



ក្រសួងអប់រំ យុវជន និង កីឡា
វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកម្ពុជា



ដេប៉ាតឺម៉ង់ ទេពកោសល្យ អគ្គិសនី និង ថាមពល

គំរោងសញ្ញាប័ត្រវិស្វកម្ម

- ប្រធានបទ** : បណ្តាញ GSM, ការដំឡើង BTS (DBS3900)
- និស្សិត** : លោក ង វិច្ឆិកា
- ឯកទេស** : អគ្គិសនី និង ថាមពល
- គ្រូទទួលបន្ទុក** : លោក ខុច មករា
- ឆ្នាំសិក្សា** : ២០០៩ - ២០១០

**MINISTERE DE L'EDUCATION,
 DE LA JEUNESSE ET DES SPORTS**

INSTITUT DE TECHNOLOGIE DU CAMBODGE

DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

- Titre** : Réseau GSM, installation de BTS (DBS3900)
- Etudiant** : M. PHOR Vicheka
- Spécialité** : Electricité et Energétique
- Maître de stage** : M. KHOV Makara
- Année scolaire** : 2009 - 2010



ក្រសួងអប់រំ យុវជន និង កីឡា



វិទ្យាស្ថានបច្ចេកវិទ្យាកម្ពុជា ដេប៉ាតឺម៉ង់ ទេពកោសល្យ អគ្គិសនី និងថាមពល

គំរោងសញ្ញាប័ត្រវិស្វកម្ម
របស់និស្សិត ឆ វិធីកា

កាលបរិច្ឆេទការពារសារណា: ១៤ មិថុនា ២០១០

អនុញ្ញាតអោយការពារគំរោង

នាយកវិទ្យាស្ថាន _____

រាជធានីភ្នំពេញ ថ្ងៃទី ខែ មិថុនា ឆ្នាំ ២០១០

ប្រធានបទ : បណ្ណាញ GSM, ការដំឡើង BTS (DBS3900)

សហគ្រាស : អ៊ិនថេកខេម ស៊ីវិស

ប្រធានដេប៉ាតឺម៉ង់ : លោក ជី ជាប៊ុក

សាស្ត្រាចារ្យជំនាញគំរោង : លោក ខុន មករា

អ្នកទទួលខុសត្រូវក្នុងសហគ្រាស : លោក ហួត ជុំ

រាជធានីភ្នំពេញ ឆ្នាំ ២០១០



**MINISTRE DE L'EDUCATION,
DE LA JEUNESSE ET DES SPORTS**



**INSTITUT DE TECHNOLOGIE DU CAMBODGE
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE ET ENERGETIQUE**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES INGENIEUR

DE M. PHOR Vicheka

Date de soutenance : le 14 juin 2010

« Autorise la soutenance du mémoire »

Directeur de l'Institut : _____

Phnom Penh, le ____ juin 2010

Titre : RESEAU GSM, INSTALLATION DE BTS (DBS3900)

Etablissement du stage : INTECHCOM SERVICES CO., LTD

Chef du département : M. CHY Cheapok

Professeur d'encadrement du Projet : M. KHOV Makara

Responsable dans l'établissement : M. HUOT Chum

PHNOM PENH 2010

REMERCIEMENTS

Jusqu'à maintenant, mes études et mon stage sont tout à fait accomplis avec succès. Mais, je ne peux pas réaliser tout seul cette victoire. En fait, il y a plusieurs personnes qui ont participé à cette réalisation et je n'oublierai cela jamais.

Je tiens tout d'abord à remercier son Excellence OM Romny, directeur général de l'Institut de Technologie du Cambodge (ITC) pour sa bonne gestion de l'institut et surtout son autorisation qui permet de faire la soutenance de mon mémoire de fin d'études afin de compléter mon programme universitaire.

Merci à M. NUTH Sothân, vice-directeur général, chargé des Études de l'ITC, pour avoir bien préparé et géré tous les programmes de l'ITC. Ces programmes correspondant bien aux normes universitaires permettent à tous les enseignants de l'ITC d'être efficaces dans leurs missions d'enseignement.

Merci à M. CHUNHIENG Thavarith, vice-directeur général, chargé des relations extérieurs de l'ITC pour ses bonnes relations avec les établissements partenaires à l'ITC francophones et anglophones faisant partie intégrante de l'enseignement à l'ITC et pour la gestion transparente de la distribution des bourses aux étudiants de l'ITC.

Merci à M. PHOL Norith, vice-directeur général, chargé des projets et des plannings de l'ITC pour ses bonnes coopérations avec les institutions et les pays qui donnent des projets et qui sont toujours en contact avec l'ITC.

Je voudrais également exprimer mes profondes gratitude à M. CHY Cheapok, chef du Département de Génie Electrique et Energétique (GEE) et à tous les professeurs pour leurs enseignements, leurs recommandations constructives, leurs explications, leurs conseils, leurs devoirs permettant de mener mes études à terme.

Je remercie profondément M. KHOV Makara, mon maître de stage pour ses recommandations, son temps et son aide.

Je remercie la compagnie INTechCom Services Co., Ltd. pour son accueil chaleureux. Et, je remercie aussi M. HUOT Chum, mon tuteur de stage, vice directeur général, et tous personnels de BSS département de INTechCom Services Co., Ltd., de m'avoir donné de bons conseils liés à leurs compétences qui seront bientôt utiles à mes parcours professionnels.

Merci à tous ceux et surtout à tous mes amis qui m'ont aidé pendant mes études et aussi durant mon stage.

Finalement, je remercie tout spécialement mes parents pour leurs précieux conseils, leurs encouragements et leurs aides financières qui sont extrêmement importantes pour que je puisse poursuivre mes études supérieurs.

Je leur souhaite bonne santé, bonne chance et bon succès dans leur travail.

RESUME

Le système de télécommunication est très important non seulement pour la communication autour du monde mais aussi le développement dans un pays. Parler du système de télécommunication, il nous fait penser tout de suite au système de GSM qui est maintenant très connu du grand public dans le monde. Le système de GSM nous facilite à communiquer effectivement, pourtant il nous fait mal à la tête quand on pense à la création de ce système. Ce mémoire est concentré sur la planification cellulaire et l'installation de BTS (DBS3900) qui sont importants dans le système de GSM.

SUMMARY

The telecommunication system is not only very important for the communication around the world but also for the development in a country. Speaking of the telecommunication system, it makes us think immediately about the GSM system that is now widely known in the world. The GSM system facilitates us to communicate effectively, yet it makes us headache when we think about the creation of this system. This memoir is concentrated on the cell planning and the installation of BTS (DBS3900) that are important in the GSM system.

INTRODUCTION

Les télécommunications sont actuellement en évolution rapides et très connues du grand public dans le monde. Le système GSM (Global System for Mobile Communication) qui est un système de télécommunication, est maintenant très important pour le développement au Cambodge. Cela m'intéresse et m'a poussé à trouver un stage dans le domaine de la télécommunication. Pendant 3 mois du stage à l'entreprise INTechCom Services Co., Ltd en lisant des documents et en faisant les pratiques à la station de base, j'ai appris beaucoup de choses sur le système GSM, la planification cellulaire, et le travail dans la partie de BTS. Je me permets donc de mettre tout ce que j'ai appris pendant le stage dans un mémoire qui présente les bases nécessaires, les concepts et les illustre par de nombreuses figures et quelques exemples.

Ce mémoire est composé de 4 chapitres :

- Le chapitre 1 : Présentation de l'entreprise et du stage, parle de l'histoire de l'entreprise et les activités pendant mon stage.
- Le chapitre 2 : Principe général de GSM et de BTS. Pour Le principe général de GSM, il présente la définition de GSM et l'architecture du réseau de GSM. Et pour le principe général de BTS, il aborde la fonction de BTS, la capacité de BTS, la puissance de BTS, la configuration de BTS-BSC, l'antenne et la cellule.
- Le chapitre 3 : Planification cellulaire, explique les 7 étapes pour faire la planification cellulaire y comprise l'analyse du trafic et de la couverture, la planification de celle nominale, les études, le dessin du système, la mise en œuvre, le réglage du système et l'augmentation / changement du système.
- Le chapitre 4 : Installation de BTS (DBS3900), illustre brièvement tous les étapes pour installer la BTS (DBS3900) dans l'entreprise INTechCom Services Co., Ltd.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

RESUME

INTRODUCTION

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

CHAPITRE 1

PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET DU STAGE 1

I. Présentation de l'entreprise..... 1

I.1 Historique de l'entreprise 1

I.2 Localisation..... 1

I.3 Organisation administrative..... 2

II. Présentation du stage 3

CHAPITRE 2

PRINCIPE GENERAL DE GSM ET DE BTS 4

I. Principe Général de GSM..... 4

I.1 Définition de GSM 4

I.2 Architecture du réseau GSM 5

II. Principe Général de BTS 7

II.1 Fonctions de BTS 7

II.2 Capacité de BTS 8

II.3 Puissance de BTS 9

II.4 Configuration de BTS-BSC..... 9

II.5 Antenne..... 9

II.6 Cellule..... 10

CHAPITRE 3

PLANIFICATION CELLULAIRE..... 11

I. Analyse du trafic et de la couverture..... 12

I.1 Trafic..... 12

I.2 Méthode de calcul du nombre de BTS requis..... 12

II. Planification de celle nominale..... 14

II.1 Planification de fréquence 14

II.1.1 Découpage des cellules 14

II.1.2	Réutilisation de fréquence.....	15
II.1.3	Rapport $C/(I+N)$	18
II.2	Détermination des paramètres d'un site	20
II.2.1	Longueur d'onde	20
II.2.2	Puissance et propagation en espace libre	20
II.2.3	Modèle de propagation.....	21
II.2.4	Bilan liaison	23
II.2.5	Zone de Fresnel.....	24
II.3	Planification de transmission.....	25
III.	Études	26
IV.	Dessin du système	26
V.	Mise en œuvre et réglage du système.....	26
VI.	Augmentation / Changement du système	26

CHAPITRE 4

INSTALLATION DE BTS (DBS3900)	27
I. Informations d'un projet	27
II. Emplacement d'un site et les informations de BTS.....	28
II.1 Emplacement d'un site	28
II.2 Informations de BTS.....	29
III. Installation et la mise en œuvre de DBS3900	29
IV. Document de « PAT (Preliminary Acceptance Tests) »	31
V. Document de « Fixe Assets ».....	31
VI. Maintenance d'un site et le changement d'un site.....	32
VII.Obstacles et solutions	32

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

Annexes 1

Annexes 2

Annexes 3

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure	Page
Figure 1.1 : Entreprise INTechCom Services Co., Ltd	2
Figure 1.2 : Diagramme d'organisation administrative.....	2
Figure 2.1 : TDMA et FDMA	4
Figure 2.2 : Architecture GSM.....	6
Figure 2.3 : Chaîne de transmission	8
Figure 2.4 : Types d'antennes de station de base	9
Figure 2.5 : Omnidirectionnelle cellule et Secteur cellule	10
Figure 3.1 : Planification cellulaire	11
Figure 3.2 : Diagramme de méthode de calcul du nombre de BTS requis.....	13
Figure 3.3 : Découpage en cellules plus petites.....	14
Figure 3.4 : Modèles cellulaires les plus utilisés	15
Figure 3.5 : Distance de la zone couverture	16
Figure 3.6 : Ouverture (Beamwidth) Horizontale et Verticale d'antenne sectorisée	16
Figure 3.7 : Distance de la réutilisation de fréquence (omnidirectionnelle cellule).....	17
Figure 3.8 : Rapport signal sur bruit.....	19
Figure 3.9 : Bilan de liaison	24
Figure 3.10 : Zone de Fresnel.....	25
Figure 4.1 : Fenêtre du Programme « <i>Garmin</i> » (Map Source)	28
Figure 4.2 : Photo d'un site DBS3900.....	29
Figure 4.3 : Installation de DBS3900	30
Figure 4.4 : Fenêtre du programme « <i>Site Maintenance Terminal</i> ».....	30
Figure 4.5 : Photo de « <i>Fixe Assets</i> » pour « <i>BTS outdoor, PMU</i> ».....	31
Figure 4.6 : Diagramme d'obstacles de l'installation de BTS (DBS3900)	33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
Tableau 2.1 : Principales caractéristiques de l'interface radio GSM	5
Tableau 3.1 : Exemple de la réutilisation de fréquence.....	17
Tableau 3.2 : Affaiblissement du modèle d'Okumura-Hata et de COST 231-Hata.....	22
Tableau 3.3 : Application du modèle d'Okumura-Hata et de COST 231-Hata	23
Tableau 4.1 : Tableau de RNP (Radio Network Planning)	29
Tableau 4.2 : Tableau de « <i>Fixe Assets</i> »	31

LISTE DES ABREVIATIONS

APM	: Advance Power Module
AMRF	: Access Multiple à Répartition en Fréquence
AMRT	: Access Multiple à Répartition dans le Temps
AUC	: AUthentication Center
BBU	: Base Band Unit
BSBC	: Universal BBU Subrack Backplane Type C
BSC	: Base Station Controller
BSS	: Base Station Sub-system
BTS	: Base Transceiver Station
CCD	: Cell Design Data
CPRI	: Common Protocol Radio Interface
DBS	: Distributed Base Station
DCS 1800	: Digital Communication System 1800 ou Digital Cellular System 1800
DDF	: Digital Distribution Frame
E-GSM 900	: Extended GSM 900
EIR	: Equipment Identity Register
EIRP	: Effective Isotropic Radiated Power
EMUA	: Environment Monitoring Unit type A
FDMA	: Frequency Division Multiple Access
GMSC	: Gateway Mobile-services Switching Center
GSM	: Global System for Mobile communications
GOS	: Grade Of Service
GPS	: Global Positioning System
GTMU	: Transmission & Timing & Management Unit for BBU
HLR	: Home Location Register
IBBS	: Integrated Backup Battery System
IDU	: InDoor Unit
IF	: Intermediated Frequency
LAN	: Local Area Network
LMT	: Local Maintenance Terminal
ME	: Mobile Equipement
MMI	: Man Machine Interface
MS	: Mobile Station
MSC	: Mobile-services Switching Center
NSS	: Network Sub-System

OM : Operation and Maintenance
OMC : Operation and Maintenance Center
OMSS : Operation and Maintenance Sub-System

PA : Power Amplifier
PAT : Preliminary Acceptance Tests
PCS 1900 : Personal Communication System 1900
PDU : Power Distribution Unit
P-GSM 900 : Primary GSM 900
P.I.R.E : Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente
PLMN : Public Land Mobile Network
PMU : Power Monitoring Unit
PSTN : Public Switched Telephone Network
PSU : Power Supply Unit

RF : Radio Frequency
RNP : Radio Network Planning
RTCP : Réseau Téléphonique Commuté Public
RRU : Remote Radio Unit

SIM : Subscriber Identity Module

TCH : Traffic Channel
TDMA : Time Division Multiple Access

VLR : Visitor Location Register

UBFA : Universal BBU Fan Unit Type A
UEIU : Universal Environment Interface Unit
UELP : Universal E1/T1 Lighting Protection unit
UPEU : Universal Power and Environment interface unit

CHAPITRE 1

PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET DU STAGE

I. Présentation de l'entreprise

I.1 Historique de l'entreprise

INTechCom Services Co., Ltd qui s'implante depuis 2008, est une branche de l'entreprise de BoRal Cooperation (BRC). INTechCom Services Co., Ltd qui fournit le service en matière du système de Télécommunications :

- Pour le département civil :
 - ❖ designer des plans des stations de base
 - ❖ construire des stations (le tour d'antenne et le bâtiment)
- Pour le département de sous-système radio (*BSS : Base Station Subsystem*) :
 - ❖ l'installation, la commission et la maintenance de station de base (*BTS*), de Micro-onde (*Micro-wave*) et de contrôleur de station de base (*BSC*)

De 2008 jusqu'à maintenant, INTechCom Services Co., Ltd a attiré beaucoup de confiance de ses clients :

- CamGSM (MobiTel) 012, 017, 077, 089, 092
- Mfone 011, 085, 099
- HelloGSM 015, 016, 081
- Alcatel-Lucent
- Siemen
- Huawei Technologie Co., Ltd.
- Sotelco (Beeline) 067, 068, 090
- Star Cell 098
- Cube 013

I.2 Localisation

INTechCom Services Co., Ltd se situe au N^o 56 rue 337 Boeung Kok II, Toul Kouk, Phnom Penh, Cambodge.

Tél : (+855)12 799 997

Fax : (+855)23 881 599

Courriel : tongboral@boralgroup.com

[http : //www.boralgroup.com](http://www.boralgroup.com)



Figure 1.1 : Entreprise INTechCom Services Co., Ltd

I.3 Organisation administrative

INTechCom Services Co., Ltd emploie environ 50 personnes. L'organisation administrative de l'entreprise est indiquée dans la figure 1.2 ci-dessous :

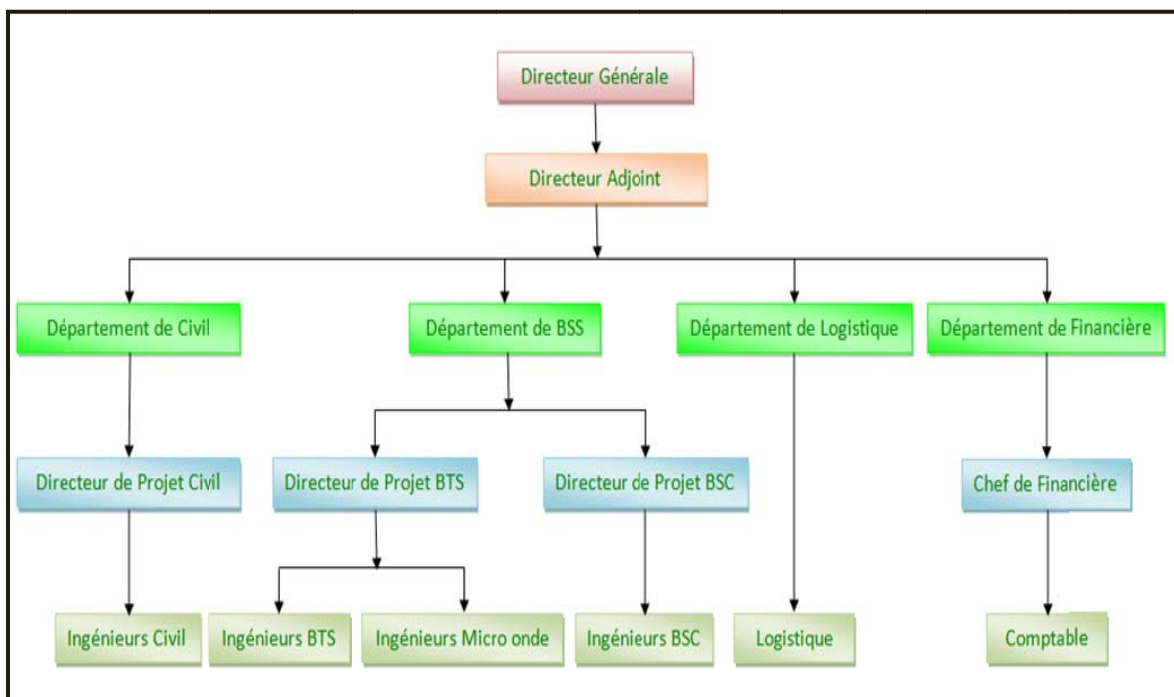


Figure 1.2 : Diagramme d'organisation administrative

II. Présentation du stage

Chaque année tous les étudiants d'ingénieurs en 5^{ème} année de tous les départements à l'ITC, doivent faire un stage durant le deuxième semestre pour compléter leur programme d'études.

Pour moi, j'ai fait un stage pendant 3 mois du 15 février 2010 au 15 mai 2010 à l'entreprise INTechCom Services Co., Ltd. Pendant cette période, les choses que j'ai faites sont les suivantes :

- Lire beaucoup de documents concernant le réseau GSM, la planification du réseau, l'installation, la commission et la maintenance de station de base (*BTS*) et de Micro-onde (*Micro-wave*)
- Passer beaucoup de temps à la station de base (*BTS*) à Phnom Penh et aussi en province pour apprendre à travailler et connaître la différence entre le travail et les cours.

J'ai tout d'abord travaillé sur le « *Fixe Asset Document* » qui est un travail de coller les labels, noter les numéros des équipements et prendre la photo. Ce travail m'a permis de connaître les équipements de BTS, surtout tous les unités de la DBS3900. Ensuite, j'ai participé à des réunions de la compagnie pour apprendre le nouveau projet « Phase 3.1 de Sotelco (Beeline) compagnie ». Je lui ai donc demandé tous les documents et les programmes concernant ce nouveau projet. Après avoir participé à cette réunion et lu ces documents, j'ai compris les choses à faire pour un tel projet, y compris le travail de BTS et de Micro-onde. Je travaillais tout de suite sur le programme « *Garmin* » (la source de carte ou en anglais *Map Source*), le programme de BTS, et aussi de Micro-onde pour pouvoir travailler. Puis, je suis passé en province de Kompong Cham pendant 4 jours pour faire le travail de BTS et de Micro-onde qui m'ont apporté beaucoup de connaissance sur le programme de BTS et de Micro-onde, et sur l'organisation et l'adaptation rapide au travail.

Pour tout dire, ce stage m'a beaucoup intéressé au travail de BTS, la planification du réseau et le système de télécommunication (le réseau GSM).

CHAPITRE 2

PRINCIPE GENERAL DE GSM ET DE BTS

Les systèmes de radiotéléphonie mobile GSM sont maintenant très connus du grand public dans le monde. Dans ce chapitre, on aborde certaines notions de base concernant :

- Le Principe Général de GSM : la définition de GSM et l'architecture du réseau GSM
- Le Principe Général de BTS : la fonction de BTS, la capacité de BTS, la puissance de BTS, la configuration de BTS-BSC, l'antenne et la cellule.

I. Principe Général de GSM

Cela décrit la définition de GSM et l'architecture du réseau GSM.

I.1 Définition de GSM

Le GSM (*Global System for Mobile communications*), appelé initialement Group Spécial Mobile, est un réseau de radio cellulaire numérique qui est un système TDMA bande moyenne (200 kHz) à duplexage fréquentiel où huit communications simultanées peuvent être multiplexées sur un même couple de fréquences.

Le multiplexage est une technique qui consiste à faire passer plusieurs informations à travers un seul support de transmission. Elle permet de partager une même ressource entre plusieurs utilisateurs.

L'AMRT (*Accès Multiple à Répartition dans le Temps ou en anglais, TDMA pour Time Division Multiple Access*) est une technique permettant à des terminaux de partager la capacité d'une liaison en utilisant une technique de répartition dans le temps (multiplexage temporel). Par ce moyen, une fréquence peut être utilisée par plusieurs abonnés simultanément.

L'AMRF (*Accès Multiple à Répartition en Fréquence ou en anglais, FDMA pour Frequency Division Multiple Access*) est une technique permettant à des terminaux de partager la capacité d'une liaison en utilisant une technique de répartition en fréquence (multiplexage en fréquence). Chaque terminal se voit attribuer une bande de fréquences distincte.

