utilisé cette spécification pour cette interface pour estimer la bande passante réservée pour la signalisation dans tout le trajet depuis l'interface air.

En observant cette interface pendant une durée de temps on a pu dégager le graphe de la Figure IV.11

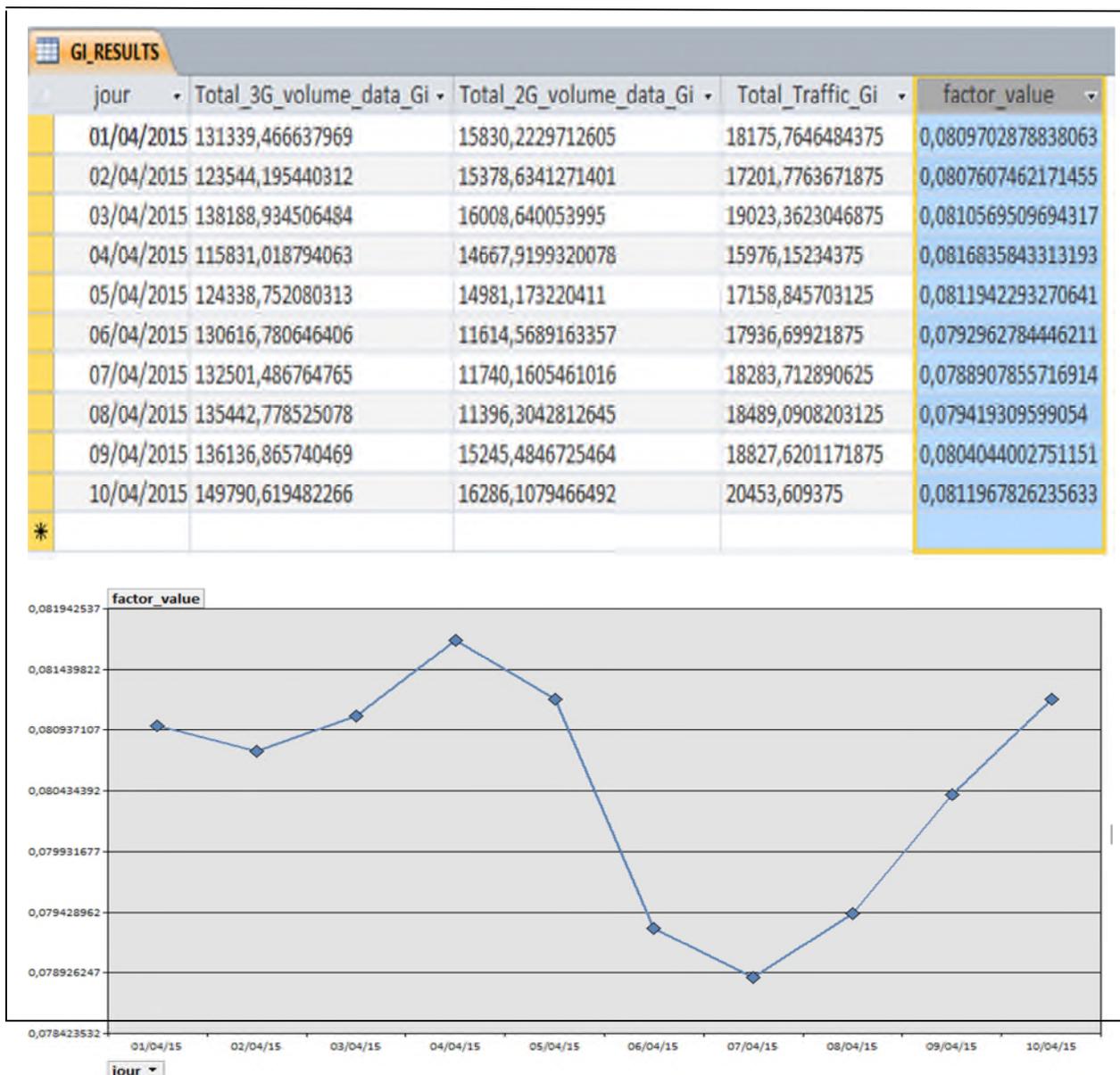


Figure IV.11 : Variation du facteur GI en fonction du temps.

IV.5 Recommandations

➤ Pour l'interface Iub

On a constaté sur le graphe que la valeur du facteur <<Activity Factor>> et « Soft Hand-Over » agissent d'une façon analogue sur la bande passante Iub. Donc pour réduire la bande passante, ces facteurs doivent être les plus petits que possible. Donc nous recommandant à l'opérateur Djazzy de réduire la valeur du soft Handover qui est par défaut 20 et aussi celle d'Activity Factor qui est 0.5.

Tandis la variation du facteur <<burst-ration>> n'influe pas sur la bande passante l'opérateur peut utiliser n'importe quelle valeur qu'il souhaite dans l'intervalle [20 100].

➤ Pour l'interface Iu-CS

Pour le facteur « CS-Voice-Penetration Ration » d'après les résultats obtenus, toute augmentation du facteur « CS-Voice-Penetration-Ration » augmente la valeur de la bande passante. Nous recommandons de donner une valeur relativement petite tout en respectant la quantité du Trafic qu'il faut faire passer sur cette interface. Car réduire la bande passante engendre aussi un taux de blocage important.

Quant au facteur « Bandwidth Usage Ration », nous avons constaté que son augmentation engendre une diminution dans la bande passante Iu-CS. Ce qui nous laisse recommander à l'opérateur d'utiliser une valeur relativement grande sans engendrer un taux de blocage important.

➤ Pour l'interface Iu-PS

On a constaté qu'en variant le paramètre « General Phone PS Penetration Ration », la bande passante Iu-PS varie d'une manière analogue. Donc pour réduire cette dernière, il faut que la valeur de ce facteur soit la plus petite que possible en tenant compte de la flexibilité qu'on doit assurer pour le Trafic.

La même tendance a été observée concernant le graphe de la « Redondance » en fonction de la bande passante Iu-PS. Sauf que ce facteur est plus influant sur la bande passante Iu-PS, par exemple la valeur 6,5 pour la « Redondance » augmente la bande

passante jusqu'à 4000kbps alors que la valeur 7 du paramètre « General Phone PS Penetration Ration » donne la valeur de 1500kbps approximativement. Donc pour ce paramètre aussi nos recommandations sont d'utiliser une faible valeur qui garde la flexibilité du Trafic.

➤ **Pour l'interface Abis**

Pour le paramètre « GOS » nous avons constaté que l'augmentation de ce dernier entraine automatiquement une diminution de la bande passante d Abis. Donc nous recommandons pour ce paramètre d'utiliser une valeur relativement grande pour gagner en bande passante, mais pas très grande parce que cela va réduire la bande passante considérablement que le nombre d'appels rejetés va augmenter.

➤ **Pour l'interface Ater**

Le graphe du paramètre « GOS » de l'interface Ater est semblable à celui dans l'interface Abis. Par conséquent, nos recommandations sont les même sauf que le taux de blocage doit être inférieure à celui dans l'interface Abis pour permettre à la totalité du Trafic venant de cette interface de passer sans risque de blocage supplémentaires. A titre d'exemple, l'opérateur Djezzy utilise un taux de blocage 1% pour l'interface Ater et 2% pour l'interface Abis.

➤ **Pour l'interface Gb**

Pour l'interface Gb nous avons constaté, d'après le graphe des variations du nombre de TS en fonction du paramètre « GOS ». L'augmentation de ce dernier soit diminuée progressivement le nombre de TS nécessaires pour l'acheminement du trafic donné avec une faible tendance.