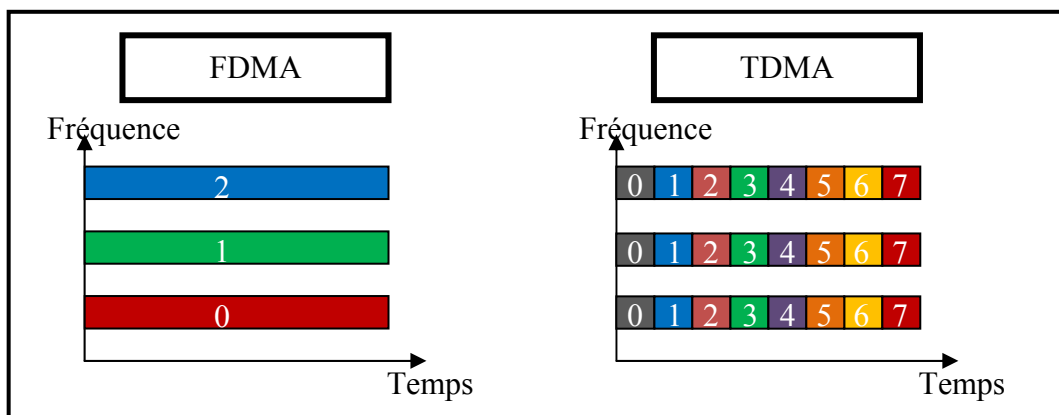


Figure 2.1: TDMA et FDMA

Pour répondre à l'augmentation de trafic, le réseau GSM a été développé en différents types où ses différences ne portent que sur les bandes utilisées, ceux-ci sont :

- GSM 450 : Système GSM dans la bande 450.4 à 457.6 MHz (voie montante) et 460.4-467.6 MHz (voie descendante).
- GSM 480 : Système GSM dans la bande 478.8 à 486 MHz (voie montante) et 488.8-496 MHz (voie descendante).
- GSM 850 : Système GSM dans la bande 824 à 849 MHz (voie montante) et 869-894 MHz (voie descendante).
- P-GSM 900 ou GSM 900 : *Primary GSM*. Désigne un système GSM utilisant seulement la bande définie à l'origine : 890-915 MHz (voie montante) et 935-960 MHz (voie descendante).
- E-GSM 900 : *Extended GSM*. Désigne un système GSM utilisant la bande étendue 880-915 MHz (voie montante) et 925-960 MHz (voie descendante).
- DCS 1800 : *Digital Communication System 1800 (Digital Cellular System)*. Système GSM dans la bande 1710-1785 MHz (voie montante) et 1805-1880 MHz (voie descendante).
- PCS 1900 ou GSM 1900 : *Personal Communication System*. Transposition de GSM aux bandes de fréquences 1850-1910 MHz (voie montante) et 1930-1990 MHz (voie descendante).

Tableau 2.1 : Principales caractéristiques de l'interface radio GSM

Système		P-GSM 900	E-GSM 900	GSM 1800	GSM 1900
Bande de fréquence	Voie montante	890-915 MHz	880-915 MHz	1710-1785 MHz	1850-1910 MHz
	Voie descendante	935-960 MHz	925-960 MHz	1805-1880 MHz	1930-1990 MHz
Occupation spectrale/ Largeur de bande		25 MHz	35 MHz	75 MHz	60 MHz
Ecart duplex		45 MHz	45 MHz	95 MHz	80 MHz
Espacement entre porteuse		200 KHz	200 KHz	200 KHz	200 KHz
Accès multiple		FDMA et TDMA	FDMA et TDMA	FDMA et TDMA	FDMA et TDMA
Nombre canaux (TDMA)		8	8	8	8
Nombre porteuses (FDMA)		125	175	375	300
Nombre canaux totale		992	1392	2992	2392
Débit de la parole		13 kbit/s	13 kbit/s	13 kbit/s	13 kbit/s
Modulation		GMSK	GMSK	GMSK	GMSK
Rapidité de modulation		271 kbit/s	271 kbit/s	271 kbit/s	271 kbit/s

I.2 Architecture du réseau GSM

Le réseau GSM peut se découpler en trois sous-ensembles :

- Le sous-système radio (*BSS, Base Station Sub-system*) qui assure les transmissions radioélectriques et gère la ressource radio ;

- Le sous-système d'acheminement appelé couramment réseau fixe (*NSS, Network Sub-System*) qui comprend l'ensemble des fonctions nécessaires à l'établissement des appels et à la mobilité, c'est-à-dire son rôle principale est de contrôler les communications entre les utilisateurs mobiles et d'autres utilisateurs ;
- Le sous-système d'exploitation et de maintenance (*OMSS, Operation and Maintenance Sub-System*) qui permet à l'exploitant d'administrer son réseau, à commander et surveiller le système de GSM.

L'équipement terminal (*MS : Mobile Station*) est alternativement inclus ou exclu du sous-système radio suivant le contexte. Le MS est un terminal GSM muni d'une carte SIM (*Subscriber Identity Module*) et susceptible de fonctionner sur un réseau et d'identifier un utilisateur.

La séparation des fonctions entre le BSS et le NSS nécessite de faire la distinction entre l'aspect itinérance et la mobilité radio. L'itinérance est définie par la possibilité d'utiliser un terminal de télécommunications en un point quelconque.

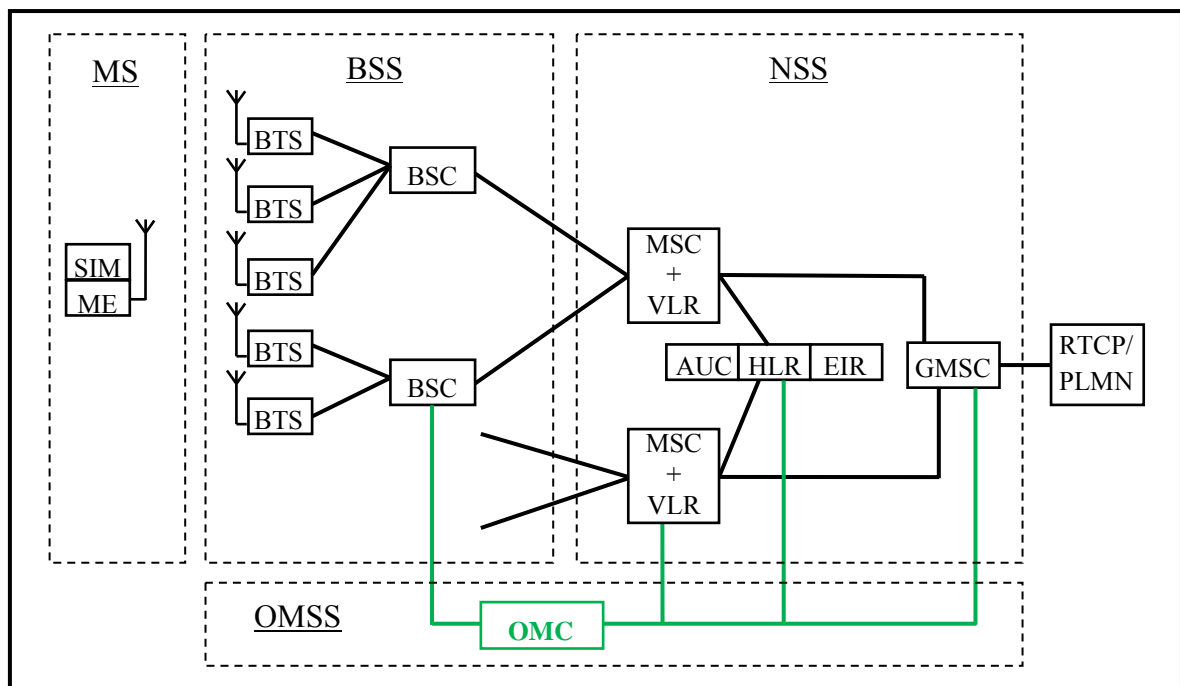


Figure 2.2 : Architecture GSM

L'équipement terminal MS comprend :

- ME (*Mobile Equipment*) qui est un terminal GSM ;
- SIM (*Subscriber Identity Module*) qui est une carte s'insérant dans le ME et contenant toutes les informations d'abonnement.

Le sous-système radio BSS comprend :

- BTS (*Base Transceiver Station*) qui est un équipement composé des émetteurs/récepteurs radios et constituant l'interface entre le BSC et les mobiles ;
- BSC (*Base Station Controller*) qui est un contrôleur de station de base. Cet équipement commande une ou plusieurs BTS et gère la ressource radio (allocation de canal pour un appel, décision du hand-over).

Le sous-système d'acheminement appelé couramment réseau fixe NSS comprend :

- MSC (*Mobile-services Switching Center*) qui est des commutateurs mobiles associés en général aux bases de données VLR (*Visitor Location Register*) et qui permet de gérer les appels départs et arrivées ;
- VLR (*Visitor Location Register*) qui est une base de données, associée à un ou plusieurs MSC (dans la pratique), qui contient les profils ou caractérisation des abonnés et la zone de localisation où ils se trouvent ;
- HLR (*Home Location Register*) qui est une base de données de localisation et de caractérisation des abonnés ;
- AUC (*AUthentication Center*) qui est un centre d'authentification des abonnés d'un réseau GSM. Il fournit les paramètres nécessaires pour des fonctions d'authentification et de chiffrement à l'aide de vérifier l'identité des utilisateurs ;
- EIR (*Equipment Identity Register*) qui est une base de données contenant les identités des terminaux mobiles (elle permet par exemple d'établir des listes noires contenant les numéros des terminaux volés) et qui est employé pour la sécurité ;
- GMSC (*Gateway Mobile-services Switching Center*) qui est un MSC passerelle réalisant l'interface entre le PLMN et le RTCP pour les appels à destination d'un mobile. Le PLMN (*Public Land Mobile Network*) est un réseau GSM opéré par un opérateur particulier sur un territoire. Le RTCP et un Réseau Téléphonique Commuté Public, en anglais PSTN (*Public Switched Telephone Network*).

Le sous-système d'exploitation et de maintenance OMSS comprend :

- OMC (*Operation and Maintenance Center*) qui est un centre d'administration et qui permet à l'exploitant d'administrer son réseau, à commander et surveiller le système de GSM.

II. Principe Général de BTS

La BTS est un ensemble d'émetteurs, de récepteurs et des antennes. Elle est une partie très importante pour la capacité et la qualité du réseau. Ci-dessous, la fonction de BTS, la capacité de BTS, la puissance de BTS, la configuration de BTS-BSC, l'antenne et la cellule sont décrits pour le principe général de BTS.

II.1 Fonctions de BTS

La BTS a la charge de la transmission radio. Les rôles principaux d'une BTS sont :

- Activation et désactivation d'un canal radio
- Codage canal et décodage du signal radio pour la protection contre les erreurs de transmission, interférences, bruits...
- Multiplexage et démultiplexage temporel (TDMA) et saut de fréquence lent (*Frequency Hopping*) pour faire passer plusieurs informations à travers un seul support de transmission
- Chiffrement et déchiffrement pour la confidentialité de la communication sans fil. Chiffrement, parfois appelé à tort cryptage est en cryptographie le procédé grâce auquel on souhaite rendre la compréhension d'un document impossible à toute personne qui n'a pas la clé de déchiffrement.

- Modulation et démodulation pour transformer de la forme originale du signal en une forme adaptée au canal de transmission
- Surveillance des niveaux de champ reçus et de la qualité des signaux (nécessaire pour le *handover*)
- Contrôle de la puissance d'émission (limiter la puissance à ce qui est suffisant pour ne pas trop perturber les cellules voisines)

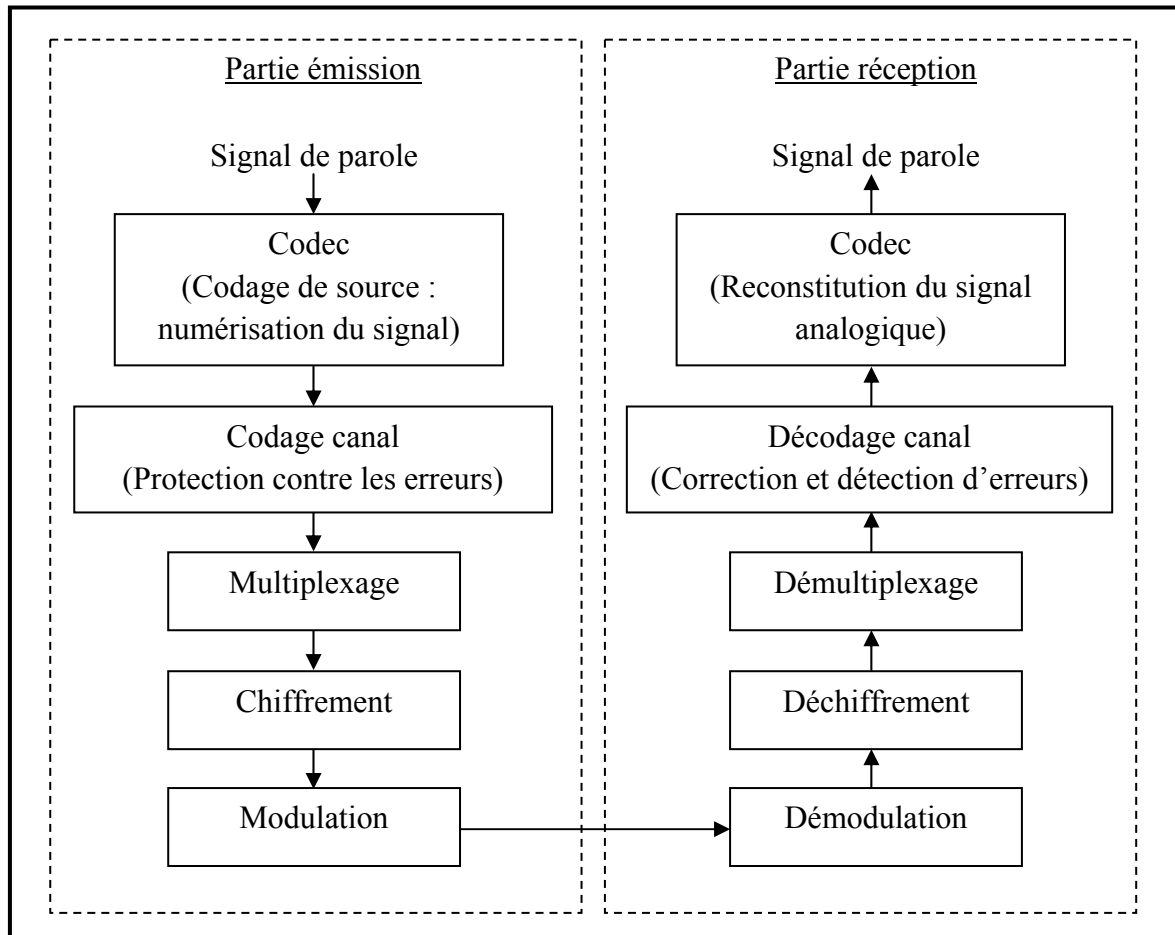


Figure 2.3 : Chaîne de transmission

Le domaine de BTS reste néanmoins la liaison physique radio, l'essentiel des fonctions de contrôle et de surveillance est réalisé par BSC.

II.2 Capacité de BTS

La capacité maximale d'une BTS est typiquement de 16 porteuses ou TRX (limite jamais atteinte en pratique). Ainsi, elle peut gérer jusqu'à 112 communications simultanées. En zone rurale, la BTS peut être restreinte à la gestion d'une seule porteuse écoulant jusqu'à 7 communications simultanées. En zone urbaine, la BTS comporte généralement de 2 à 9 TRX pouvant écouler environ de 14 à 63 communications simultanées.

Afin d'écouler plus de trafic, les opérateurs préfèrent augmenter le nombre de BTS plutôt que d'augmenter le nombre de TRX par BTS. Ainsi, les interférences entre canaux utilisant les mêmes fréquences sont limitées.

II.3 Puissance de BTS

Dans le réseau GSM, la sensibilité de BTS normale est de -104 dBm en GSM 900 et DCS 1800. Les différentes classes de puissance et les sensibilités sont données dans l'annexe 1.1 : Tableau de classes de puissance des stations de base (BTS) et des terminaux (MS).

II.4 Configuration de BTS-BSC

Il existe les différentes configurations BTS-BSC. Les BTS sont généralement reliés au BSC en configuration chaînée (multi-drop) ou en étoile (star). Le BSC peut être placé au même endroit qu'une des BTS.

Selon les environnements, un site comprend une seule BTS (configuration omnidirectionnelle fréquente en zone rurale) ou plusieurs (configurations sectorisées en zone urbaine et sur les autoroutes).

II.5 Antenne

L'antenne est le terminal de l'émission et le début de la réception. Plusieurs types d'antennes de station de base sont disponibles suivant l'environnement à couvrir, les suivantes voyantes sont :

- Antennes omnidirectionnelles à monter en extérieur et principalement destinées aux zones rurales,
- Antennes directionnelles en forme de panneaux, à installer en extérieur sur des mâts et utilisées pour couvrir les zones urbaines et aussi rurales,
- Antennes cylindriques omnidirectionnelles à monter en intérieur, se présentant comme un cylindre.

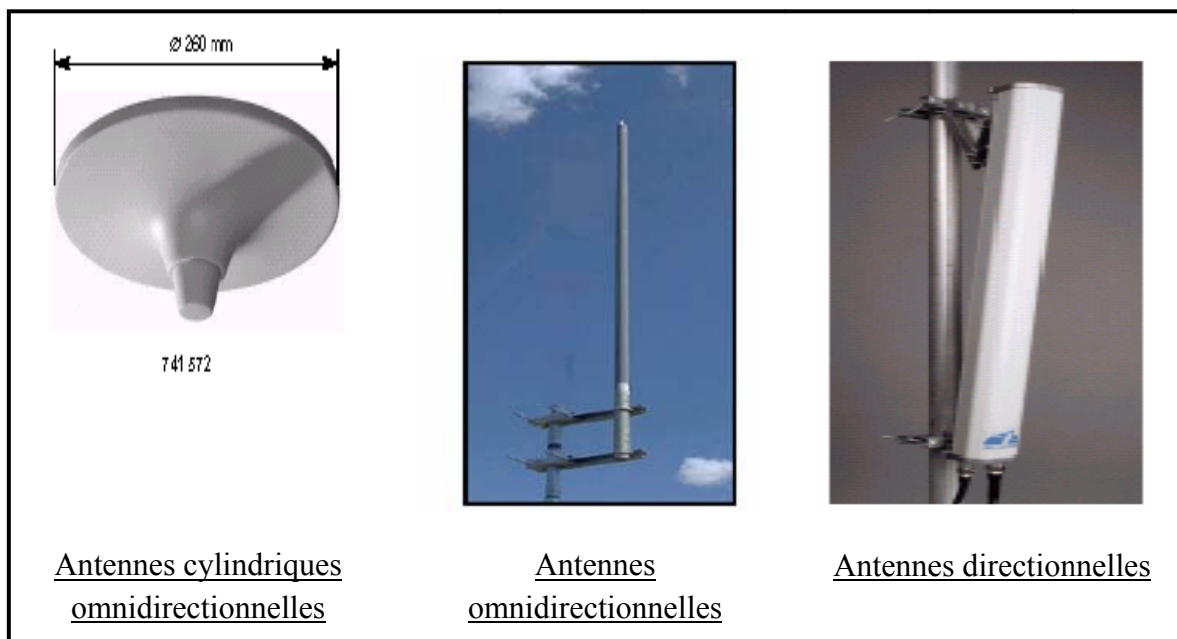


Figure 2.4 : Types d'antennes de station de base

Le gain de l'antenne est exprimé en dB mais, pour signifier que l'antenne de référence utilisée est isotrope, il est d'usage de parler de dBi (pour dB isotrope). Plus l'antenne est directive, plus le rayonnement est concentré dans une direction et, par conséquent, plus le gain est fort.

L'évolution du rapport entre la puissance rayonnée dans une direction et la puissance maximale, appelée « diagramme de rayonnement » ou « diagramme de directivité ». Un diagramme de rayonnement correspond à une surface dans l'espace. Pour simplifier les représentations, on indique la coupe du diagramme suivant un plan vertical et suivant un plan horizontal conformément aux coordonnées polaires classiques. Les angles sont couramment appelés azimut (θ) et élévation (φ). La figure des angles d'azimut et d'élévation, et un exemple de diagramme de rayonnement est donné dans l'annexe 1.2 : Angles d'azimut et d'élévation et diagramme de rayonnement.

II.6 Cellule

Dans un réseau GSM, le territoire est découpé en petites zones appelées cellules. Dans les ouvrages américains, l'ensemble de la zone couverte par un site est appelé une cellule et la surface couverte par une antenne est appelée un « secteur ». Cependant, dans le cadre de GSM, chaque antenne couvre une cellule qui est dessinées hexagonales, mais la portée réelle des stations dépend de la configuration du territoire arrosé et du diagramme de rayonnement des antennes d'émission.

Il y a deux principaux types de cellule ci-dessous :

- Omnidirectionnelle cellule : est servi par une station de base (*BTS*) avec une antenne qui transmet également dans toutes les directions (360 degrés). Ce type de cellule est utilisé pour gagner la couverture.
- Secteur cellule : est la région de couverture d'une antenne qui transmet dans une direction donné seulement. Par exemple, ce peut être égal à 60 degrés, 120 degrés ou 180 degrés. Ce type de cellule est utilisé pour gagner la capacité.

Il y a plusieurs tailles de la cellule, les souventes voyantes est ci-dessous :

- Macrocellule (un rayon couvert compris entre 3 to 35km)
- Microcellule (un rayon couvert compris entre 0.1 to 1km)

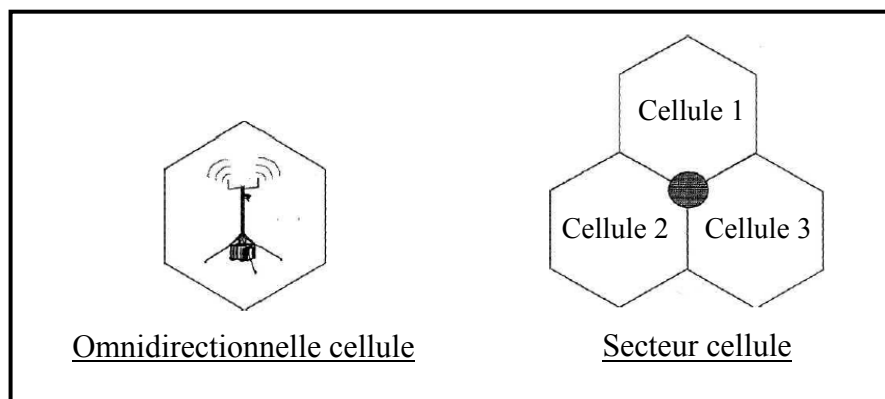


Figure 2.5 : Omnidirectionnelle cellule et Secteur cellule

CHAPITRE 3

PLANIFICATION CELLULAIRE

La planification cellulaire est effectuée dans le but de fournir la couverture adéquate et la bonne qualité de l'appel. Elle peut être décrite en 7 étapes des activités ci-dessous :

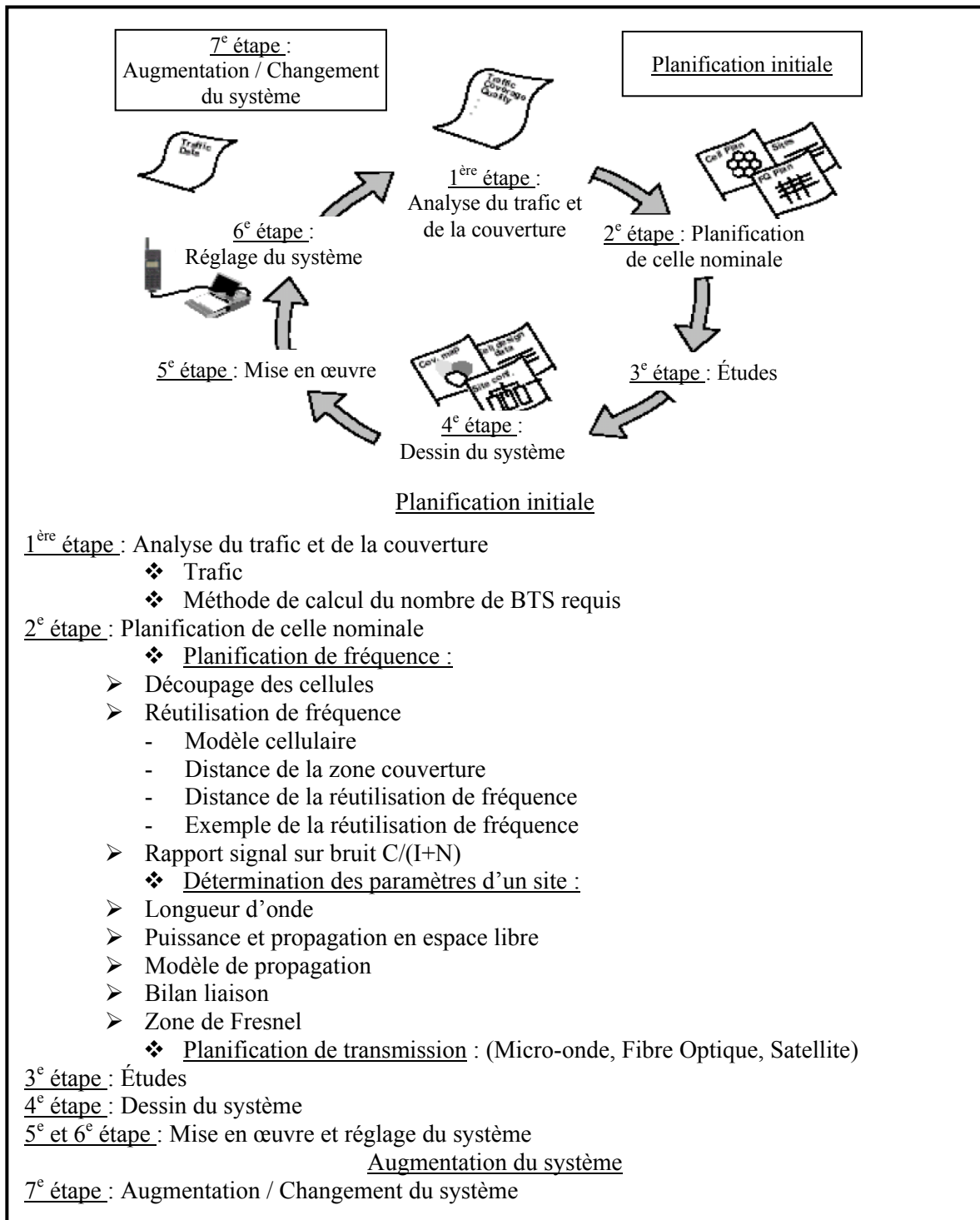


Figure 3.1 : Planification cellulaire

I. Analyse du trafic et de la couverture

La planification cellulaire processus commence avec l'analyse du trafic et de la couverture. L'analyse produit l'information de la région géographique et la capacité attendue (charge du trafic). Les types de données collectées sont : le prix, la capacité, la couverture, le niveau du service (en anglaise, *GOS : Grade Of Service*), la ressource de fréquence disponible, la qualité de parole (le taux de bite erreur) et l'augmentation de capacité du système.

La base pour toute la planification cellulaire est la demande du trafic, c'est-à-dire combien les souscripteurs utilisent le réseau et combien du trafic ils produisent. La distribution géographique de la demande du trafic peut être calculé par l'utilisation de données démographiques comme : la population distribution, la voiture utilisée distribution, le niveau revenue distribution, les données de l'usage de terrain, la téléphonie utilisée statistique et des autres facteurs comme charge de souscription, charge de l'appel et le prix de station de mobile (*MS*).

I.1 Trafic

Le trafic mentionne sur l'usage de canal qui est mesuré en Erlang (E). Le trafic peut être calculé par la formule suivante :

$$A = \frac{n \times T}{3600}$$

avec A : trafic de la communication d'un utilisateur ou plus en Erlang [E]
n : nombre d'appel par heure
T : durée moyenne de chaque appel en secondes [s]

❖ Si $n=1$ et $T=90s$, donc le trafic par souscripteur alors est : $A = 1 \times 90 / 3600 = 25mE$.

I.2 Méthode de calcul du nombre de BTS requis

Pour déterminer le nombre de BTS, on doit savoir le nombre de souscripteurs, la ressource des fréquences disponibles et l'espacement entre porteuse ou le nombre canaux des fréquences disponibles, le modèle cellulaire, le trafic par souscripteur et le niveau du service (en anglaise, *GOS : Grade Of Service*). Le GOS est le pourcentage d'appels congestionnés permis et définit la qualité du service. La méthode de calcul du nombre de BTS requis est indiquée par un exemple ci-dessous :

Exemple

❖ S'un réseau existe les données suivant :

- La ressource des fréquences disponibles : 4.8 MHz
- L'espacement entre porteuse toujours égale à 200 kHz pour le réseau GSM
- Le nombre de souscripteurs : 10 000
- Le modèle cellulaire : 4×3 ou $4/12$ (Pour plus précis, voir II.1.2 Réutilisation de fréquence)
- Le trafic par souscripteur : 25 mE
- GOS : 2 %

❖ Cela mène aux calculs suivants :

- Le nombre de canaux des fréquences disponibles = $\frac{4.8 \times 10^6}{200 \times 10^3} = 24$

- Le nombre de canaux des fréquences par cellule = $24/12 = 2$ (avec le modèle cellulaire 4×3 ou $4/12$, on a la configuration de BTS est S2/2/2. C'est-à-dire une BTS s'occupe 3 celles avec 2 TRX par celle)
- Le nombre de canaux du trafic par cellule = $2 \times 8 - 2$ (canaux du contrôle) = 14 TCH (la capacité d'un celle est 14 TCH, donc la capacité d'une BTS est $14 \times 3 = 42$ TCH)
- Le nombre de canaux du trafic par cellule 14 TCH avec un 2% GOS implique 8.2 Erlangs par cellule (voyez l'annexe 2.1 : Tableau d'Erlang)
- Le nombre de souscripteurs par cellule = $8.2E / 25mE = 328$
- S'il y a 10,000 souscripteurs, le nombre de cellules alors eu besoin est $10,000 / 328 = 30$ cellules.
- Par conséquent, le nombre de BTS requis pour le modèle cellulaire 4×3 ou $4/12$ est égale à $30 / 3 = 10$ BTSs.

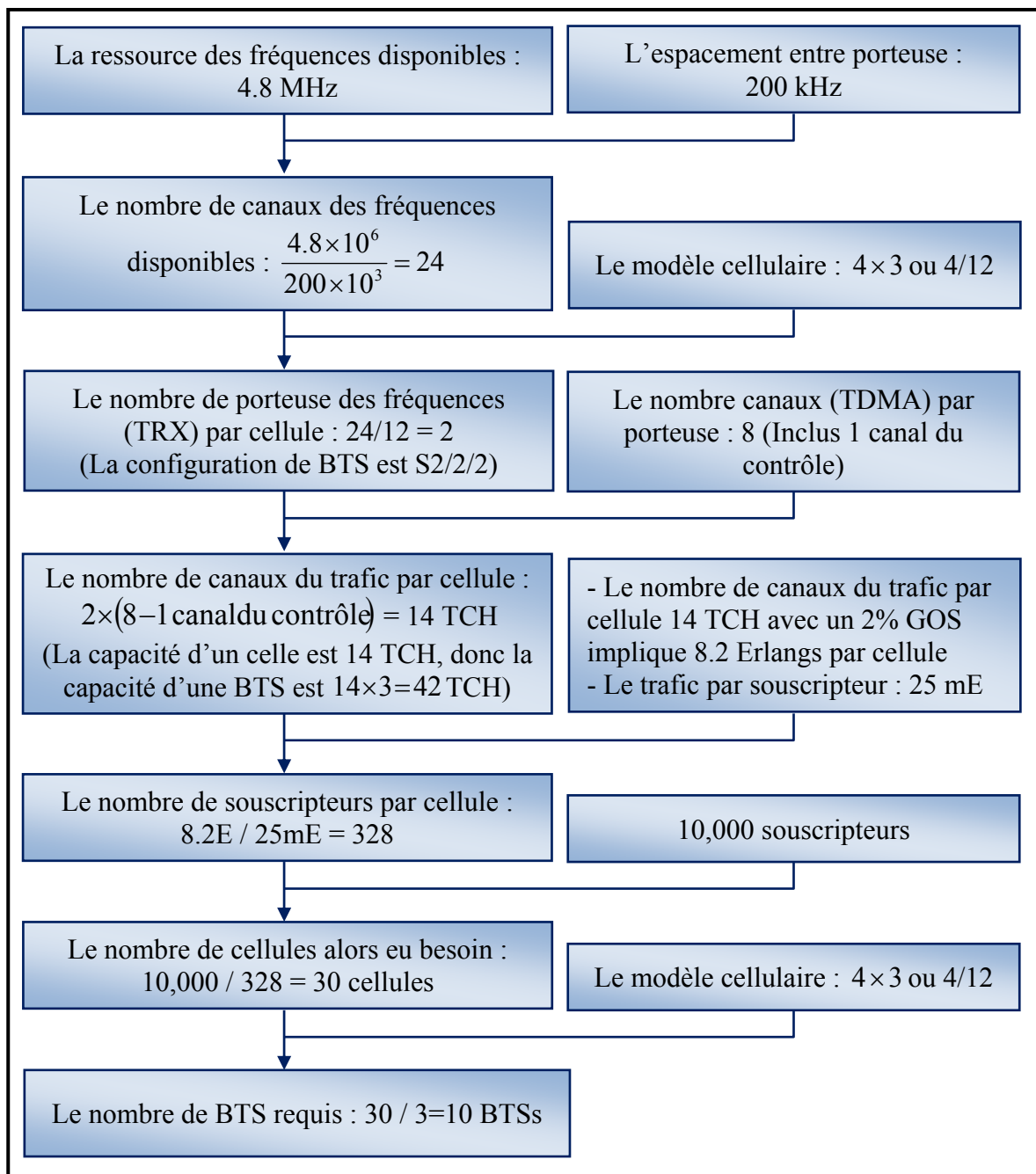


Figure 3.2 : Diagramme de méthode de calcul du nombre de BTS requis

II. Planification de cellule nominale

Par les données compilées de l'analyse du trafic et de la couverture, la planification de cellule nominale qui est une représentation graphique du réseau et s'apparente au modèle cellulaire sur la carte géographique, peut être produite. Cette planification de cellule nominale est le premier plan cellulaire, forme la base pour plus loin planification, et il doit prendre en considération les propriétés de la propagation de la radio de l'environnement actuel. Une telle planification a donc besoin des techniques de la mesure et d'analyse assistée par l'ordinateur outil pour les études de la propagation de la radio. Trois choses à savoir dans la planification de cellule nominale pour assurer la maximum capacité du réseau et la qualité du réseau, ce sont :

1. Planification de fréquence
2. Détermination des paramètres d'un site
3. Planification de transmission

II.1 Planification de fréquence

La planification de fréquence est une clé de technologie pour le réseau GSM, donc la qualité de la planification de fréquence déterminera la qualité du réseau.

La ressource de la fréquence est limitée pour la communication mobile, donc comment peut-on maximiser la capacité du réseau basé sur la limitation de la ressource de la fréquence et en assurant la qualité du réseau ? Les deux solutions sont utilisées :

1. Découpage des cellules à l'augmentation du nombre de station de base (BTS) ;
2. Réutilisation de fréquence.

II.1.1 Découpage des cellules

Pour faire face à l'accroissement exponentiel des abonnés, les opérateurs doivent recourir à l'augmentation du nombre de station de base et découper les cellules en cellules de taille plus petite possible. Pour avoir une bonne qualité de réseau, la réduction de la taille de cellules est limitée dans la pratique. Traditionnellement, on découpe une cellule en 4 cellules comme dans la figure 3.3 : Découpage en cellules plus petites. La réduction de la taille de cellules permet de conserver le même modèle de la réutilisation des fréquences.

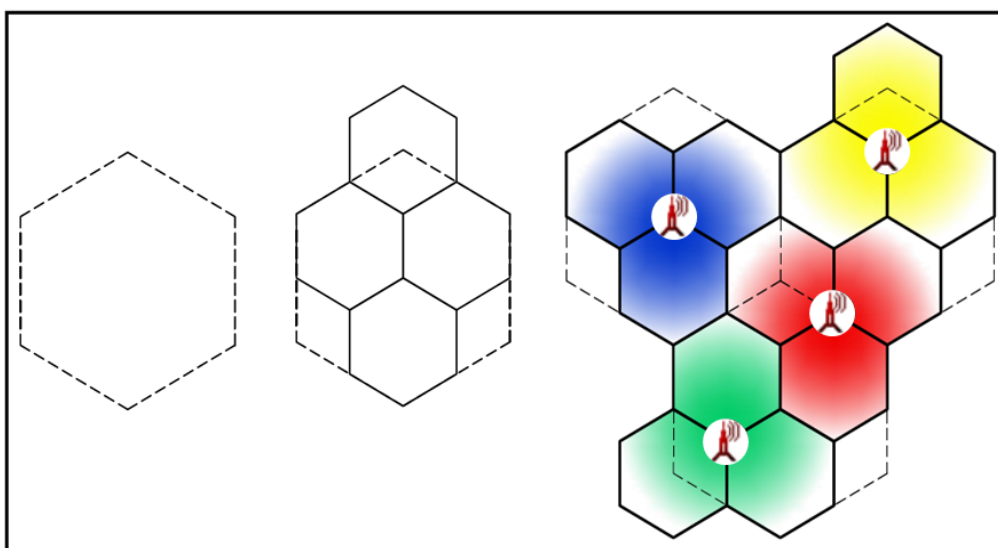


Figure 3.3 : Découpage en cellules plus petites

II.1.2 Réutilisation de fréquence

Pour utiliser les technologies de la réutilisation des fréquences, on doit connaître le modèle de la réutilisation des fréquences ou on dit simplement le modèle cellulaire, et la distance possible permettant à la réutilisation des fréquences pour éviter l'interférence entre les cellules de la même fréquence ou simplement dit l'interférence co-canal.

➤ Modèle cellulaire

Surtout de modèle cellulaire saut le modèle omnidirectionnel de station de base, le modèle cellulaire est écrit par :

Le nombre de sites × Le nombre de cellules d'un site

Ou

Le nombre de sites / Le nombre total de cellules

Il y a plusieurs modèles cellulaires. Les modèles les plus utilisés sont : le modèle omnidirectionnel, le modèle 4×3 ou 4/12, le modèle 3×3 ou 3/9, le modèle 1×3 ou 1/3, et le modèle 2×3 ou 2/6.

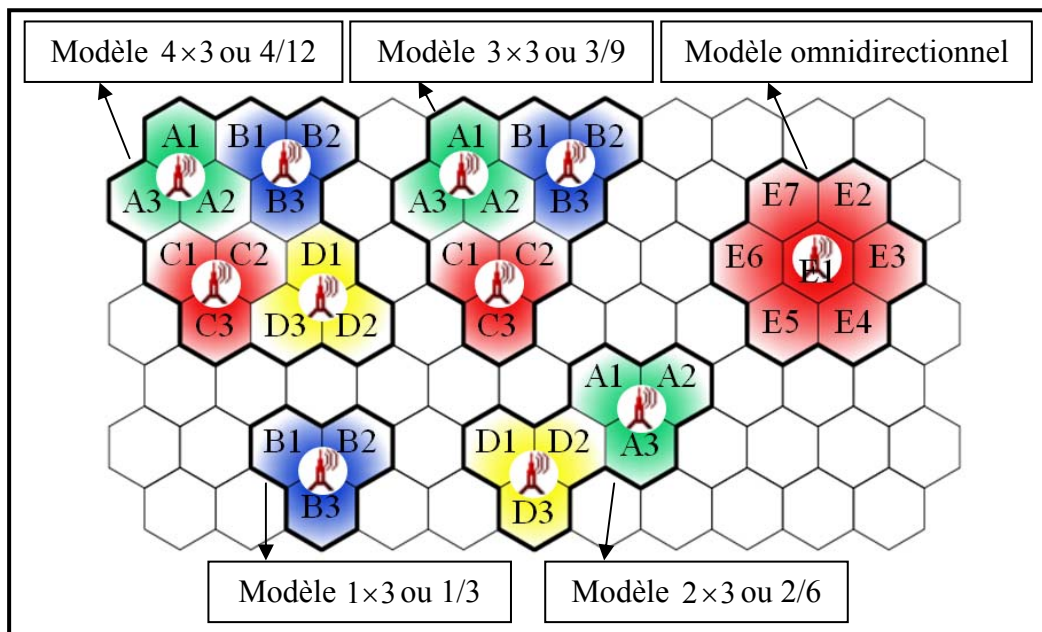


Figure 3.4 : Modèles cellulaires les plus utilisés

➤ Distance de la zone couverture

La zone couverture est une zone où on peut faire appel et recevoir les appels. La distance de la zone couverture dépend de la puissance émise et de l'affaiblissement (voir partie II.2.2 Puissance et propagation en espace libre). Il y a deux méthodes pour calculer la distance de la zone couverture sans relations avec la puissance émise et de l'affaiblissement :

1. 1^{ère} méthode :

$$R = \frac{H_b - H_r}{\tan(\alpha)}$$

2. 2^e méthode :

$$R_1 = \frac{H}{\tan(\alpha + \frac{\beta}{2})}; R_2 = \frac{H}{\tan(\alpha - \frac{\beta}{2})}$$

- avec α : angle de l'inclinaison d'antenne [°]
 R : distance de la zone couverture [m]
 H_b ; H : hauteur d'antenne [m]
 H_r : hauteur du bâtiment [m]
 β : angle de l'ouverture (beamwidth) verticale [°]
 R_1 : rayon intérieur de la zone couverture [m]
 R_2 : rayon extérieur de la zone couverture [m]

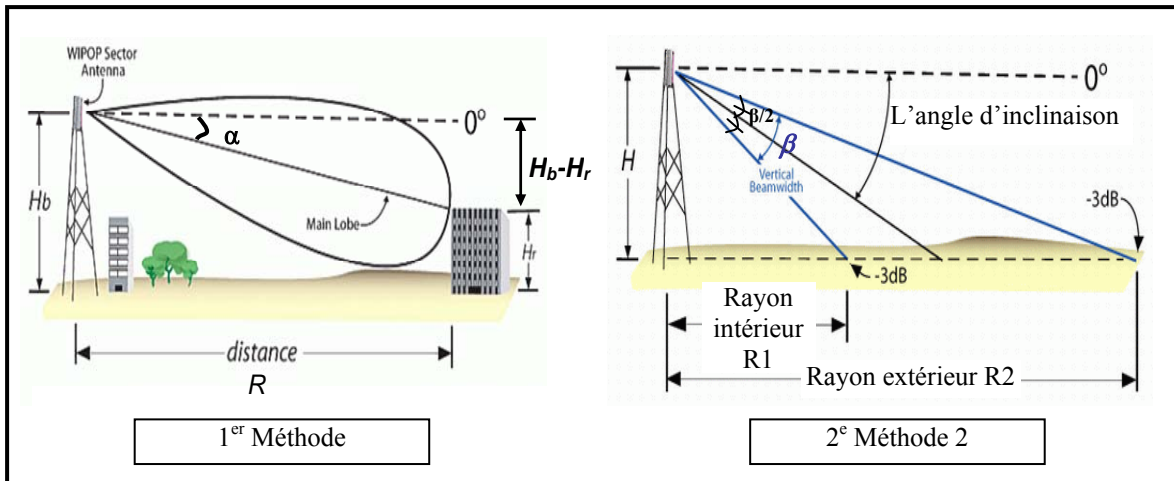


Figure 3.5 : Distance de la zone couverture

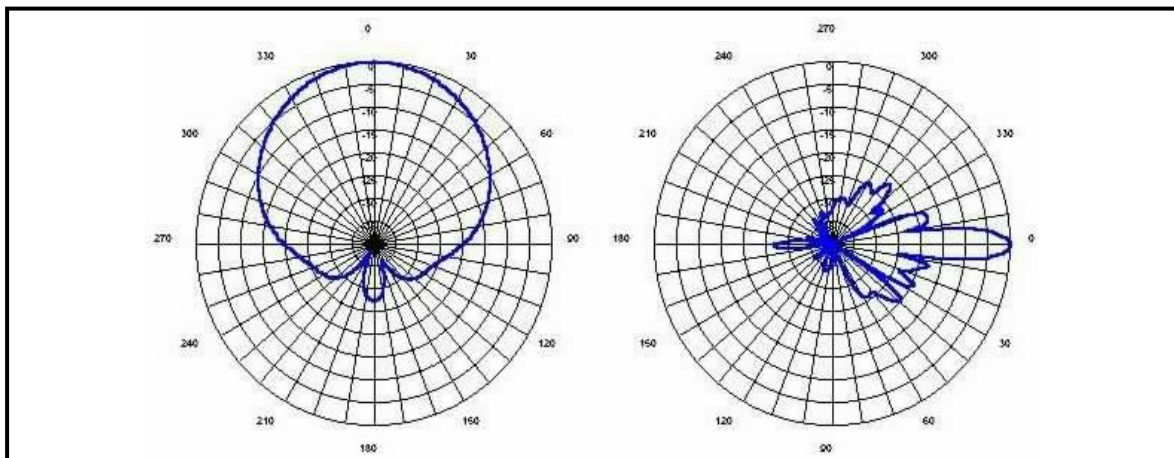


Figure 3.6 : Ouverture (*Beamwidth*) Horizontale et Verticale d'antenne sectorisée

➤ Distance de la réutilisation de fréquence

La distance de la réutilisation de fréquence est une distance minimale entre deux émetteurs utilisant la même fréquence, qui peut être déterminée en utilisant la formule ci-dessous :

$$D = R \sqrt{3N}$$

- avec D : distance de la réutilisation de fréquence [m]
 R : distance d'une zone couverture ou le rayon de la cellule [m]
 N : facteur de la réutilisation de fréquence $N = i^2 + i \cdot j + j^2$
 i ; j : nombres entiers naturels positifs ou nuls

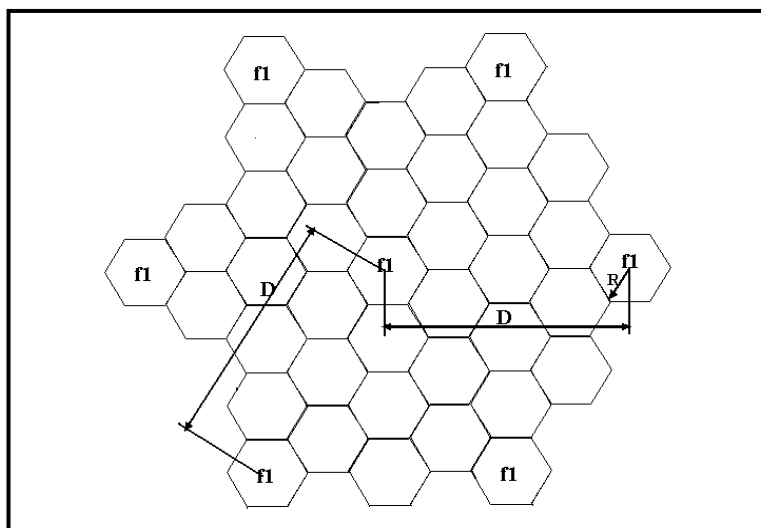


Figure 3.7 : Distance de la réutilisation de fréquence (omnidirectionnelle cellule)

Remarque : Le plus grand facteur de la réutilisation de fréquence \Rightarrow plus la distance de la réutilisation de fréquence est grande \Rightarrow plus l'interférence entre les cellules de la même fréquence (l'interférence co-canal) est petite.