Nous expliquons cette faible tendance par la nature même du Trafic PS qui diffère du Trafic CS. En effet, dans les services CS, si un nouvel abonné veut utiliser les ressources alors que ces dernières sont occupées l'abonné sera rejeté. Par contre, dans le cas du Trafic PS, les ressources prennent en charge chaque nouvel abonné et par conséquent cela se traduit par une lenteur dans la vitesse de transmission.

Nous recommandons pour cette interface d'utiliser une valeur relativement grande pour le paramètre « GOS » afin de gagner en bande passante, mais pas de telle sorte à engendrer un taux de blocage élevé.

IV.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons testé quelques scénarios sur notre application puis on a commenté les résultats obtenus. Enfin, on a donné des recommandations sur les choix de quelques paramètres pour l'entreprise d'accueil en l'occurrence Orascom télécom Algérie.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le but de ce projet est la conception et la réalisation d'un outil de dimensionnement des interfaces du BSS et l'UTRAN pour les réseaux GSM et UMTS. Puis remettre en cause les paramètres utilisés par l'opérateur dans les processus de dimensionnement dans chacune des interfaces BSS et l'UTRAN. En finissant éventuellement par des recommandations.

Pour arriver à ce but nous avons commencé par une étude générale sur les deux réseaux GSM et l'UMTS, en donnant un aperçu sur les techniques d'accès, les équipements des deux réseaux ainsi qu'une brève explication des deux modes de transmission ATM et IP.

Par la suite et après une brève explication fonctionnelle des interfaces en question, nous avons décrit les règles de dimensionnement de chaque interface, Sur la base de ces règles nous avons donc pu concevoir notre outil de dimensionnement « Interface_Dimensionning_Tools », nous tenons à préciser que les règles de dimensionnement sont selon l'équipementier « Alcatel » pour toutes les interfaces du réseau 2G sauf l'interface Ater où on s'est inspiré du processus donné par « Nokia Siemens Network », quant au réseau UMTS, toutes les interfaces ont été dimensionnées selon l'équipementier « Huawei ».

Nous tenons à préciser au terme de notre travail que le dimensionnement que nous avons réalisé est un dimensionnement du trafic. Quant à la signalisation, nous n'avons pas pris en considération les détails de son dimensionnement, qui nécessite autant de processus de dimensionnement que le trafic.



Bibliographie



Bibliographie

- [1] Gunnar Heine, “GSM networks. Protocols, terminology, and implementation”, Artech house, 2002

- [2] Sanchez Javier, and Mamadou Thioune, “*UMTS*”, John Wiley & Sons, 2013.
- [3] Huawei, “Flex Abis Feature Parameter Description”, 2012

- [4] Nokia Siemens Networks, “BSS Dimensioning”, 2007.
- [5] Willie W. Lu and SIEMENS, “Broadband wireless mobile 3G and Beyond”, John Wiley & Sons, 2002

- [6] Alcatel-Lucent, “BSS Dimensioning Methods in B10”, December 2008

- [7] Huawei, “WCDMA Radio network planning”, 2014

- [8] Imen HAMZA « Outil de Planification BSS pour les Réseaux GSM &GPRS de TUNISIANA », Rapport de projet de fin d'étude Ecole Supérieur des Communication de Tunis. Année universitaire : 2004/2005.

- [9] Ericsson, “ATM Transport in WCDMA RAN”, 2009.

A decorative border composed of black, ornate floral and scrollwork elements. It features a central floral motif with a star-like shape in the top-left and bottom-right corners, connected by elegant, curving lines.

Annexes

Annexe A

La signalisation SS7 et LAPD

1. La signalisation SS7

Parallèlement à la numérisation du réseau téléphonique commuté, la nécessité d'améliorer la rapidité des échanges de signalisation a été ressentie.

De nouveaux services comme le transfert d'appel ont été ouverts. Ils peuvent nécessiter un échange de signalisation sans établissement réel d'un circuit de communication. Il a donc fallu séparer la signalisation de la transmission et faire transiter cette signalisation sur des liaisons spécifiques. C'est la signalisation par canal sémaphore.