➤ Exemple de la réutilisation de fréquence

D'après la méthode de calcul du nombre de BTS requis, pour un réseau GSM ci-dessous, on a les paramètres importants dans le Tableau 3.1 ci-dessous qui montre que la réutilisation de fréquence peut maximiser la capacité du réseau basé sur la limitation de la ressource des fréquences disponibles. Pour le rapport C/I , voir II.1.3 Rapport $C/(I+N)$.

Tableau 3.1 : Exemple de la réutilisation de fréquence

Un réseau GSM :				
- la ressource des fréquences disponibles	4.8 MHz			
- le nombre de canaux des fréquences disponibles	24			
- Le trafic par souscripteur	25 mE			
- GOS	2 %			
Le modèle cellulaire	4x3	3x3	2x3	1x3
Nombre de porteuse (TRX) par BTS	6 TRXs	8 TRXs	12 TRXs	24 TRXs
Nombre de porteuse (TRX) par cellule	2/2/2	2/3/3	4/4/4	8/8/8
Nombre de canaux du trafic par cellule	14	14 ou 21	28	56
Valeur Erlangs par cellule (ex. le nombre de canaux du trafic par cellule 14 TCH avec un 2% GOS implique 8.2 Erlangs)	8.2 E	8.2 E ou 14 E	20.2 E	45.9 E
Nombre de souscripteurs par cellule	328	328 ou 560	808	1836
Capacité intrinsèque [Erlang/cellule/MHz] (Valeur Erlangs par cellule / la ressource des fréquences disponibles)	1.7	1.7 ou 2.92	5.83	9.6
Distance de réutilisation de fréquence $D = R\sqrt{3N}$	$R\sqrt{3 \times 4}$ $= 3.46R$	$R\sqrt{3 \times 3}$ $= 3R$	$R\sqrt{3 \times 2}$ $= 2.45R$	$R\sqrt{3 \times 1}$ $= 1.73R$

Pour le modèle cellulaire 4x3, le nombre de souscripteurs par cellule est beaucoup moins que celui de modèle cellulaire 1x3, mais son distance de la réutilisation de fréquence est plus que celui de modèle cellulaire 1x3. Ça montre que :

- Le modèle cellulaire 4x3, la capacité du réseau par cellule est très basse, mais la qualité du réseau est très bonne parce que la distance de la réutilisation de fréquence est très grande provoquant plus grand le rapport C/I (*acceptable*), et plus moins de l'interférence co-canal.
- Au contraire, pour le modèle cellulaire 1x3, la capacité du réseau par cellule est très haut, mais la qualité du réseau est très mauvaise parce que la distance de la réutilisation de fréquence est très petite provoquant plus petit le rapport C/I (*inacceptable*), et plus grand l'interférence co-canal. Dans ce cas, on doit prendre des mesures comme le saut de fréquence, la diversité d'antenne.

II.1.3 Rapport $C/(I+N)$

Le rapport $C/(I+N)$ est un rapport signal utile de puissance C sur signaux perturbateurs de deux types : de puissance totale des interférences I et de puissance du bruit N . La puissance totale des interférences I , est la somme des puissances des interférences qui sont dues aux stations en émission sur la même fréquence (interférences co-canal) et aux stations en émission sur des fréquences voisines (interférences de canaux adjacents). Le rapport $C/(I+N)$ permet d'apprécier la qualité du signal reçu.

- 1^{er} cas : Considérons d'abord le cas d'une zone étendue avec une très faible demande en trafic. L'opérateur peut, en première approche, utiliser une seule cellule pour l'ensemble de la zone. Dans ce cas, les interférences co-canal et canaux adjacents sont négligeables devant le bruit : $I \ll N$. Le rapport $C/(I+N)$ devient un rapport signal utile de puissance C sur signal du bruit de puissance N :

$$\frac{C}{N} = \frac{E_c}{N_0} ; \quad N_0 = kT ; \quad N = N_0 \cdot B$$

- avec
- C : puissance du signal utile [W]
 - N : puissance du bruit [W]
 - E_c : énergie d'un bit transmis [J]
 - N_0 : densité du bruit [W/Hz]
 - k : constante de Boltzmann ($k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K)
 - T : température en Kelvin [K]
 - B : occupation spectrale ou largeur de bande [Hz]

Dans une échelle logarithmique ($A_{dB} = 10 \text{Log}(|A|)$ pour la puissance en dB), on a :

$$S = (E_c/N_0)_{\text{seuil}} + N$$

- avec
- S : niveau de la puissance minimale C (la sensibilité) [dB]
 - E_c/N_0 : seuil du fonctionnement (rapport signal sur bruit requis) [dB]
 - N : puissance du bruit [dB]

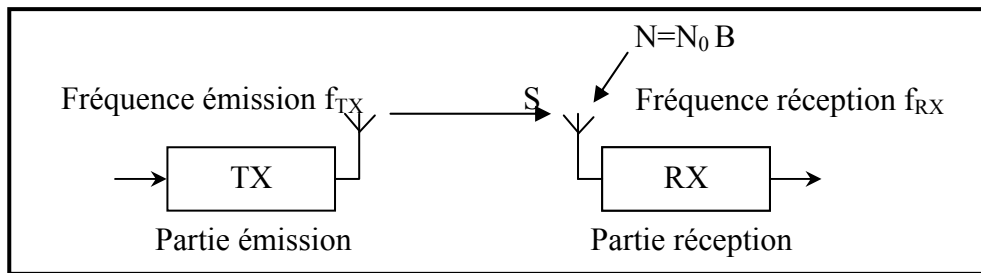


Figure 3.8 : Rapport signal sur bruit

- 2^e cas : Si l'opérateur veut disposer de beaucoup de canaux sur chaque station de base, il va réutiliser au maximum les fréquences. L'interférence I va être prépondérante par rapport à tous les autres brouillages : $N \ll I$. Le rapport $C/(I+N)$ devient un rapport signal utile de puissance C sur signal des interférences de puissance totale I :

$$\frac{C}{I} = \frac{C}{\sum_{i=1}^k I_k}$$

- avec I_k : $K^{\text{ième}}$ puissance du signal d'interférence
 C : puissance du signal utile

Dans le système GSM, le C/I satisfait aux conditions requises suivant pour :

- L'interférence co-canal : le C/I doit être égale à ou plus grand que 9 dB. D'une marge de protection 3 dB est exigée dans la pratique, le C/I doit être égale à ou plus grand que 12 dB. Il peut être calculé par les équations suivantes :

$$\frac{C}{I} = \frac{1}{\sum_{i=1}^k (q_k)^{-r}} ; \left[\frac{C}{I} \right]_{\text{dB}} = 10 \times \text{Log} \left(\frac{C}{I} \right) ; q = \frac{D}{R} = \sqrt{3N}$$

- avec D : distance de la réutilisation de fréquence [m]
 R : distance d'une zone couverture ou le rayon de la cellule [m]
 N : facteur de la réutilisation de fréquence $N = i^2 + i \cdot j + j^2$
 q : facteur de la réduction d'interférence
 q_k : facteur de la réduction d'interférence de $K^{\text{ième}}$ station de base interférente
 r : facteur de la perte trajectoire de réel environnement géographique, sa valeur est entre de 3 à 5. Généralement, c'est égal à 4.

❖ Ex : le modèle omnidirectionnel :
$$\frac{C}{I} = \frac{1}{6q^{-r}} = \frac{(\sqrt{3N})^{-r}}{6}$$

- L'interférence de canaux adjacents : le C/I doit être égale à ou plus grand que -9 dB. D'une marge de protection 3 dB est exigée dans la pratique, le C/I doit être égal à ou plus grand que -6 dB.

Remarque : Le plus grand facteur de la réutilisation de fréquence $N \Rightarrow$ plus la capacité du réseau par cellule est base et plus le distance de la réutilisation de fréquence D est grand \Rightarrow plus le rapport C/I est grand \Rightarrow plus l'interférence co-canal est petite \Rightarrow meilleur la qualité du réseau.

II.2 Détermination des paramètres d'un site

La détermination des paramètres d'un site concerne les paramètres importants ci-dessous :

- La longueur d'onde
- La puissance et la propagation en espace libre
- Le modèle de propagation
- Le bilan liaison
- La Zone de Fresnel

II.2.1 Longueur d'onde

Il y a beaucoup de différents types d'onde électromagnétique comme radio onde, rayon x, rayon infrarouge, lumière et rayon gamma. Ces ondes électromagnétiques peuvent être décrites par une fonction du sinusoidal qui est caractérisée par longueur d'onde. La longueur d'onde (λ) est la longueur d'une oscillation complète et est mesuré en mètres (m). La longueur d'onde d'une fréquence peut être déterminée en utilisant la formule ci-dessous :

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

avec c : vitesse de la lumière dans le vide $\approx 3 \cdot 10^8$ m/s
 f : fréquence de la propagation d'onde dans un cycle [Hz]

Le plus basse la fréquence \Rightarrow plus la longueur d'onde est grande \Rightarrow plus la distance de transmission est grande \Rightarrow moins sensible aux tels problèmes comme obstacles dans la ligne de la trajectoire de la transmission.

Le plus haut la fréquence \Rightarrow plus la longueur d'onde est petite \Rightarrow plus la distance de transmission est petite \Rightarrow plus sensible aux tels problèmes comme obstacles dans la ligne de la trajectoire de la transmission.

II.2.2 Puissance et propagation en espace libre

Etudions d'abord l'antenne isotrope branchée sur un émetteur d'une puissance P_T créant une onde sphérique dans le vide complet. L'ensemble de l'énergie émise serait récupéré par une sphère centrée autour de l'émetteur. La densité surfacique S de puissance à une distance d est donnée par :

$$S = P_T / (4\pi d^2)$$

avec S : densité surfacique de la puissance [W/m^2]
 P_T : puissance émission [W]
 d : distance entre l'antenne d'émission et de réception [m]

Si l'antenne a un gain de puissance G_T , on a donc la densité de puissance qui augmente proportionnellement avec ce gain, soit :

$$S_T = \frac{P_T \times G_T}{4\pi d^2}$$

Le produit $P_T \times G_T$ forme une puissance appelée « Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente » (P.I.R.E) ou en anglais, *Effective Isotropic Radiated Power (EIRP)* qui représente la puissance émise par la station de base.

$$P_{\text{EIRP}} = P_T \times G_T$$

La puissance P_R reçue au récepteur est proportionnelle à l'aire efficace A_e , de l'antenne d'émission.

$$P_R [W] = S_T [W/m^2] \times A_e [m^2]$$

On peut démontrer que l'aire efficace de l'antenne récepteur est proportionnelle à son gain en puissance G_R et au carré de son longueur d'onde λ^2 , c'est-à-dire :

$$A_e = \frac{G_R \times \lambda^2}{4\pi}$$

Donc, la puissance P_R reçue au récepteur devient :

$$P_R = \frac{P_T G_T G_R \lambda^2}{(4\pi d)^2} = \frac{P_T G_T G_R}{L} \quad (\star)$$

$$\text{Où } L = \frac{\lambda^2}{(4\pi d)^2} : \text{ la perte dans espace libre ou l'affaiblissement}$$

L'équation (\star) peut s'exprimer en dB et devient :

$$P_R = P_T + G_T + G_R - L \quad ; \quad L = 32.4 + 20\text{Log}(f[\text{MHz}]) + 20\text{Log}(d[\text{Km}])$$

Remarque : Pour la distance $d < d_{\text{break}}$ (la distance de Perte dans l'Espace Libre), la puissance est proportionnel à d^{-2} d'après équation (\star). Pour la distance $d > d_{\text{break}}$, la puissance est proportionnel à d^{-n} où n est l'exposant de perte dans l'espace, typiquement comprise entre 3.5 et 4.5. La puissance reçue est donc :

$$P_R(d) = P_R(d_{\text{break}}) \left(\frac{d}{d_{\text{break}}} \right)^{-n} \quad ; \quad L(d_{\text{break}} \rightarrow d) = \frac{P_R(d)}{P_R(d_{\text{break}})} = \left(\frac{d}{d_{\text{break}}} \right)^{-n}$$

Où $L(d_{\text{break}} \rightarrow d)$: la perte entre la distance d_{break} et d .

II.2.3 Modèle de propagation

En communications radio-mobiles, les signaux radioélectriques reçus par les stations comprennent un certain nombre de composants. Un signal comporte éventuellement l'onde émise en trajet direct mais également et surtout les contributions sur la même fréquence de toutes les ondes réfléchies et réfractées par l'environnement (immeuble, arbre, montagne, etc.). L'environnement de propagation joue le rôle crucial d'influencer le modèle de propagation. Ces facteurs peuvent être :

- Nature (montagne, plateau, zone riche en eau, etc.)

- Condition des climats (les saisons, ou le changement de température)
- Quantité des bâtiments artificiels
- Condition des bruits électromagnétiques naturels ou artificiels (la construction ou la destruction d'immeubles)
- Véhicules et personnes en déplacement

Les équations du modèle de propagation utilisent donc pour la planification de cellule, pour intégrer une incertitude sur les prédictions. Les modèles de propagation les plus utilisés sont cités ci-dessous :

- Modèle d'Okumura-Hata : s'applique aux fréquences comprises entre 150 et 1000 MHz pour macro-cellulaires de rayon supérieur ou égal à 1 km.
- Modèle de COST 231-Hata : s'applique aux fréquences comprises entre 1500 et 2000 MHz pour macro-cellulaires de rayon supérieur ou égal à 1 km.
- Modèle de Walfish-Ikegami : repris par le COST 231-Hata appliquant aux fréquences comprises entre 900 et 1800 MHz pour micro-cellulaires de rayon supérieur à 20 m.

Tableau 3.2 : Affaiblissement du modèle d'Okumura-Hata et de COST 231-Hata

Environnement	L'affaiblissement en dB
Modèle d'Okumura-Hata	
Milieu Urbain	$L_u = 69.55 + 26.16 \text{ Log}(f) - 13.82 \text{ Log}(h_b) - a(h_m) + [44.9 - 6.55 \text{ Log}(h_b)] \text{ Log}(d)$
Milieu Suburbain	$L_{su} = L_u - 2[\text{Log}(f/28)]^2 - 5.4$
Milieu Rural (l'air ouvert)	$L_{ro} = L_u - 4.78[\text{Log}(f)]^2 + 18.33 \text{ Log}(f) - 40.94$
Milieu Rural (l'air ouvert quasi)	$L_{rqi} = L_u - 4.78[\text{Log}(f)]^2 + 18.33 \text{ Log}(f) - 35.94$
Modèle de COST 231-Hata	
Milieu Urbain	$L_u = 46.33 + 33.9 \text{ Log}(f) - 13.82 \text{ Log}(h_b) - a(h_m) + [44.9 - 6.55 \text{ Log}(h_b)] \text{ Log}(d) + C_m$
Milieu Suburbain	$L_{su} = L_u - 2[\text{Log}(f/28)]^2 - 5.4$
Milieu Rural (l'air ouvert)	$L_{ro} = L_u - 4.78[\text{Log}(f)]^2 + 18.33 \text{ Log}(f) - 40.94$
Milieu Rural (l'air ouvert quasi)	$L_{rqi} = L_u - 4.78[\text{Log}(f)]^2 + 18.33 \text{ Log}(f) - 35.94$

Avec :

$C_m = 0$ dB pour les villes de taille moyenne et les banlieues,

$C_m = 3$ dB pour les grands centres métropolitains.

L_u : l'affaiblissement entre la station de base (BTS) et la station mobile (MS), [dB]

f : la fréquence du porteur, [MHz] où $150 \text{ MHz} \leq f \leq 2200 \text{ MHz}$

h_b : l'hauteur de l'antenne de la station de base (BTS), [m] où $30 \text{ m} \leq h_b \leq 200 \text{ m}$

h_m : l'hauteur de l'antenne de la station mobile (MS), [m] où $1 \text{ m} \leq h_m \leq 10 \text{ m}$

d : la distance entre MS et BTS, [Km] où $1 \text{ m} \leq d \leq 20 \text{ km}$

$a(h_m)$: le facteur de correction dépendant de la hauteur de l'antenne de la station mobile et de l'environnement dont la valeur est :

- Pour une ville de taille moyenne, $a(h_m) = [1.1 \text{ Log}(f) - 0.7] h_m - [1.56 \text{ Log}(f) - 0.8]$
- Pour une grande ville et au-dessus de 400 MHz, $a(h_m) = 3.2[\text{Log}(11.75 h_m)]^2 - 4.97$
- Dans le cas d'un utilisateur au sol, c'est-à-dire pour une hauteur de 1.5 m, le coefficient $a(h_m) = 3.2[\text{Log}(11.75 \times 1.5)]^2 - 4.97 = -9.2 \cdot 10^{-4}$ est tout à fait négligeable.

Tableau 3.3 : Application du modèle d'Okumura-Hata et de COST 231-Hata

Environnement	Milieu Rural (l'air ouvert)	Milieu Rural (l'air ouvert quasi)	Milieu Urbain
Hauteur antenne (BTS)	100	100	50
Atténuation à 925 MHz	$90.9 + 31.8 \text{Log}(d)$	$95.9 + 31.8 \text{Log}(d)$	$123.6 + 33.8 \text{Log}(d)$
Atténuation à 1795 MHz	$97.0 + 31.8 \text{Log}(d)$	$102.0 + 31.8 \text{Log}(d)$	$133.1 + 33.8 \text{Log}(d)$
<ul style="list-style-type: none"> - La distance d est exprimée en kilomètres - Les fréquences choisies correspondent au milieu de la bande de chaque système. - L'affaiblissement est donc plus fort d'environ 6 dB lorsqu'on passe de 925 MHz à 1795 MHz en milieu rural et de 10 dB en milieu urbain. 			

II.2.4 Bilan liaison

On considère une liaison radio qui permet à un terminal mobile de recevoir un signal émis par la station de base. Cette liaison comprend les principaux éléments représentés dans la figure 3.9.

- Un des émetteurs (E) de la station de base génère une onde électromagnétique modulée à la fréquence désirée.
- Un « coupleur » permet de superposer les ondes produites par les différents émetteurs (E) sur un même conducteur électrique.
- Un « multi-coupleur » permet de disposer plusieurs récepteurs (R) sur la même antenne.
- Un câble transmet les ondes produites et se comporte comme un guide d'ondes.
- Un « duplexeur » sépare les voies montantes et descendantes.
- Une antenne, appelée aussi « aérien », assure la transition entre le guide d'ondes et l'espace libre dans lequel ces ondes vont se propager.
- L'espace permet aux ondes de se propager. Différents obstacles, diffracteurs ou réflecteurs, influent sur la propagation.
- Le signal est reçu par l'antenne du terminal mobile, transmis par un câble (qui peut être très court) vers l'émetteur-récepteur (E/R). Le mobile ne comprend généralement pas de dispositifs de couplage car il est constitué d'un seul émetteur-récepteur.

Après la figure 3.9 : Bilan de liaison, on a les équations (en dB) suivantes :

$$\begin{aligned}
 P_R &= P_T - L_e - L_d - L_{cb} + G_b - L - M_m - M_p + G_m - L_{cm} \\
 \Leftrightarrow P_R + L_{cm} - G_m + M_p + M_m &= P_T - L_e - L_d - L_{cb} + G_b - L \\
 \text{avec } L_{T,E} &= L_e + L_d + L_{cb} \\
 P.I.R.E &= P_T - L_{T,E} + G_b \\
 P_{\text{médiane}} &= P_R + L_{cm} - G_m + M_p + M_m \\
 \Rightarrow P_{\text{médiane}} &= P.I.R.E - L \quad \Leftrightarrow L = P.I.R.E - P_{\text{médiane}}
 \end{aligned}$$

- Où
- P_T : puissance émission
 - P_R : puissance sensibilité
 - $P_{médiane}$: puissance médiane nécessaire
 - L : affaiblissement ou l'atténuation dans l'espace
 - $L_{T.E}$: pertes totales de la partie émission
 - L_{cb} : pertes par le câble de la station de base
 - L_e : pertes par le coupleur émission
 - L_d : pertes par le duplexeur
 - L_{cm} : pertes par le câble du mobile
 - G_b : gain des antennes station de base
 - G_m : gain des antennes mobile
 - P.I.R.E: Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente
 - M_m : marge de masque (*Fading Margin*)
 - M_p : marge de protection

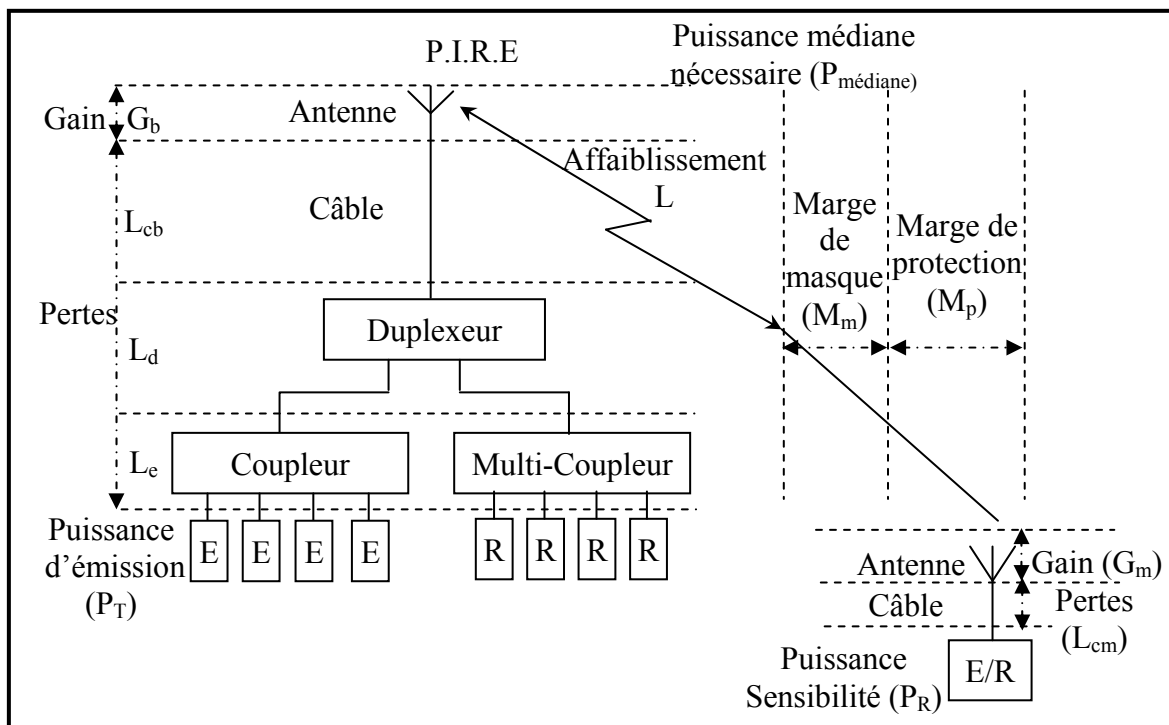


Figure 3.9 : Bilan de liaison

Des exemples de bilan de liaison pour GSM 900 et DCS 1800 sont donnés dans l'annexe 2.2 : Exemple de bilan de liaison.

II.2.5 Zone de Fresnel

La Zone de Fresnel est une essentielle conception de propagation d'ondes électromagnétiques pour assurer que la transmission entre les deux micro-ondes est bien évitée les obstacles. Le premier rayon de la Zone de Fresnel est exprimé par la formule :

$$r_{F1} = \sqrt{\frac{d_1 d_2 \lambda}{d_1 + d_2}} = 17.3 \sqrt{\frac{d_1 d_2}{d \cdot f}}$$

- avec r_{F1} : premier rayon de la Zone de Fresnel [m]
 d_1 : distance du 1^{er} site à l'obstacle [km]
 d_2 : distance du 2^e site à l'obstacle [km]
 f : fréquence de la transmission [GHz]
 $d=d_1+d_2$: distance entre le 1^{er} site et 2^e site

❖ Si $d_1=d_2=d/2$, on a : $r_{F1} = \sqrt{\frac{d_1 d_2 \lambda}{d_1 + d_2}} = \sqrt{\frac{d c}{4 \cdot f}} = \sqrt{\frac{d}{f}} \sqrt{\frac{3 \cdot 10^8 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^9}} = 8.66 \sqrt{\frac{d[\text{km}]}{f[\text{GHz}]}}$

Pour la n^e rayon de la Zone de Fresnel est exprimé par la formule ci-dessous :

$$r_{Fn} = \sqrt{\frac{n d_1 d_2 \lambda}{d_1 + d_2}} = \sqrt{n} \cdot r_{F1}$$

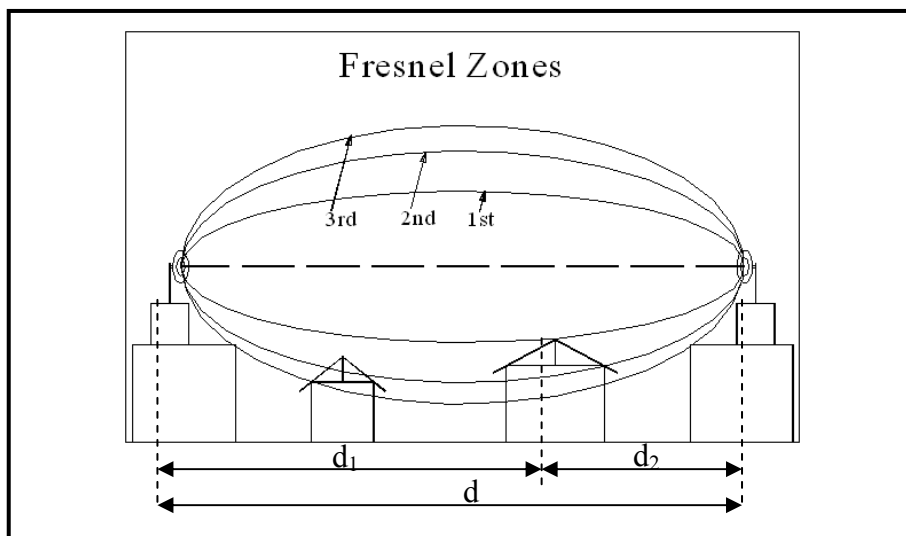


Figure 3.10 : Zone de Fresnel

II.3 Planification de transmission

Les moyennes possibles pour transmettre les informations sont la fibre optique, la micro-onde et le satellite qui ont les différents avantages et inconvénients.

- Micro-onde : est capable de transmettre et recevoir les informations entre deux sites avec la distance maximale de 50 km et la haute fréquence transmise de quelques Gigahertz comme de 7 GHz, 13 GHz, 15 GHz, 18 GHz et 23 GHz. Elle est facile à installer, moins chère, mais moins sensibilité avec le climat.
- Fibre Optique : fournit le débit de transmission plus rapide que celui de micro-onde, très peu de perte, surtout sans perte dans l'espace quand il y a le mauvais climat. Mais l'installation de la fibre optique est difficile et très chère.
- Satellite : est rarement appliqué, parce qu'il dépens beaucoup de budget. Il est appliqué dans certains sites spéciaux qui sont situé loin de la communication comme à l'île où il est impossible pour la communication par la micro-onde ou par la fibre optique.

La micro-onde et la fibre optique sont les moyennes souvent appliqué dans la planification de transmission.

III. Études

Une fois que la planification de celle nominale est complétée, l'étude du site qui est la deuxième étape de la planification cellulaire est exécutée pour avoir un bon site. Les suivantes choses doivent être étudiées pour chaque site :

- L'emplacement exact (savoir la longitude et la latitude du site par l'utilisation de l'équipement GPS, *Global Positioning System*)
- L'espace pour apporter et installer les équipements, y compris antennes
- La facilité d'installation de puissance
- Contrat avec le propriétaire du site
- L'environnement de la radio (pour assurer qu'il n'y a aucun autre matériel de la radio qui cause les problèmes dans le site). La mesure de la radio est exécutée pour ajuster les paramètres utilisés dans l'outil de planification à réalité. Par exemple, on met un équipement de transmetteur test (*test transmitter*) sur un véhicule, et la force du signal est mesurée en conduisant autour du site. Après, les résultats de cette mesure peut être comparé aux valeurs de l'outil de planification quand simuler le même type de transmetteur.

IV. Dessin du système

Une fois que les paramètres planifications sont ajustés pour vérifier la mesure réelle, les dimensions de BTS équipement, BSC, et MSC sont exécutés pour la finale planification de celle. Cette planification peut être utilisée pour l'installation du système. Les paramètres de dessin du système de chaque celle sont dans un dossier CCD (*Cell Design Data*) qui existe tous les paramètres concernant la BTS, la BSC et la MSC.

V. Mise en œuvre et réglage du système

Après le système est bien installé, il est le temps d'évaluer et régler s'il bien rencontre la demande. Le réglage du système implique les travaux suivants :

- Contrôle la planification de celle finale qui est implémenté avec succès
- Évaluation le client plainte
- Contrôle que le réseau performance est acceptable
- Contrôle les paramètres et prendre la mesure pour résoudre les problèmes si besoin

VI. Augmentation / Changement du système

La planification cellulaire est un processus progressif. Si le réseau a besoin d'être étendu à cause d'une augmentation des trafics ou à cause d'un changement dans l'environnement (par exemple un nouveau bâtiment), alors l'opérateur faut exécuter encore le processus de la planification cellulaire, en commençant avec un nouveau trafic et l'analyse de la couverture. Deux meilleures solutions pour l'augmentation du système sont :

1. Découpage des cellules à l'augmentation du nombre de station de bas (*BTS*) ;
2. Réutilisation de fréquence.

CHAPITRE 4

INSTALLATION DE BTS (DBS3900)

Après avoir lu le chapitre 2 : Principe Général de GSM et de BTS et le chapitre 3 : Planification Cellulaire, on a obtenu beaucoup de connaissances qui sont très importantes dans les travaux de BTS. En fait, le chapitre 2 nous fait à comprendre l'espace du réseau GSM et surtout de BTS y compris la fonction de BTS, la capacité de BTS, la puissance de BTS, la configuration de BTS-BSC, l'antenne et la cellule. Le chapitre 3 est un chapitre très compliqué, mais il nous donne les connaissances très intéressantes de savoir les 7 étapes pour faire la planification cellulaire. Il nous permet de comprendre : comment trouver le nombre de BTS requis pour une zone, comment améliorer la capacité et la qualité du réseau, et qu'est ce qu'on doit étudier pour planification d'un celle. Les deux chapitres donc nous facilitent à comprendre et pouvoir travailler dans la partie de BTS. Ce chapitre, chapitre 4 : Installation de BTS (DBS3900), est d'illustrer brièvement tous les étapes de l'installation de BTS (DBS3900) dans l'entreprise INTech Com Services Co., Ltd, y compris :

1. Les informations d'un projet
2. L'emplacement d'un site et les informations de BTS
3. L'installation et la mise en œuvre de DBS3900
4. Le document de « *PAT (Preliminary Acceptance Tests)* »
5. Le document de « *Fixe Asset* »
6. La maintenance d'un site et le changement d'un site
7. Les obstacles et les solutions

I. Informations d'un projet

Après avoir reçu le projet d'un client, le directeur de projet BTS prépare une réunion pour présenter, discuter, et diviser le travail sur ce projet en donnant tous les informations concernant ce projet. Les informations d'un projet obtenu par le client sont :

- La source de carte (*Map Source*)
 - Dossier d'emplacement de tous les sites pour le programme « *Garmin* »
- BTS
 - Dossier de RNP (*Radio Network Planning*)
 - Dossier des équipements comme tous les dossiers de DBS3900
- Micro-onde
 - Dossier de « *Mux plan* »
 - Dossier des diagrammes de la transmission du réseau
- D'autres

II. Emplacement d'un site et les informations de BTS

Avant de commencer à travailler dans un site, on doit savoir son emplacement et ses informations.

II.1 Emplacement d'un site

Par l'information de la source de carte ou *Map Source* (le dossier d'emplacement de tous les sites) et en utilisant le programme « *Garmin* », il nous fait facile de trouver un site parce que l'on connaît la longitude et la latitude d'un site, surtout la distance entre un site à d'autre site et la trajectoire pour y aller.

Ce programme est facile à utiliser avec beaucoup de fonction comme trouver un site, mesurer la distance d'un point à d'autre point, etc. Pour trouver un site, on doit :

- Cliquer sur le bouton « Find Places »
- Taper le nom d'un site par exemple «R164 » et Cliquer sur le bouton « Find », puis cliquer sur le bouton « OK »
- Le site qu'on a tapé son nom est donc indiqué, le site R164 est au long de N1 (la rue nationale 1)

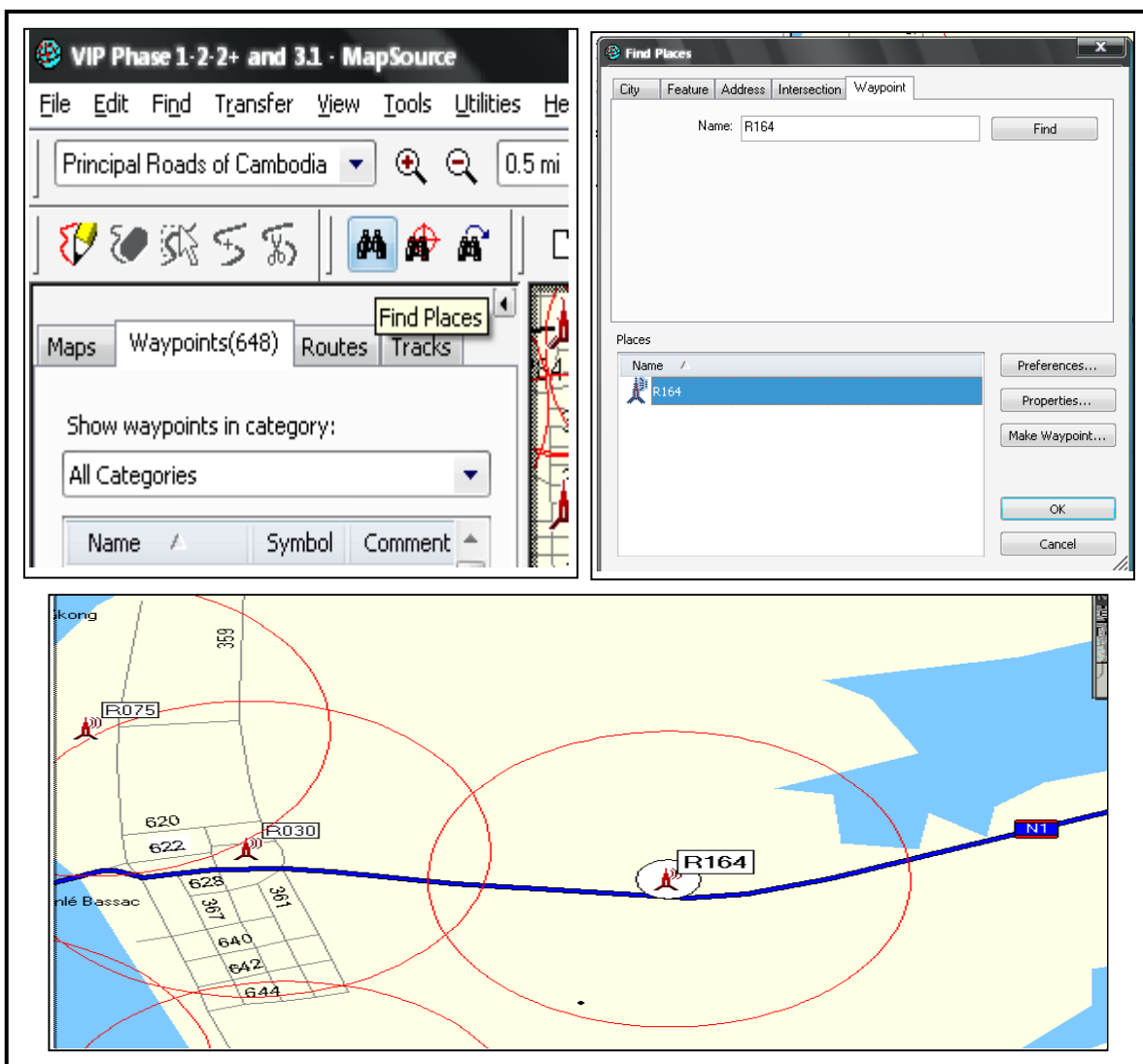


Figure 4.1 : Fenêtre du Programme « *Garmin* » (*Map Source*)

II.2 Informations de BTS

Par l'information de BTS ou le dossier de RNP (*Radio Network Planning*), on peut savoir les importantes informations comme le nom du site, le nom de la cellule, la longitude et la latitude, la province, le nombre de TRX, l'angle d'azimut d'antenne, le tilt d'antenne, la hauteur d'antenne, la quantité (QTTY) de liaison E1, le type de BTS, la hauteur de tour d'antenne. Ces informations sont obtenues par la planification cellulaire.

Tableau 4.1 : Tableau de RNP (*Radio Network Planning*)

Nom du site	Nom de la cellule	Longitude	Latitude	Province	Nombre de TRX		
R648	R648_E	106.003996	11.785836	Kampong Cham (KH)	2		
R648	R648_F	106.003996	11.785836	Kampong Cham (KH)	2		
R648	R648_G	106.003996	11.785836	Kampong Cham (KH)	2		

Nom du site	Angle d'azimut d'antenne	Tilt d'antenne	Hauteur d'antenne	QTTY E1 par Site	BTS Type	BTS	Hauteur de tour d'antenne
R648	0	0	40	1	Extérieur	DBS3900	40
R648	120	0	40	1	Extérieur	DBS3900	40
R648	240	0	40	1	Extérieur	DBS3900	40

III. Installation et la mise en œuvre de DBS3900

Avant d'installer la DBS3900, on doit savoir tous les unités de DBS3900, ses endroits à mettre, et ses fonctions. Pour les informations de toutes les informations de DBS et les unités de DBS3900, voir l'annexe 3 : Système de DBS3900.

Tous les unités de DBS3900 doit mises en place selon le standard de l'installation, indiqué dans la figure ci-dessous :



Figure 4.2 : Photo d'un site DBS3900

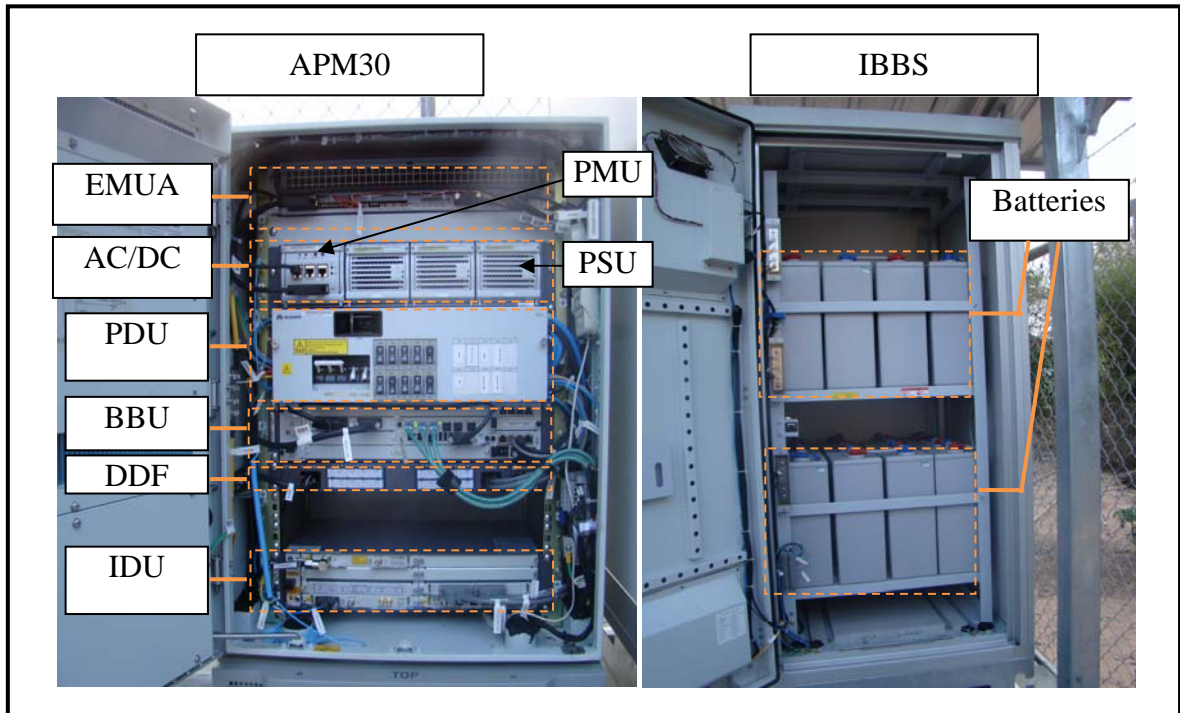


Figure 4.3 : Installation de DBS3900

La mise en œuvre de DBS3900 est de l'alimentation de puissance à DBS3900, de la configuration de DBS3900, et de vérifier si la DBS3900 fonctionne correctement pour donner les services dans cette zone ou cette cellule. Grâce à l'évolution de BSC, la mise en œuvre de DBS3900 est la charge de BSC surtout la configuration de DBS3900. Et la BTS est seulement de vérifier et informer au BSC si la mise en œuvre de DBS3900 dans le site est accomplie correctement, en utilisant le programme « *Site Maintenance Terminal* ». S'il n'y a aucun problème, ce programme n'indique pas les erreurs, pas les alarmes et la communication est ok.

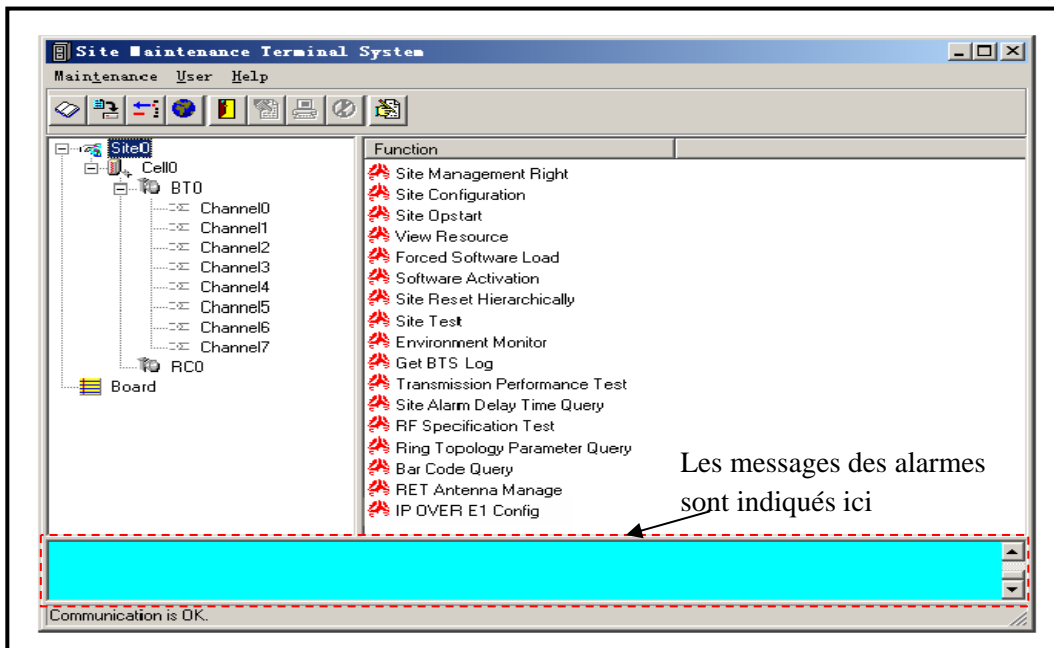


Figure 4.4 : Fenêtre du programme « *Site Maintenance Terminal* »

IV. Document de « PAT (Preliminary Acceptance Tests) »

Une fois l'installation et la mise en œuvre de DBS3900 est accomplis, on doit faire le document de « PAT (Preliminary Acceptance Tests)» pour le client à certifier s'il est accord avec notre travail ou s'il y a les erreurs dans le site, il nous demande de correction avant d'accepter notre travail. Ce document sert à l'action finale dans chaque projet, y compris les choses suivantes :

1. Photo de l'emplacement d'un site dans la carte (*Map Source*)
2. Dessin d'un site par le programme « *AutoCAD* »
3. Photo du site et de toutes les unités dans un site
4. Informations d'un site
5. Liste de l'installation des matérielles check-lists : vérifier tous les installations des équipements
6. Résultat de l'acceptation test : le test des câbles des antennes et des équipements, le test de fonction de BTS, le test des alarmes.
7. Rapport de l'inventaire : la quantité des équipements et ses numéros de série
8. D'autres

V. Document de « Fixe Assets »

Le document de « *Fixe Assets* » est un document de l'immobilisation des équipements. Les choses à faire pour ce document sont de remplir les choses suivantes :

Tableau 4.2 : Tableau de « *Fixe Assets* »

Asset Code	AMS Code	Asset Name	Site Code	Site Name	Serial
1601100123	12962	BTS outdoor, DBS3900	S121243	R045	21021128536T8A000036
1601100152	12963	BTS outdoor, PMU	S121243	R045	2102315111P08A001783
		BTS outdoor, PSU			
		BTS outdoor, RRU G900MHz			

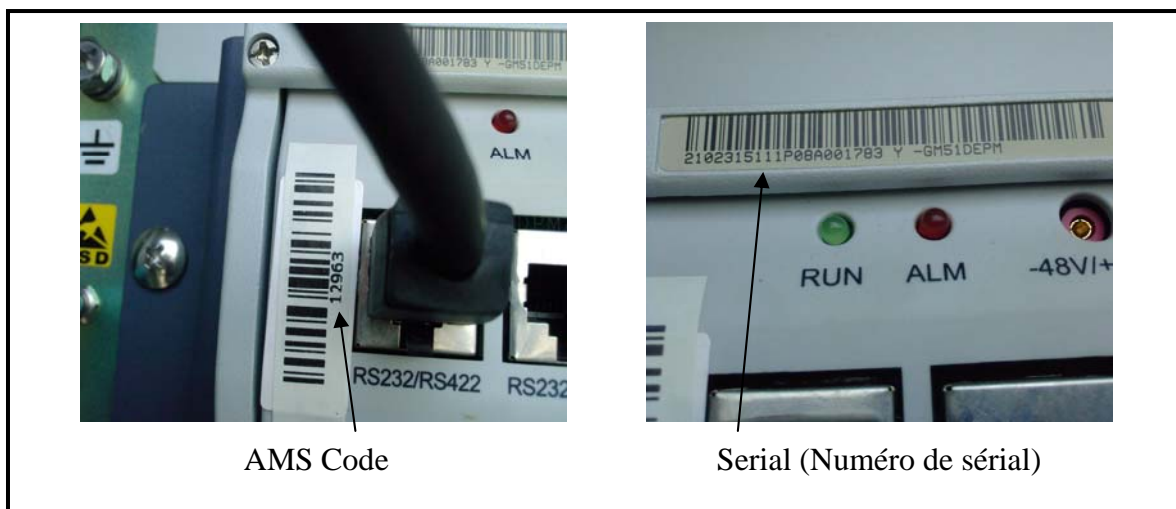


Figure 4.5 : Photo de « *Fixe Assets* » pour « *BTS outdoor, PMU* »

VI. Maintenance d'un site et le changement d'un site

La maintenance de DBS3900 est réalisée par 3 modes d'OM système de DBS3900, la mode de Maintenance terminal du site (*Site Maintenance Terminal*), de LMT (*Local Maintenance Terminal*) et de M2000 mode, qui sont indiqués dans l'annexe 3 : Système de DBS3900.