La signalisation par canal sémaphore est une méthode dans laquelle le canal sémaphore achemine sous forme de trames sémaphores, l'information de signalisation se rapportant à des circuits ou à des messages de gestion et de supervision.

L'ensemble de canaux de signalisation forme un réseau spécialisé dans le transfert de la signalisation, appelé SS7. Ce réseau sémaphore numéro 7 fonctionne suivant le principe de la commutation de paquets. Il possède des routeurs de paquets appelés point de transfert et des équipements terminaux qui sont des centraux téléphoniques, des serveurs et des bases de données. Ces derniers sont appelés des points sémaphores.

1.1 Le réseau SS7

Le réseau SS7 consiste par soit directement par une interconnexion des points de signalisation (SP) ou bien ces point de signalisation sont relié à travers des point de Transfert signalisation (STP)

Un SP est un node du réseau qui permet le traitement des messages jusqu' à la couche utilisateur, Tandis que les points STP qui servent de routeur des messages provenant d'un ou plusieurs SP vers un ou plusieurs SP consiste seulement de la couche 1 jusqu'à 3.



Figure1 : Liaison directe SP-SP

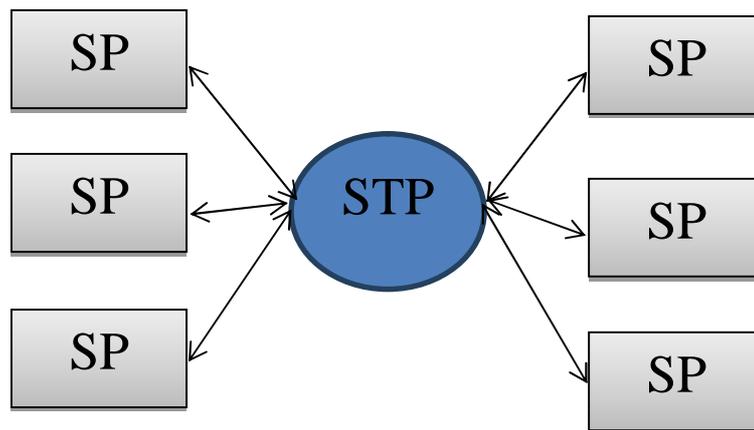


Figure 2 : Un STP qui interconnecte plusieurs SP

1.2 La structure d'un message SS7

En s'intéressant seulement à la partie transmission du message (MTP) sans prendre en considération au rôle du message on constate que celui-ci est composé de 3 couches du modèle OSI, la structure du message est faite suivant la couche 2 du réseau (liaison) dont la structure générale est illustrée dans la (figure 3).

la structure générale du message contient des (flag) qui sont des séquences de protection pour éviter le chevauchement des messages puis une séquence (FCS) qui sert de drapeau qui peut être recalculée par le récepteur afin de vérifier l'authenticité du message (comme c'est le cas aussi pour la signalisation LAPD), un champ d'information qui dépend du type du message, et enfin un champ LI « length indentification » qui donne une information sur la longueur du champ d'information qui est toujours 0,1 ou 2 en hexadécimale suivant le type du message.



Figure 3 : Format générale d'un message SS7

1.3 Types de message SS7

Trois types de message ont été définis dans ce réseau « fill-in-signal-unit » (FISU) qui est utilisé pour la supervision des liens de transmission en absence du trafic et « link status signal unit » (LSSU) qui est à son tour utilisé juste pour mettre en service le lien de transmission ou bien au contraire le mettre hors service et « message signal unit » (MSU) utilisé pour transporter la signalisation pour le trafic échangé entre deux réseaux distincts .Il est à signaler qu' il n'existe pas de champ pour distinguer le type des messages sauf que on peut les distinguer à partir de leurs longueurs.