Le changement d'un site est de l'action de remplacer ou ajouter les équipements, ou de reconfigurer de BTS. Si la BTS est déjà fonctionnée, le changement de BTS est souvent faire dans le minuit pour garder les services pendant le jour où il y a beaucoup des utilisateurs à ce moment.

VII. Obstacles et solutions

Les obstacles et les solutions de l'installation de BTS (DBS3900) sont :

1. Comment aller au site de BTS ?

- Où le site se trouve : bien qu'on ait les facilités d'utilisation du programme « Map Source » et de l'outil GPS, il y a encore la difficulté de trouver en pratique les sites de BTS. Au lieu de compter seulement sur les outils informatiques, on peut aussi se renseigner des trajectoires au près des collègues qui ont déjà fréquenté ces endroits.
- Le site lointain : utiliser la voiture pour y aller. Pourtant on ne peut pas faire des allers-retours plusieurs fois, donc on doit louer un hôtel pendant quelques jours pour accomplir le travail de l'installation de BTS, quelques fois il dure 1 ou 2 mois car il y a beaucoup de sites de BTS à installer.
- Le moyen du transport : il présente un nombre insuffisant de voiture et de chauffeur pour les transports. Il est important de bien préparer les véhicules suffisants pour les personnels qui doivent être informés quelques jours avant de partir à travailler.

2. Problème financier

- Le manque de financement : il serait nécessaire d'informer au comptable de l'entreprise de transférer un paquet de budget supplémentaire pour assurer la continuité de travail en chantier, quand on est au site lointain et on dispose des fonds limités, par exemple pour la dépense du logement.

3. Problème sécurité

- La radiation : L'exposition du champ électromagnétique et le laser.
 - Le champ électromagnétique : la haute puissance du RF (*Radio Frequency*) signaux est malfaisante à corps humain. Avant d'installer ou maintenir une antenne avec un grand nombre d'antennes du transmetteur, l'opérateur devrait coordonner avec tous les partis pour assurer que les antennes du transmetteur se sont arrêtées.
 - Le laser : Quand manier des fibres optiques, ne soyez pas debout près de, ou examinez le débouché de la fibre optique avec les yeux sans aide car le faisceau laser peut blesser notre yeux. Avant de couper ou coller une fibre optique, assure que la fibre optique est déconnectée de la source optique. Après avoir déconnecté la fibre optique, assurez bien que tous les connecteurs optiques sont bien protégés.

- Le travail à hauteurs : La sécurité mesure, tel que porter un casque et une ceinture de la sécurité, devrait être prise pour éviter à tomber. Dans les régions froides, les vêtements chauds devraient être portés avant de travailler à hauteurs. Il vaudrait mieux de savoir monter le tour d'antenne parce que quelques fois le monteur du tour d'antenne est non expérimenté et ne sait pas le travail comme comment bien prend la photo de numéro de série d'antenne.

4. Condition climatique

- La pluie : pendant la pluie, il est généralement difficile à travailler au site extérieur. Dans ce cas, on peut travailler à l'intérieur du bâtiment du site ou faire le travail administratif, comme le dossier « *Fixe Assets* ».

5. Problème matériel

- La clé de chambres et de cabinets des équipements : le jour avant de travailler, il faut bien préparer la clé de chambres et de cabinets des équipements. Il faut prendre 3 ou 4 clés des sites qui sont à côté de l'un l'autre. De cette façon, on peut gagner du temps et de l'argent s'il y a le problème avec la clé. Par exemple. on ne peut pas déverrouiller la chambre des équipements à cause de la clé mal ou de la vieille clé, on peut donc aller au site d'à côté au lieu de revenir au bureau.
- Le manque de l'ordinateur portable : il est important que chaque personnel dispose son ordinateur portable avec les logiciels nécessaires. En cas de besoin, on peut demander à l'entreprise pour le posséder.

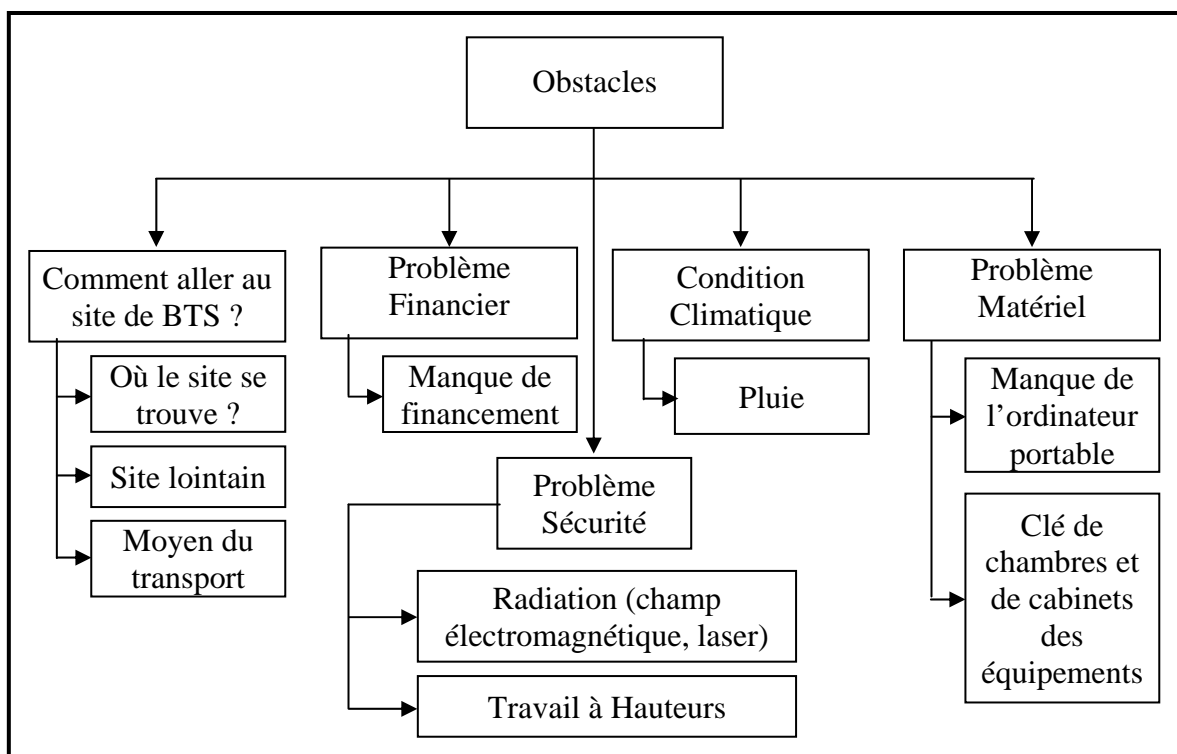


Figure 4.6 : Diagramme d'obstacles de l'installation de BTS (DBS3900)

CONCLUSION

Après avoir passé trois mois à INTechCom Services Co.,Ltd. dans le domaine de la télécommunication, j'ai appris beaucoup de choses sur le système de GSM, la planification cellulaire et surtout la partie BTS. En plus, j'ai pu utiliser quelques programmes utiles dans le travail de la partie BTS comme le programme « Garmin » (*Map Source*) et le programme « *Site Maintenance Terminal* ». D'autre part, les formations des stagiaires m'ont confrontée aux situations suivantes : la bonne communication pour bien former, la capacité d'organisation et d'adaptation rapide au travail.

En fait, les cours en classe m'ont aidé beaucoup à comprendre et à travailler rapidement dans le domaine de la télécommunication, surtout la partie BTS. Comme la télécommunication est très développée au Cambodge, donc mes connaissances et mes expériences obtenues des cours ainsi de ce stage vont être utile pour le développement du Cambodge.

Enfin, ce stage m'a donné beaucoup de connaissances et d'expériences, et je trouve l'importance des cours de base en classe. Toutefois, je voudrais améliorer ma connaissance sur la planification cellulaire en pratique comme créer le dossier de RNP (*Radio Network Planning*) et utiliser les programmes concernant la planification cellulaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Information relevée des livres

1. Phillipe GODLEWSKI, Xavier LAGRANGE, Sami TABBANE. (2000). Réseaux GSM. In : Architecture, 47-61, Ingénierie et concept cellulaire, 129-165, Transmission sur l'interface radio, 176, Densification des réseaux GSM, 347-352. HERMES Science Publications, 8, quai du Marché Neuf 75004 Paris.
2. Gérard Hébuterne. (1998). Dictionnaire des Télécommunications. Ellipse/édition marketing S.A. 32 rue Baragne, Paris.
3. Huawei Technologies Co., Ltd. Frequency Planning, HUAWEI GSM DBS3900 Hardware Structure2.0, GSM Radio Network Planning, GSM Survey, Cell Planning.

Information relevée de l'internet

1. <http://support.huawei.com/>

ANNEXES

ANNEXES 1

Annexe 1.1 : Tableau de classes de puissance des stations de base (BTS) et des terminaux (MS)

Tableau A : Classes de puissance des BTS normales avant coupleurs

Numéro de classe	GSM 900	GSM 1800
	Puissance maximale	Puissance maximale
1	320 W / 55 dBm	20 W / 43 dBm
2	160 W / 52 dBm	10 W / 40 dBm
3	80 W / 49 dBm	5 W / 37 dBm
4	40 W / 46 dBm	2.5 W / 34 dBm
5	20 W / 43 dBm	
6	10 W / 40 dBm	
7	5 W / 37 dBm	
8	2.5 W / 34 dBm	

Tableau B : Classes de puissance des micro-BTS après coupleurs éventuels

Numéro de classe	GSM 900	GSM 1800
	Puissance maximale	Puissance maximale
M1	80 mW / 19 dBm	500 mW / 27 dBm
M2	30 mW / 14 dBm	160 mW / 22 dBm
M3	10 mW / 10 dBm	50 mW / 17 dBm

Tableau C : Sensibilité des BTS

Numéro de classe	GSM 900	GSM 1800
	Puissance maximale	Puissance maximale
M1	0.2 nW / -97 dBm	0.06 nW / -102 dBm
M2	0.6 nW / -92 dBm	0.2 nW / -97 dBm
M3	2 nW / -87 dBm	0.6 nW / -92 dBm
BTS normale	-104 dBm	-104 dBm

Tableau D : Classe de puissance des terminaux (MS)

Numéro de classe	GSM 900	GSM 1800
	Puissance maximale	Puissance maximale
1	---	1 W / 30 dBm
2	8 W / 39 dBm	0.25 W / 24 dBm
3	5 W / 37 dBm	4 W / 36 dBm
4	2 W / 33 dBm	
5	0.8 W / 29 dBm	

Annexe 1.2 : Angles d'azimut et d'élévation et diagramme de rayonnement

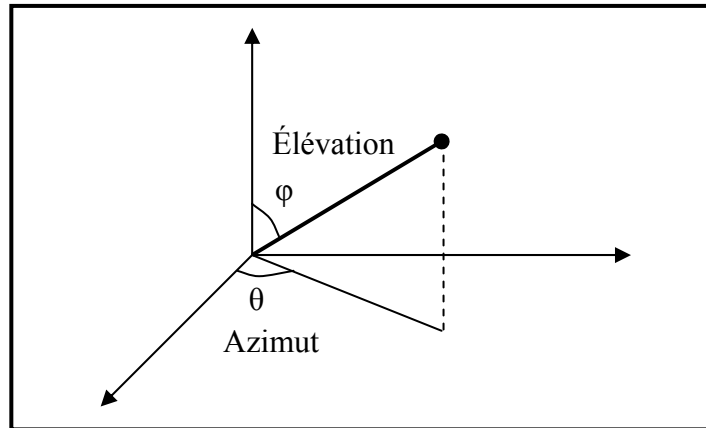


Figure A : Angles d'azimut et d'élévation

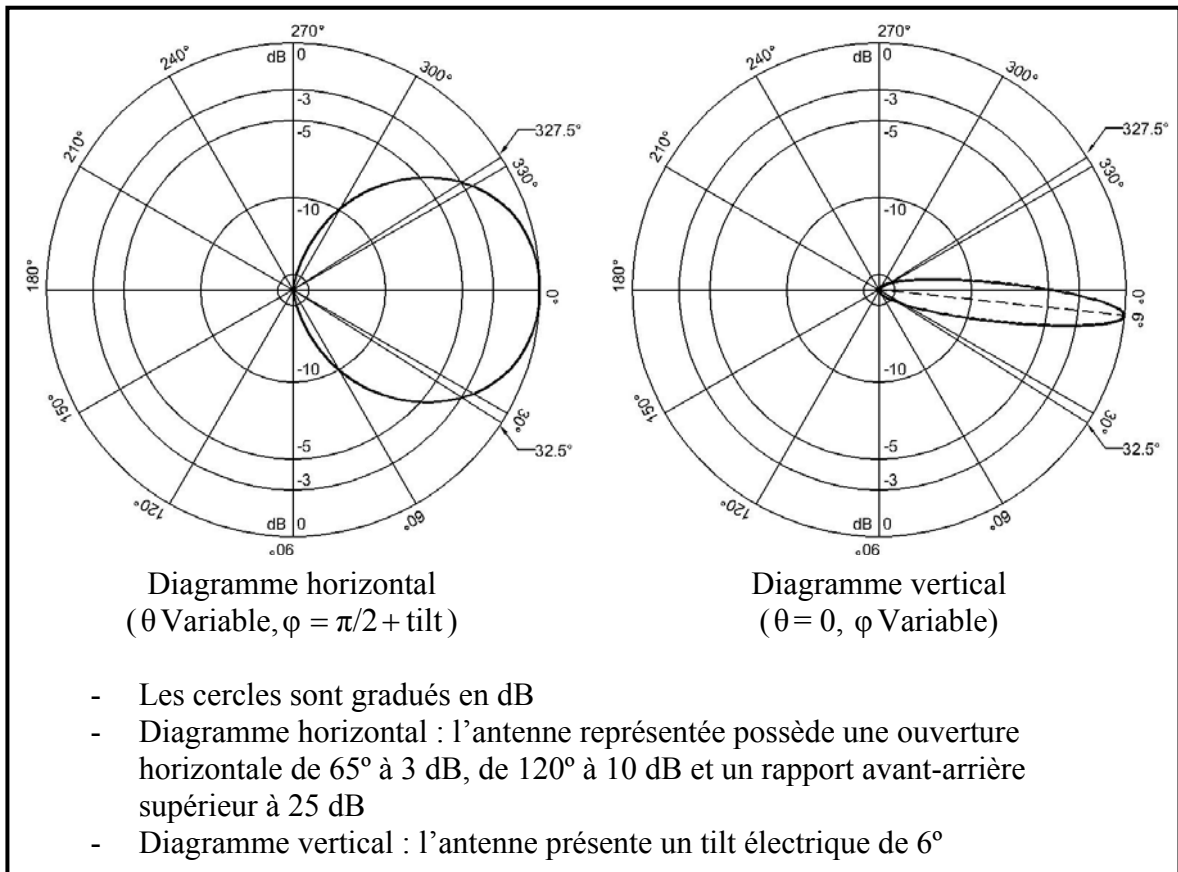


Figure B : Diagramme de rayonnement

ANNEXES 2

Annexe 2.1 : Tableau d'Erlang

Nombre de canaux du trafic	Niveau du service (en anglaise, GOS : Grade Of Service)				Nombre de canaux du trafic	Niveau du service (en anglaise, GOS : Grade Of Service)			
	2%	1%	0.5%	0.1%		2%	1%	0.5%	0.1%
	0.02	0.01	0.005	0.001		0.02	0.01	0.005	0.001
	E	E	E	E		E	E	E	E
1	0.020	0.010	0.005	0.001	51	41.2	38.8	36.8	33.4
2	0.22	0.15	0.105	0.046	52	42.1	39.7	37.6	34.2
3	0.60	0.45	0.35	0.019	53	43.1	40.6	38.5	35.0
4	1.1	0.9	0.7	0.44	54	44.0	41.5	39.4	35.8
5	1.7	1.4	1.1	0.8	55	45.0	42.4	40.3	36.7
6	2.3	1.9	1.6	1.1	56	45.9	43.3	41.2	37.5
7	2.9	2.5	2.2	1.6	57	46.9	44.2	42.1	38.3
8	3.6	3.2	2.7	2.1	58	47.8	45.1	43.0	39.1
9	4.3	3.8	3.3	2.6	59	48.7	46.0	43.9	40.0
10	5.1	4.5	4.0	3.1	60	49.7	46.9	44.7	40.8
11	5.8	5.2	4.6	3.6	61	50.6	47.9	45.6	41.6
12	6.6	5.9	5.3	4.2	62	51.6	48.8	46.5	42.5
13	7.4	6.6	6.0	4.8	63	52.5	49.7	47.4	43.4
14	8.2	7.4	6.6	5.4	64	53.4	50.6	48.3	44.1
15	9.0	8.1	7.4	6.1	65	54.4	51.5	49.2	45.0
16	9.8	8.9	8.1	6.7	66	55.3	52.4	50.1	45.8
17	10.7	9.6	8.8	7.4	67	56.3	53.3	51.0	46.6
18	11.5	10.4	9.6	8.0	68	57.2	54.2	51.9	47.5
19	12.3	11.2	10.3	8.7	69	58.2	55.1	52.8	48.3
20	13.2	12.0	11.1	9.4	70	59.1	56.0	53.7	49.2
21	14.0	12.8	11.9	10.1	71	60.1	57.0	54.6	50.1
22	14.9	13.7	12.6	10.8	72	61.0	58.0	55.5	50.9
23	15.7	14.5	13.4	11.5	73	62.0	58.9	56.4	51.8
24	16.6	15.3	14.2	12.2	74	62.9	59.8	57.3	52.6
25	17.5	16.1	15.0	13.0	75	63.9	60.7	58.2	53.5
26	18.4	16.9	15.8	13.7	76	64.8	61.7	59.1	54.3
27	19.3	17.7	16.6	14.4	77	65.8	62.6	60.0	55.2
28	20.2	18.6	17.4	15.2	78	66.7	63.6	60.9	56.1
29	21.1	19.5	18.2	15.9	79	67.7	64.5	61.8	56.9
30	22.0	20.4	19.0	16.7	80	68.6	65.4	62.7	57.7
31	22.9	21.2	19.8	17.4	81	69.6	66.3	63.6	58.7
32	23.8	22.1	20.6	18.2	82	70.5	67.2	64.5	59.5
33	24.7	23.0	21.4	18.9	83	71.5	68.1	65.4	60.4
34	25.6	23.8	22.3	19.7	84	72.4	69.1	66.3	61.3
35	26.5	24.6	23.1	20.5	85	73.4	70.1	67.2	62.1
36	27.4	25.5	23.9	21.3	86	74.4	71.0	68.1	63.0
37	28.3	26.4	24.8	22.1	87	75.4	71.9	69.0	63.9
38	29.3	27.3	25.6	22.9	88	76.3	72.8	69.9	64.8
39	30.1	28.2	26.5	23.7	89	77.2	73.7	70.8	65.6
40	31.0	29.0	27.3	24.5	90	78.2	74.7	71.8	66.6
41	32.0	29.9	28.2	25.3	91	79.2	75.6	72.7	67.4
42	32.9	30.8	29.0	26.1	92	80.1	76.7	73.6	68.3
43	33.8	31.7	29.9	26.9	93	81.0	77.5	74.3	69.1
44	34.7	32.6	30.8	27.7	94	81.9	78.4	75.4	70.0
45	35.6	33.4	31.6	28.5	95	82.9	79.3	76.3	70.9
46	36.6	34.3	32.5	29.3	96	83.8	80.3	77.2	71.8
47	37.5	35.2	33.3	30.1	97	84.8	81.2	78.2	72.6
48	38.4	36.1	34.2	30.9	98	85.7	82.2	79.1	73.5
49	39.4	37.0	35.1	31.7	99	86.7	83.2	80.0	74.4
50	40.3	37.9	35.9	32.5	100	87.6	84.0	80.9	75.3

Annexe 2.2 : Exemple de bilan de liaison

Tableau A : Exemple de bilan de liaison pour GSM 900

Sens de la liaison	Montante	Descendante	
Partie réception	BTS	MS	
Sensibilité	-104 dBm	-102 dBm	P_R
Marge de protection	3 dB	3 dB	M_p
Perte totale câble et connecteurs	4 dB	0 dB	L_{cm}
Gain d'antenne	12 dBi	0 dBi	G_m
Marge de masque	5 dB	5 dB	M_m
Puissance médiane nécessaire	-104 dBm	-94 dBm	$P_{médiane} = P_R + L_{cm} - G_m + M_p + M_m$
Partie émission	MS	BTS	
Puissance d'émission	33 dBm	38 dBm	P_T
Perte de couplage + isolateurs	0 dB	3 dB	L_e
Perte totale câble et connecteurs	0 dB	4 dB	L_{cb}
Gain d'antenne	0 dBi	12 dBi	G_b
P.I.R.E	33 dBm	43 dBm	$P.I.R.E = P_T - L_e - L_{cb} + G_b$
Bilan de liaison			
Affaiblissement maximal	137 dB	137 dB	$L = P.I.R.E - P_{médiane}$
Perte due au corps humain	3 dB	3 dB	L_h
Affaiblissement de parcours	134 dB	134 dB	$L_{parcours} = L - L_h$
Portée en extérieure	2 km		
Portée intérieure (marge de 15 dB)	0.7 km		

- On considère un câble de perte 2 dB/100 m d'une longueur de 120 mètres dans la station de base, un mobile de puissance 2 W
- La portée est calculée sur la valeur $L_{parcours}$ en considérant la loi d'Okumura Hata pour une zone urbaine :
 - Portée en extérieure : $L_{parcours} = 123.6 + 33.8 \text{ Log}(d)$
 - Portée intérieure : $L_{parcours} - 15 = 123.6 + 33.8 \text{ Log}(d)$

Tableau B : Exemple de bilan de liaison pour DCS 1800

Sens de la liaison	Montante	Descendante	
Partie réception	BTS	MS	
Sensibilité	-104 dBm	-102 dBm	P_R
Marge de protection	3 dB	3 dB	M_p
Perte totale câble et connecteurs	2 dB	0 dB	L_{cm}
Gain d'antenne	18 dBi	0 dBi	G_m
Gain de diversité	5 dB	0 dB	G_d
Marge de masque	6 dB	6 dB	M_m
Puissance médiane nécessaire	-104 dBm	-94 dBm	$P_{médiane}=P_R+L_{cm}-G_m-G_d+M_p+M_m$
Partie émission	MS	BTS	
Puissance d'émission	30 dBm	42 dBm	P_T
Perte de couplage + isolateurs	0 dB	3 dB	L_e
Perte totale câble et connecteurs	0 dB	2 dB	L_{cb}
Gain d'antenne	0 dBi	18 dBi	G_b
P.I.R.E	30 dBm	55 dBm	$P.I.R.E=P_T-L_e-L_{cb}+G_b$
Bilan de liaison			
Affaiblissement maximal	146 dB	146 dB	$L=P.I.R.E-P_{médiane}$
Perte due au corps humain	3 dB	3 dB	L_h
Affaiblissement de parcours	143 dB	143 dB	$L_{parcours}=L-L_h$
Portée en extérieure	2 km		
Portée intérieure (marge de 15 dB)	0.7 km		

- On considère un mobile de puissance 1 W.
- Noter l'utilisation de la diversité dans la station de base et l'utilisation d'antennes à fort gain pour supporter des affaiblissements plus importants que pour le bilan de liaison GSM 900 (ces techniques peuvent être aussi employées pour GSM 900).
- La portée est calculée sur la valeur $L_{parcours}$ en considérant la loi d'Okumura Hata pour une zone urbaine :
 - Portée en extérieure : $L_{parcours}=133.1+33.8 \text{ Log}(d)$
 - Portée intérieure : $L_{parcours}-15=133.1+33.8 \text{ Log}(d)$

ANNEXES 3

SYSTEME DE DBS3900

La DBS3900 qui est un équipement composé des émetteurs/récepteurs radios et constituant l'interface entre le BSC et les mobiles, est une solution de station de base distribuée (*DBS : Distributed Base Station*) développée par Huawei Technologies Co., Ltd. Cette annexe va décrire :

1. Description du système de DBS3900
2. Structure du matériel de DBS3900
3. Réseaux topologies de DBS3900
4. Configuration typique de DBS3900
5. OM Système de DBS3900

I. Description du système de DBS3900

I.1 Emplacement de DBS3900

La DBS3900 (*Distributed Base Station*) se trouve dans le sous-système radio (*BSS, Base Station Sub-system*). Son emplacement est indiqué dans la figure ci-dessous :

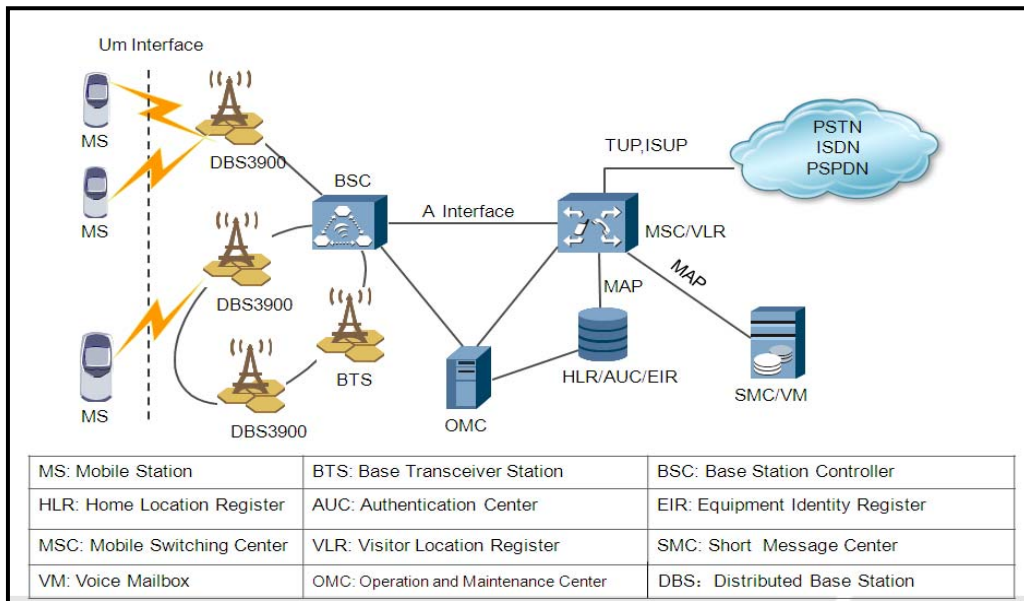


Figure A.1 : Emplacement de DBS3900

I.2 Fonctions et Caractéristiques de DBS3900

Les fonctions et les caractéristiques de DBS3900 sont :

- Connectez avec le BSC
- La charge de la transmission et la gestion de radio
- L'Opération et fonctions de l'entretien

- Les fonctions du protocole signalant
- Grande Couverture et bas coût
- Supportez le système PGSM 900, EGSM900, DCS1800
- Supportez GPRS and EGPRS
- Supportez la couverture Omni - Directionnelle et la couverture directionnelle
- Un module RRU peut supporter 2 TRXs
- Un BBU supportent la configuration en étoile (*star*), arbre (*tree*), chaîne (*chain*) ou en anneau (*ring*) pour les réseaux topologies.
- Un BBU peut en supporter 36TRX au plus et 12 cellules au plus

II. Structure du matériel de DBS3900

II.1 Composants matériels de DBS3900

La DBS3900 consiste deux principaux composants, le BBU3900 et le RRU3004 qui sont connectés par les câbles optiques, ci-dessous :

- Le BBU3900 (*Base Band Unit*) : est une unité intérieure de la bande de base qui permet l'interaction entre le BTS et BSC, et fournit la gestion de station de bas de la DBS3900 par le système OM (*Opération et Maintenance*).
- Le RRU3004 (*Remote Radio Unit*) : est une unité extérieure de la gestion de radio qui traite les signaux de la bande de base et les signaux RF.

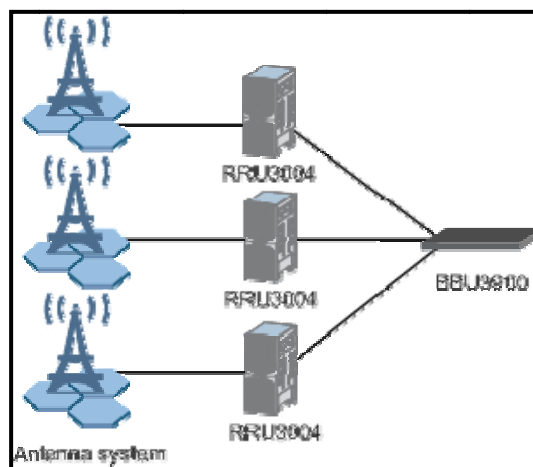


Figure A.2 : Architecture du système de DBS3900

Remarque : le BBU se représente le BBU3900. Le RRU3004 se représente deux modules de RRU. Le module RRU est un module RF dans la caisse RRU3004 (*RRU3400 rack*).

Les matériels auxiliaires de DBS3900 sont :

- Le système d'antenne (Seule antenne/Double antenne, GSM900/GSM1800)
- Le système de l'alimentation de puissance :
 - IBBS (*Integrated Backup Battery System*) : est un cabinet de batterie.
 - APM30 (*Advance Power Module*) : fournit une tension sortie de -48 V DC (*AC/DC, redresser*), fournit la puissance réserve, contrôle de la température, donne l'espace pour installer les matériels

- PMU (*Power Monitoring Unit*) ; PSU (*Power Supply Unit*)
- EMUA (*Environment Monitoring Unit type A*) : une unité d'environnement monitoring qui contrôle la distribution de puissance, l'entrée non autorisée, contrôle l'environnement de la pièce du matériel.
- PDU (*Power Distribution Unit*) : fournit multiples puissances sorties (DC).
- BBU (*Base Band Unit*)
- DDF (*Digital Distribution Frame*) : donne les connexions de l'interface E1 pour BBU et IDU (*InDoor Unit*) de Micro onde.
- IDU (*InDoor Unit*) de Micro onde : fournit le multiplexage/ démultiplexage et le traitement du signal IF (*Intermediated Frequency*).

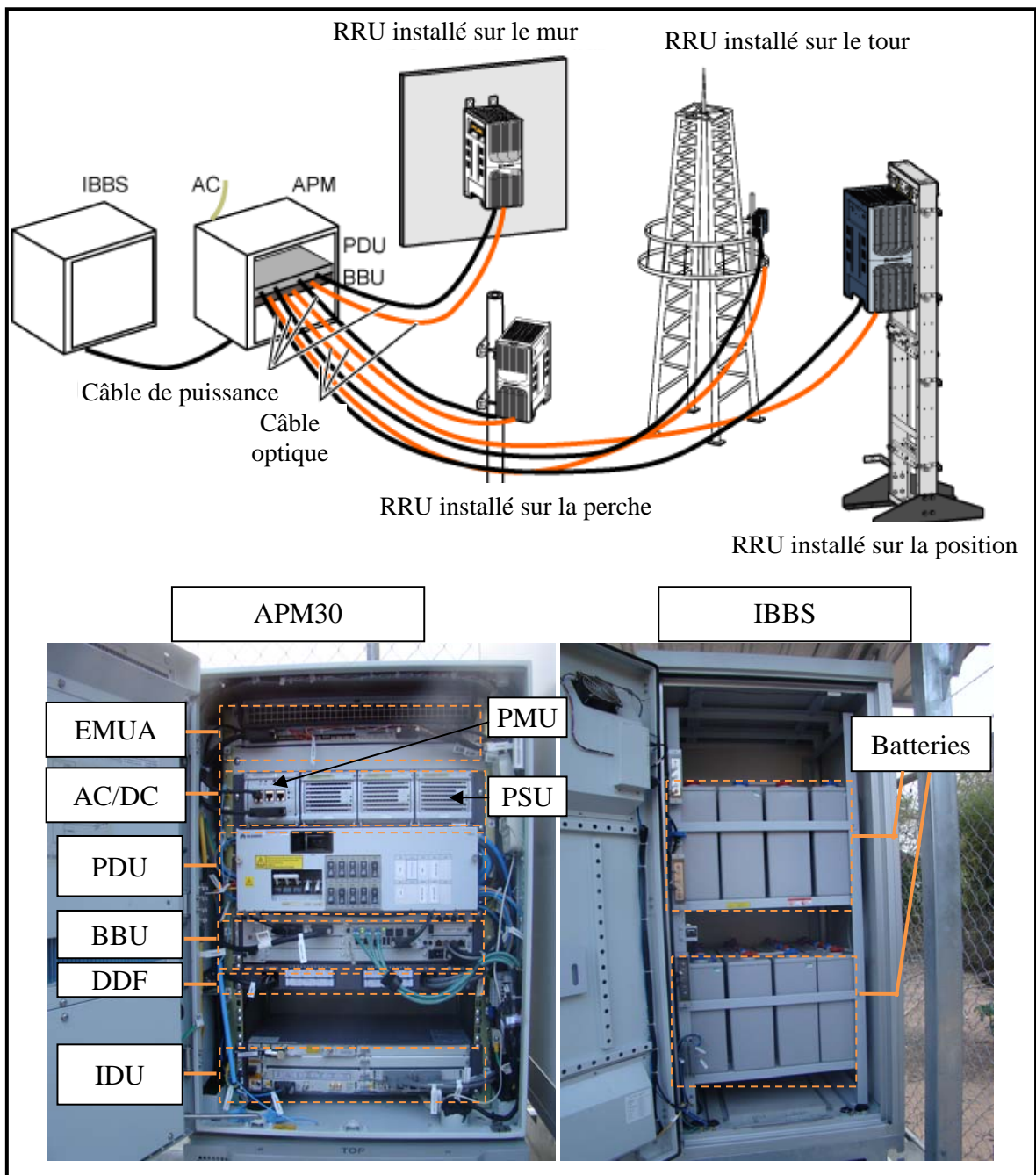


Figure A.3 : Composants matériels de DBS3900

II.2 BBU3900 (Base Band Unit)

II.2.1 Fonctions et structure logique de BBU3900

Le BBU3900 (*Base Band Unit*) est une unité intérieure de la bande de base qui permet l'interaction entre le BTS et BSC, et fournit la gestion de station de bas de la DBS3900 par le système OM (*Operation and Maintenance*). Le BBU3900 exécute les fonctions suivantes :

- L'unité de BTS interface :
 - Connecter le BTS au BSC
 - Échanger les données entre la liaison E1 de BSC et BTS
- L'unité de traitement central
 - Contrôler l'unité de BTS interface permettant la communication entre le BSC et la BTS, contrôler l'unité de RF interface permettant la communication entre le BBU et le RRU et connecter l'unité de maintenance terminal du site à travers par MMI (*Man Machine Interface*)
- L'unité de Maintenance terminal du site
 - Fournir la gestion centralisée sur le système BTS
- L'unité d'ultrarapide interface :
 - Recevoir les données de la voie montant et transmettre les données de la voie descendant de la band de base du RRU à travers par CPRI (*Common Protocol Radio Interface*)
- L'unité de l'horloge :
 - Fournir la référence de l'horloge pour le système entier
- L'unité de monitoring :
 - Collecter des plusieurs types d'information de l'alarme, et rapporter l'information de l'alarme à l'unité du traitement centrale.

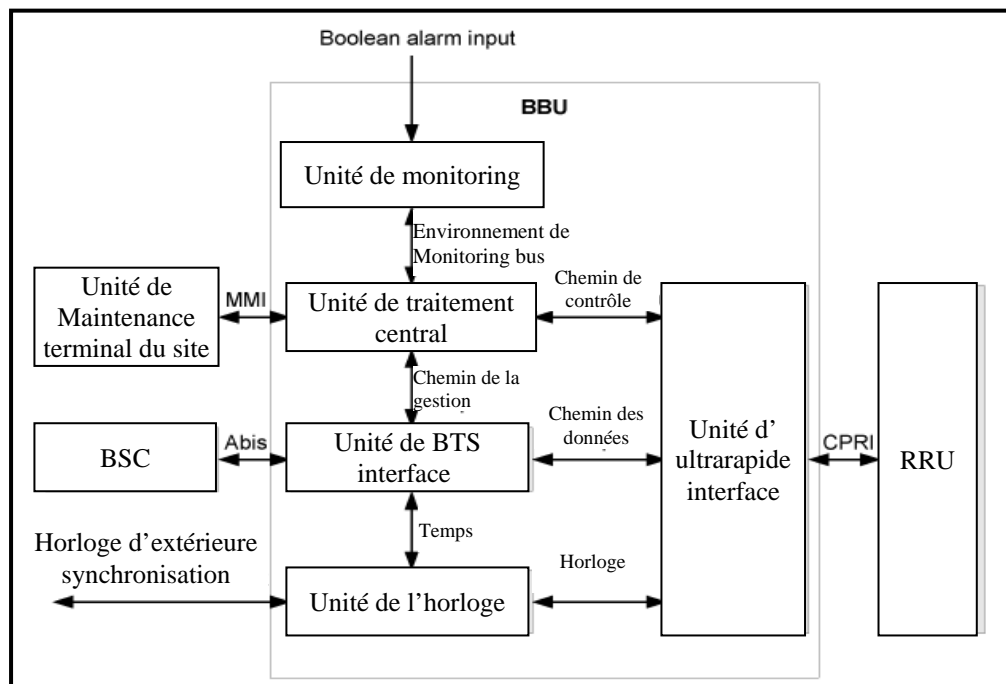


Figure A.4 : Structure Logique de DBS3900

II.2.2 Caractéristiques et composants matériels de BBU3900

Les caractéristiques de BBU3900 sont :

- La puissance consommée : 35 W
- Le poids du BBU n'est pas plus que 12 kg
- Chaque BBU3900 supporte au maximum 36 TRXs, et 12 cellules

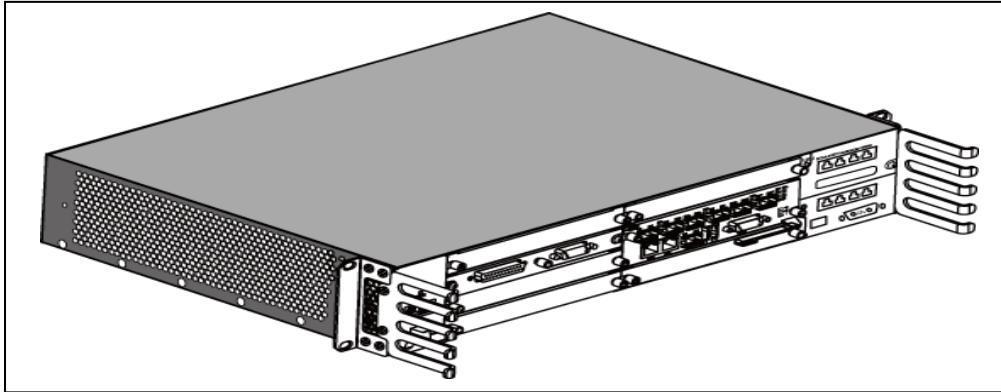


Figure A.5 : BBU3900 (*Base Band Unit*)

Le BBU consiste l'unité de BSBC, UEIU, GTMU, UELP, UBFA et UPEU.

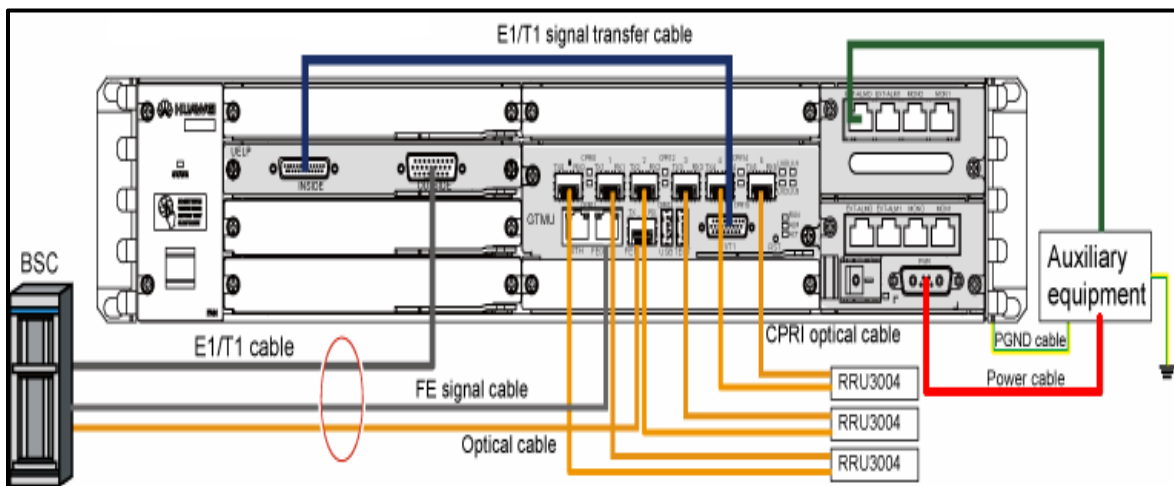


Figure A.6 : Composants matériels de BBU3900

- BSBC (*Universal BBU Subrack Backplane Type C*) : est le *backplane* du BBU qui fournit huit slots, deux slots de puissance (UEIU et UPEU), et un slots du ventilateur (UBFA).

UBFA	0	4	UEIU
	1 UELP	5 GTMU	
	2	6 GTMU	UPEU
	3	7	

Figure A.7 : BSBC (*Universal BBU Subrack Backplane Type C*)

- GTMU (*Transmission & Timing & Management Unit for BBU*) : fournit le contrôle, la maintenance et l'opération de la BTS entier.

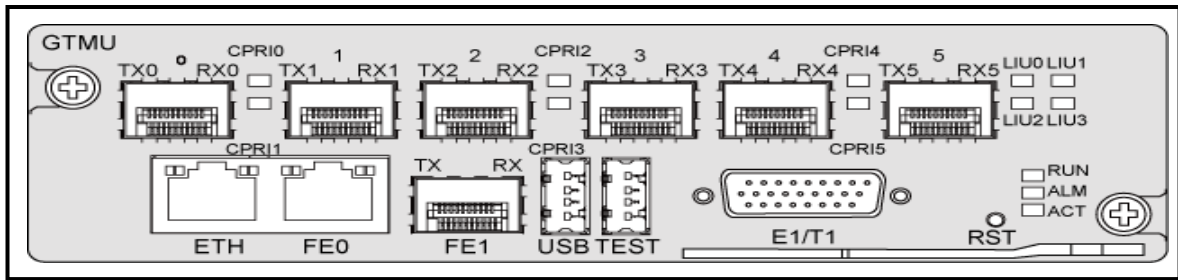


Figure A.8 : GTMU (*Transmission & Timing & Management Unit for BBU*)

- UBFA (*Universal BBU Fan unit type A*) : communique avec GTMU pour réguler la température, ajuster la vitesse du ventilateur et rapporter les alarmes.

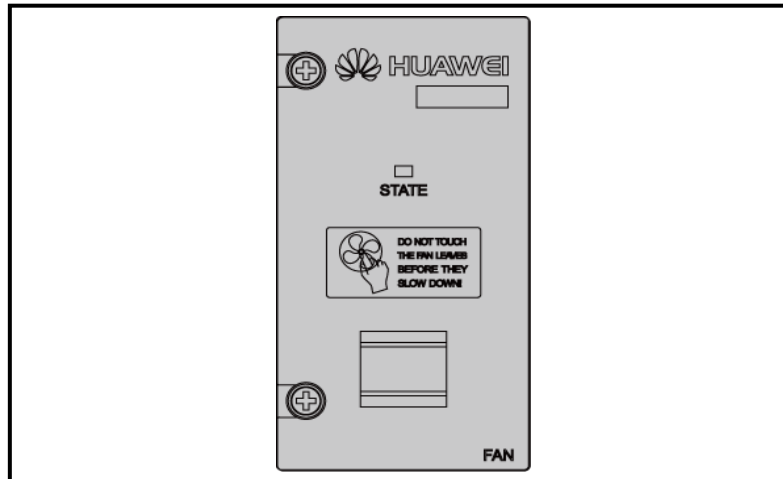


Figure A.9 : UBFA (*Universal BBU Fan unit type A*)

- UPEU (*Universal Power and Environment interface Unit*) : supporte une tension entrée de -48 V DC, alimenter la puissance à BBU entier, et fournit l'accès à multiple environnement de monitoring des signaux.