2. La signalisation LAPD

c'est la signalisation utilisée pour l'interface Abis , la trame LAPD présente des ressemblances à celle utilisé pour SS7 , la trame LAPD est composée : de flag au début et la fin du message qui sont des drapeau qui annoncent le début et le fin de la trame, champ de contrôle , champ d'adresses et un champ de vérification (checksum Field).

- **Flag** chaque trame LAPD commence et s'achève par un flag qui consiste en une séquence de zéro suivie de six un consécutifs et un zéro à la fin (01111110) qui correspond à 7E en hexadécimale, elle est utilisée comme indicateur du début et la fin de la trame.
- **Champ de contrôle** la longueur de cette séquence dépend du type de la trame, elle permet d'identifier le type de trame et son rôle.
- **Champ de vérification (FCS)** elle est utilisée pour la détection d'éventuelles erreurs, la séquence envoyé dans ce champ est calculé à partir des données du premier flag jusqu'à a cette séquence, le récepteur recalculera cette valeur et la compare avec la valeur envoyé dans ce champ, en cas d'erreur il défendra la retransmission de la trame
- **Champ d'adresse** ce champ contient des informations sur la destination du message et l'ordre de priorité de ce dernier.

01111110	FCS	Données	Champ de contrôle	Champ d'adresse 16	01111110
----------	-----	---------	-------------------	--------------------	----------

Figure 4 : Format général d'une trame LAPD

Annexe B

Erlang B et Erlang C

1. Erlang B

La probabilité de blocage c'est le pourcentage du trafic qui ne peut être servi à cause de l'occupation de toutes les ressources ce trafic va être automatiquement rejeté.

Un opérateur doit chercher un compromis entre la probabilité de blocage et les ressources disponible (TCH, SDCCH ...)

Les systèmes dont on tient compte du blocage peuvent être décrits mathématiquement suivant la formule d' Erlang B suivante :

$$B = \frac{\frac{A^n}{n!}}{\sum_{i=0}^n \frac{A^i}{i!}}$$

A : trafic offert.

N : nombre de TS nécessaires.

B : probabilité de blocage.

2. Erlang C

L'hypothèse qu'un abonné qui n'est pas servi est rejeté n'est valable que dans le cas du Trafic (CS) en revanche dans le trafic data la surcharge des ressources se traduit par une lenteur du débit de transmission, et pas par la rejection des nouveaux utilisateurs. Erlang C est représenté sur la formule suivante :

$$P_1 = P(W) = \frac{\frac{A^n \cdot n}{n! \cdot (n-A)}}{\left(\sum_{i=0}^{n-1} \frac{A^i}{i!} \right) + \frac{A^n \cdot n}{n! \cdot (n-A)}}$$

P1 : probabilité d'attente

N : nombre de TS

A : trafic offert

Résumé:

L'objectif de ce projet est de concevoir un outil de dimensionnement d'interfaces, pour les deux sous-systèmes radio BSS et UTRAN, pour atteindre cet objectif nous avons commencé par une étude générale des deux réseaux GSM et UMTS ensuite expliquer les processus de dimensionnements pour chaque interface étudiée. On a implémenté ces différents processus dans l'application « interfaces_dimensionning_tool » qu'on a réalisé sous le langage C#.

Enfin nous avons testé quelques scénarios afin d'étudier certains facteurs dans chaque interface, ensuite après avoir commenté les résultats obtenus nous avons proposé des recommandations pour l'opérateur OTA.

Abstract:

The aim of this project is to develop an interfaces dimensioning tool for both BSS and UTRAN sub-system, to reach this goal, we started with a general study of both GSM and UMTS network, and then explain the process of dimensioning for each interface.

This different process was implemented the application "Interface Dimensioning Tool", which we realized with C# language.

Finally, we tested some scenarios to study some factors in each interface, then after discussing the results we have proposed recommendations for the OTA operator .