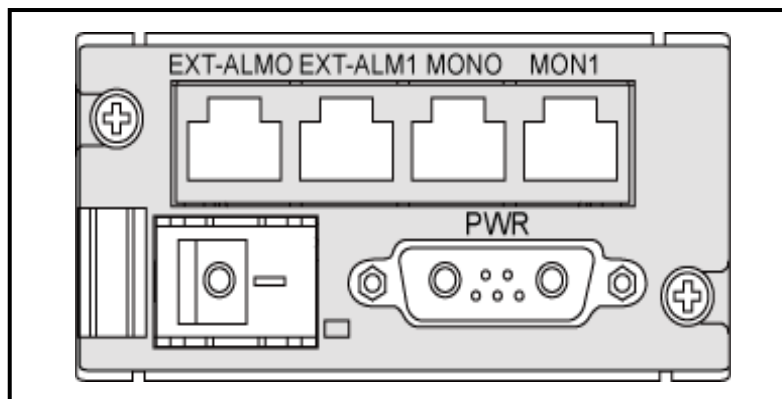


Figure A.10 : UPEU (*Universal Power and Environment interface Unit*)

- UEIU (*Universal Environment Interface Unit*) : supporte multiple environnement de monitoring des signaux qui est configuré quand les interfaces de l'environnement de monitoring sont insuffisantes.

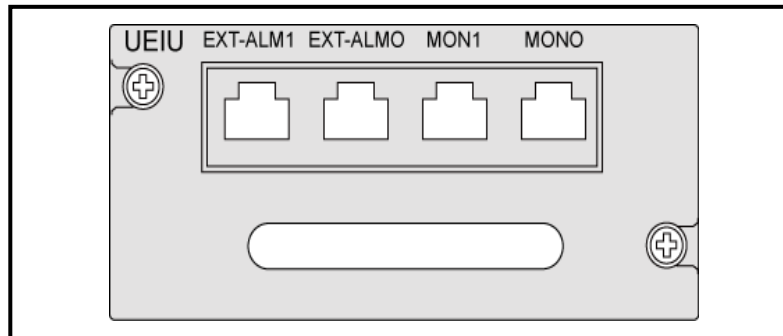


Figure A.11 : UEIU (*Universal Environment Interface Unit*)

- UELP (*Universal E1/T1 Lighting Protection unit*) : fournit la protection pour quatre E1/T1 signaux.

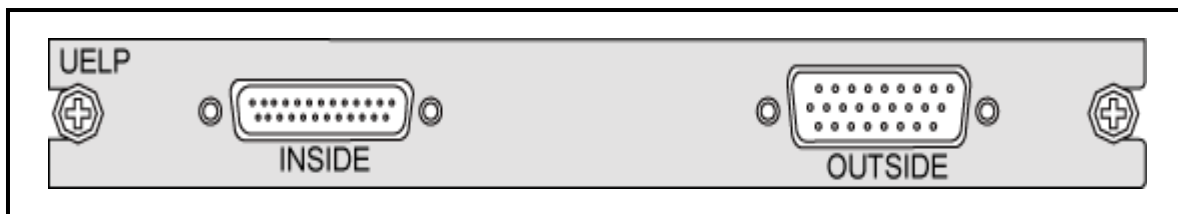


Figure A.12 : UELP (*Universal E1/T1 Lighting Protection unit*)

II.3 RRU3004 (*Remote Radio Unit*)

II.3.1 Fonctions et structure logique de RRU3004

Le RRU3004 (*Remote Radio Unit*) est une unité extérieure de la gestion de radio qui traite les signaux de la bande de base et les signaux RF. Le RRU3004 exécute les fonctions suivantes :

- L'unité d'ultrarapide interface :
 - Recevoir les données de la voie descendant du BBU et transmettre les données de la voie montant au BBU à travers par CPRI (*Common Protocol Radio Interface*)
- L'unité de traitement du signal (la charge de la transmission les signaux) :
 - Pour RX signaux : bas convertir les signaux RX (Récepteur) à IF signaux (*Intermédiaire Fréquence*), amplifier le IF signaux, modulation, exécuter la conversion analogique-numérique des signaux à travers l'ADC, quantification des signaux, traiter et emballer les données,
 - Pour TX signaux : codage, amplifier les signaux de voie descendant, exécuter la conversion numérique-analogique des signaux à travers l'DAC, haut convertir les signaux RF (*Radio Fréquence*) afin qu'ils puissent être transmis sur la TX (Transmetteur) fréquence bande, démodulation

- Pour le module du contrôle : rapporter l'information de l'alarme, fournir un canal pour opérer et maintenir le RRU, recevoir les ordres de la configuration du BBU et exécuter la gestion de la configuration d'autres modules comme GTMU
- PA (*Power Amplifier*) :
 - Combiner ou diviser les deux signaux du porteur
 - Amplifier les signaux reçus RF de basse puissance de l'unité de traitement du signal
- Dual Duplexer :
 - Multiplexer les signaux RX et les signaux TX afin qu'ils puissent partager la même antenne
 - Filtrer les signaux RX et les signaux TX
- LNA (*Low Noise Amplifier*) :
 - Amplifier les signaux reçus de l'antenne.

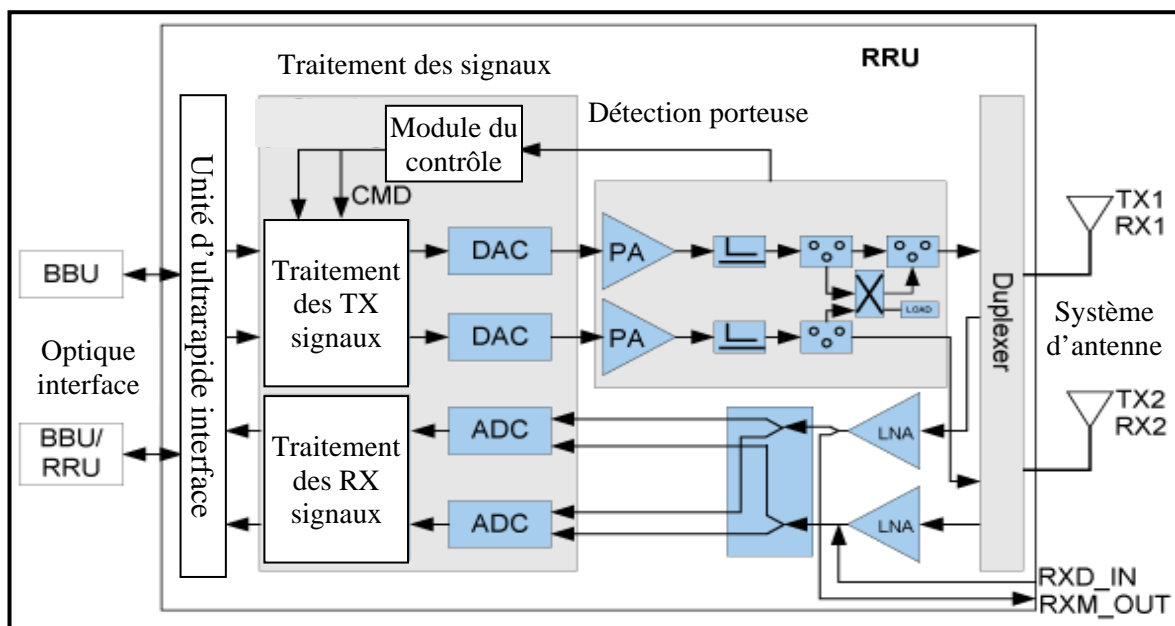


Figure A.13 : Structure Logique de RRU3004

II.3.2 Caractéristiques et composants matériels de RRU3004

Les caractéristiques de RRU3004 sont :

- L'alimentation de tension : -48 VDC
- Le poids du RRU3004 n'est pas plus que 38 kg
- Un RRU3004 consiste deux RRU modules
- Un RRU module supporte 2 TRX
- Le RRU3004 peut installer sur le mur, sur la perche, sur le tour ou sur la position.

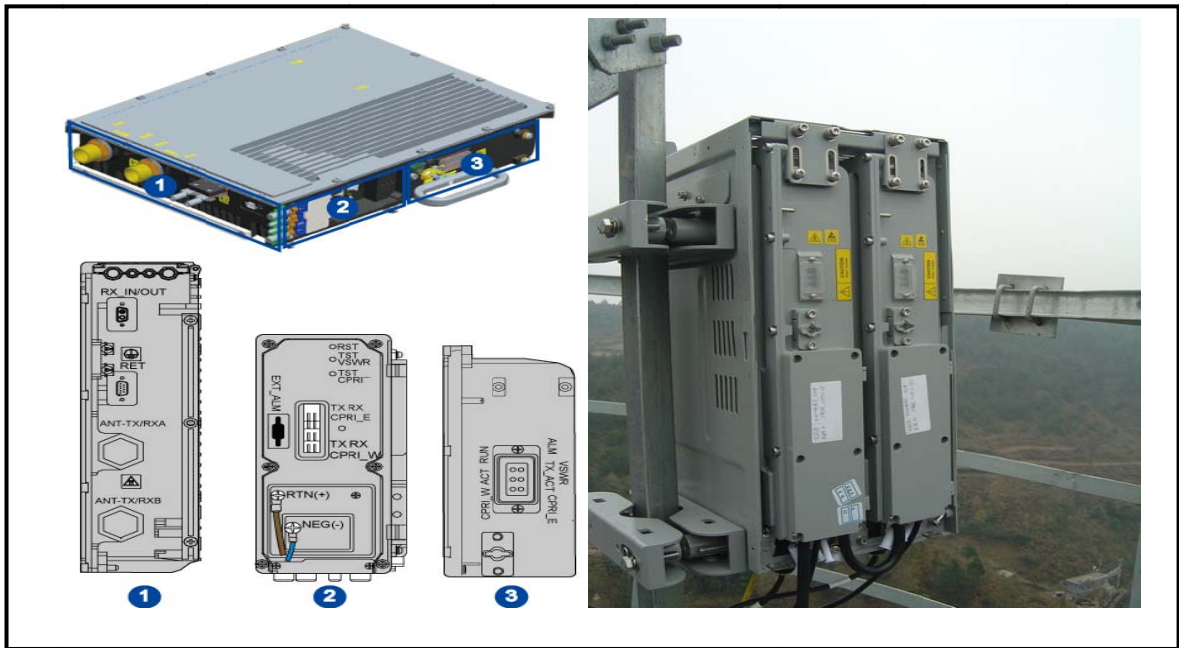


Figure A.14 : RRU3004 (*Remote Radio Unit*)

III. Réseaux topologies de DBS3900

Cela décrit les réseaux topologies du BBU et du RRU, et les avantages et les inconvénients de chaque réseau topologies.

III.1 Réseaux topologies du BBU et du RRU

Réseaux topologies du BBU : le BSC et les BBU supportent des réseaux topologies en étoile (*star*), chaîne (*chain*), arbre (*tree*), et anneau (*ring*).

Réseaux topologies du RRU : le BBU et les RRU supportent des réseaux topologies en étoile (*star*) et chaîne (*chain*).

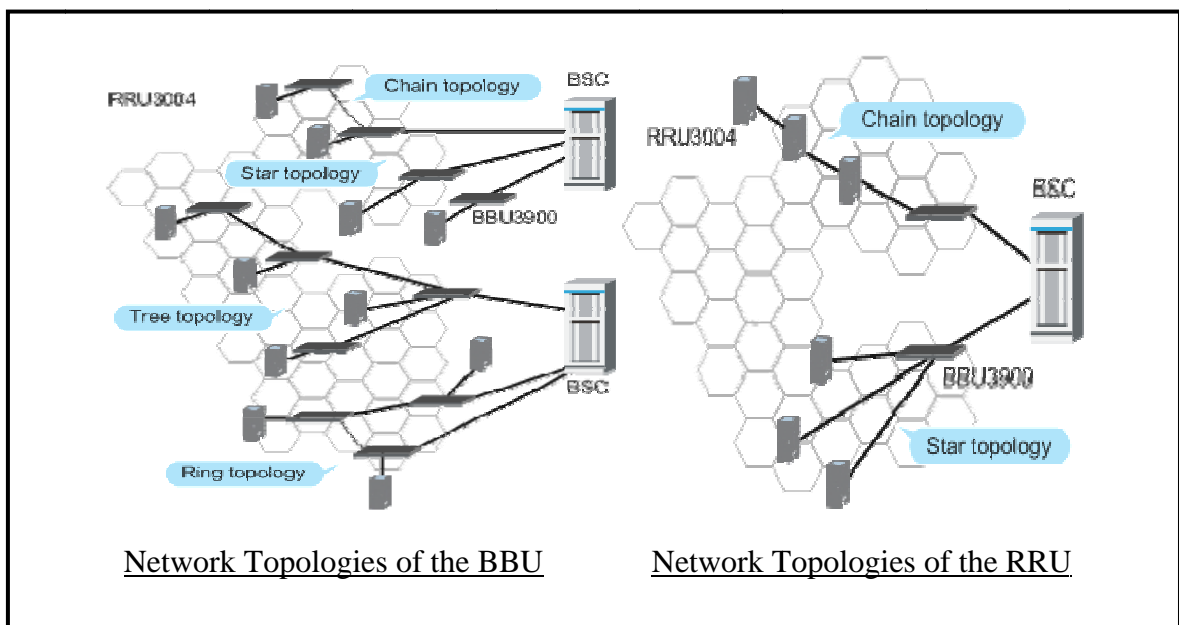


Figure A.15 : Réseaux topologies du BBU et du RRU

III.2 Les avantages et les inconvénients de chaque réseau topologies

Le BBU, le RRU et le système de l'antenne forment le BTS. Pour la facilité de la description des réseaux topologies, les figures suivantes prennent le BTS au lieu du BBU et RRU.

Topologie en étoile (star) : applique surtout pour les régions peuplées.

- Les avantages :
 - Chaque BTS est connecté au BSC directement. Par conséquent, cette topologie est simple et facile à la construction, l'entretien, et l'expansion de la capacité.
 - Chaque BTS échange les données avec le BSC directement. L'efficacité du réseau (débit, rapidité), la fiabilité, et la sûreté de transmission est haute parce que les signaux sont transmis à travers seulement quelques nœuds.
- Les inconvénients :
 - Comparé avec les autres topologies, la topologie en étoile exige plus de ressources de la transmission, le coût de la transmission est cher.

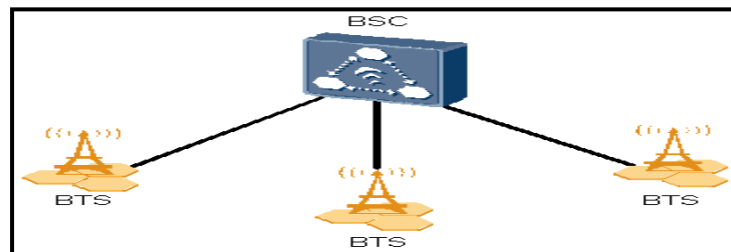


Figure A.16 : Topologies en étoile (star)

Topologie en chaîne (chain) : applique surtout les régions peu peuplées.

- Les avantages :
 - Cette topologie réduit des coûts de la transmission
- Les inconvénients :
 - L'efficacité du réseau (débit, rapidité), la fiabilité, et la sûreté de transmission est pauvre parce que les signaux sont transmis à travers beaucoup de nœuds.
 - Le nombre de niveaux dans la topologie en chaîne ne doit pas dépasser de cinq.
 - Les fautes des BTSs de niveaux supérieur peuvent également affecter les BTSs de niveaux inférieur.

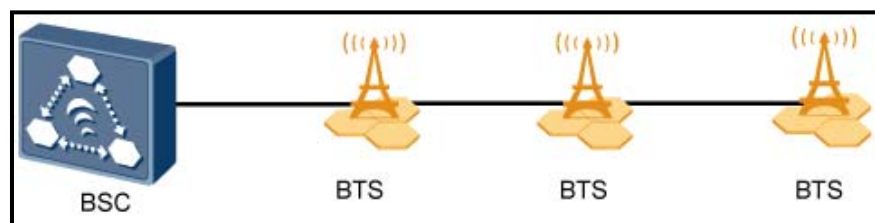


Figure A.17 : Topologies en chaîne (chain)

Topologie en arbre (tree) : applique pour le compliqué de réseau de distribution (y comprise les parties plus peuplées et les parties moins peuplées)

- Les avantages :
 - Cette topologie réduit beaucoup de coûts de la transmission

➤ Les inconvénients :

- L'efficacité du réseau (débit, rapidité), la fiabilité, et la sûreté de transmission est pauvre ; et la construction et l'entretien sont compliqués parce que les signaux sont transmis à travers beaucoup de nœuds.
- Le nombre de niveaux dans la topologie en chaîne ne doit pas dépasser de cinq.
- Les fautes des BTSs de niveaux supérieur peuvent également affecter les BTSs de niveaux inférieur.

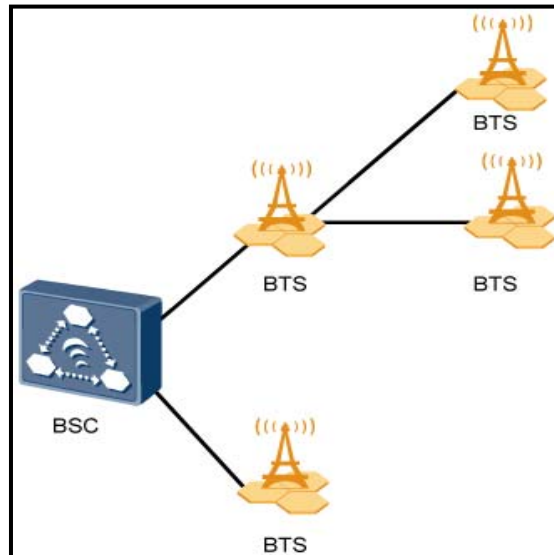


Figure A.18 : Topologies en arbre (tree)

Topologie en anneau (ring) : applique pour assurer la fiabilité et la sûreté de transmission

➤ Les avantages :

- Cette topologie a la capacité d'être auto-guérisante, c'est-à-dire si une liaison E1 devient défectueuse, la topologie en anneau peut changer à la topologie en chaîne ou en arbre.
- Les fautes des BTSs de niveaux supérieur ne peuvent pas affecter les BTSs de niveaux inférieur parce qu'il y a la capacité d'être auto-guérisante.

➤ Les inconvénients :

- Il exige plus de ressources de la transmission
- L'efficacité du réseau (débit, rapidité) est pauvre parce que les signaux sont transmis à travers beaucoup de nœuds. Mais, la fiabilité, et la sûreté de transmission sont très hautes.
- Le nombre de niveaux dans la topologie en chaîne ne doit pas dépasser de cinq.

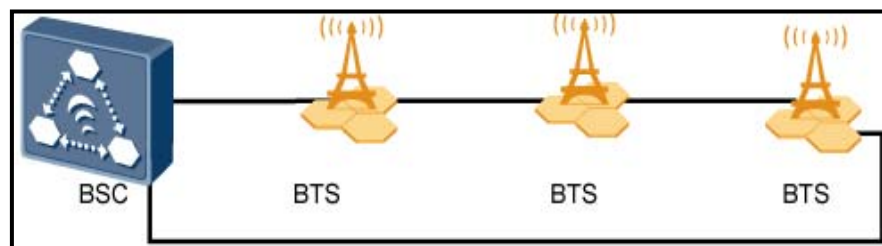


Figure A.19 : Topologies en anneau (ring)

IV. Configurations Typiques de DBS3900

Les configurations typiques de DBS3900 se représentent dans la figure ci-dessous :

Tableau A.1 : Configurations Typiques de DBS3900

Type de Configuration	Nombre de BBU's	Nombre de RRU Modules (pas de la diversité)
S1/1/1	1	3
S2/2/2	1	3
S3/3/3	1	6
S4/4/4	1	6
S5/5/5	1	9
S6/6/6	1	9
S7/7/7	1	12
S8/8/8	1	12

V. OM Système de DBS3900

OM (*Operation and Maintenance*) système de DBS3900 consiste les modes suivantes pour maintenir le DBS3900 :

- Maintenance terminal du site (*Site Maintenance Terminal*) mode : l'ordinateur portable consistant le programme « *Site Maintenance Terminal* » est connecté à la BTS à travers l'Ethernet port. Vous pouvez utiliser le programme « *Site Maintenance Terminal* » à opérer et maintenir du site, cellule, radio porteuses (*RC : Radio Carrier*), transmetteur de la band de base (*BT : Baseband Tranceiver*), canaux, et les unités de BTS. Dans cette mode, seulement un BTS peut être maintenu à la fois.
- LMT (*Local Maintenance Terminal*) mode : Le LMT peut être utilisé pour maintenir la BTS à travers la liaison de l'OM sur l'Abis interface entre le BSC et le BTS. Le LMT communique avec le BSC à travers un LAN (*Local Area Network*). Vous pouvez utiliser le LMT à opérer et maintenir du site, cellule, radio porteuses (*RC : Radio Carrier*), transmetteur de la band de base (*BT : Baseband Tranceiver*), canaux, et les unités de BTS. Cette mode est utilisée pour configurer et modifier les données du BSC et de la BTS.
- M2000 mode : Vous pouvez utiliser le M2000 pour maintenir le BTS à travers le réseau OM. Site, cellule, radio porteuses (*RC : Radio Carrier*), transmetteur de la band de base (*BT : Baseband Tranceiver*), canaux, et les unités de BTS peuvent être opérés et maintenu sur le M2000. Dans cette mode, multiple BTSs peut être maintenu à la fois.

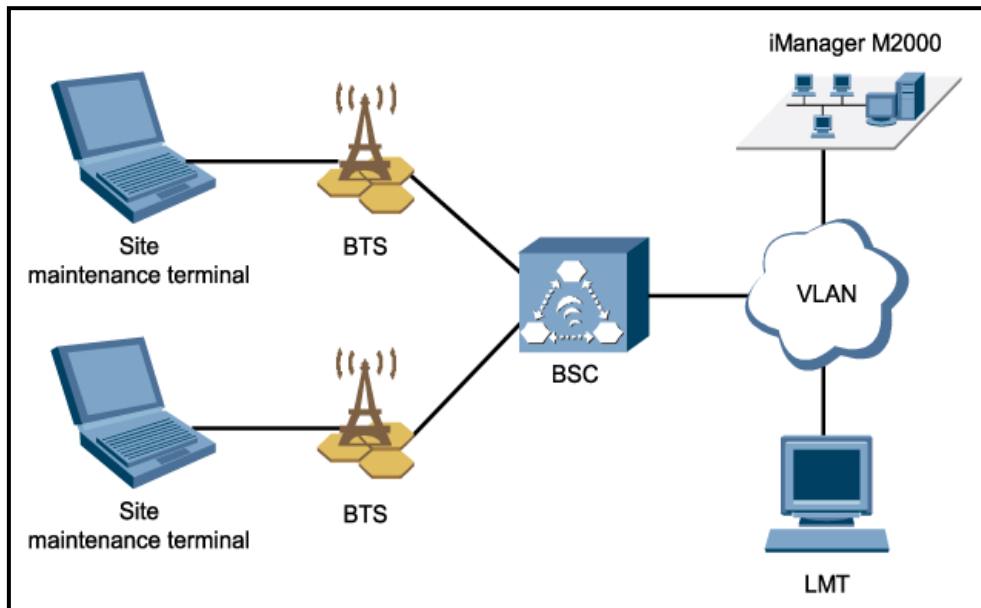


Figure A.20 : OM Système de DBS3900