

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOAND OULHADJE-BOUIRA



Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département : Génie Électrique

Mémoire de fin d'étude

Présenté par :

BENABDERRAHMANE Amina

RABIA Sarah

En vue de l'obtention du diplôme de **Master 02** en :

Filière : Télécommunication

Option : Systèmes de Télécommunication

Thème :

**Planification de l'interface Abis des systèmes de
télécommunication mobile par VSAT**

Soutenu le: **01/12/2019**

Devant la commission composée de :

Mr. MEDJEDOUB Smail	M.A.A	Univ.Bouira	Président
Mr. AYAD Mouloud	M.C.A	Univ.Bouira	Encadreur
Mr. TALBI ALADIN	Ingénieur	ATS Lakhdaria	Co-Encadreur
Mr. SOUSSOU Kamel	Ingénieur	ATM Mobilis	Co-Encadreur
Mme. DJELLID Asma	M.C.B	Univ.Bouira	Examinatrice
Mr.SAOUD Bilel	M.C.B	Univ.Bouira	Examineur

Année universitaire 2018/2019

Dédicace

A ma mère,

Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux t'offrir ne pourra pas exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte.

Aucune dédicace ne serait exprimé mes sentiments, que dieu te préserve et te procure santé et longue vie.

A mon père,

L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect.

En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et l'affection dont tu m'as toujours entourée.

A mes sœurs et leurs époux

A mes deux frères et leurs épouses,

A mon mari

A mes nièces et mes neveux

A ma famille,

A mes ami(e)s

Amina

Dédicaces

*Je rends grâce à dieu de m'avoir donné le courage et la volonté
ainsi que la conscience d'avoir pu terminer mes études.*

Je dédie ce modeste travail :

*A ma très chère mère pour toute sa tendresse et pour ses
nombreux sacrifices. Que dieu me la garde.*

*A mon très cher père en reconnaissance de son amour,
encouragement et affection qu'ils m'ont prodigués durant mes
études. Que dieu me lui garde.*

A mon frère Merouane et à ma sœur Taous.

*A toute la famille **RABIA** et la famille **ALIANE**.*

Sarah

Remerciements

*Nous remercions tous d'abord **ALLAH** qui nous a donné la force et le courage afin de parvenir à élaborer ce modeste travail qui a été effectué au sein du Département des Sciences et sciences appliquées de l'Université de Bouira.*

Je tiens à remercier, en premier lieu, Dr.AYAD Mouloud Directeur de ce mémoire pour ses conseils et son aide.

De plus je remercie monsieurs :

MEKHZOUMI Mehdi qui nous a beaucoup aidé et soutenu pendant tout nos stages

TALBI Aladin et HANAFI Zoubir qui nous ont aidé pendant notre stage au sein d'Algérie Télécom Satellite centre Lakhdaria

Sans oublier :

SOUSSOU Kamel et KHALFOUNI Aziouaz qui nous ont également aidé au sein d'Algérie Télécom Mobilis à Bab zouar et NSS Hydra

Je remercie également tous les membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail ainsi que tous les enseignants de département de génie électrique

Enfin, j'associe à ces remerciements tous ceux qui ont contribué à réaliser ce travail de près ou de loin.

Table des Matière

Remerciements	i
Table des Matières	ii
Liste des Figures.....	v
Liste des Tableaux.....	viii
Liste des Acronymes	ix

Préambule	1
------------------------	----------

Introduction Générale	5
------------------------------------	----------

Chapitre I : Généralités sur les réseaux mobiles	6
---	----------

I.1.Introduction.....	6
-----------------------	---

I.2.Réseau GSM.....	6
---------------------	---

I.2.1.Architecture du réseau GSM.....	6
---------------------------------------	---

I.2.1.1. Le sous système radio (BSS).....	7
---	---

I.2.1.2.Le sous système réseau (NSS).....	7
---	---

I.2.1.3. Le sous système d'exploitation et de maintenance (OSS)	9
---	---

I.2.2.Protocoles du réseau GSM	9
--------------------------------------	---

I.2.3.Interfaces du réseau GSM	10
--------------------------------------	----

I.3.Evolution du GSM.....	12
---------------------------	----

I.4.Réseau 3G.....	12
--------------------	----

I.4.1.Architecture du réseau 3G.....	13
--------------------------------------	----

I.4.1.1.Unit Equipement (UE).....	13
-----------------------------------	----

I.4.1.2.Réseau d'accès radio (UTRAN).....	13
---	----

I.4.1.3. Réseau cœur (CN).....	14
--------------------------------	----

I.4.2. Interface du réseau 3G	14
-------------------------------------	----

I.4.3.Caractéristiques du réseau 3G.....	15
--	----

I.5.Réseau 4G	15
---------------------	----

I.5.1.Architecture du réseau 4G.....	15
--------------------------------------	----

I.5.1.1.User Equipement (UE).....	15
-----------------------------------	----

I.5.1.2.E-UTRAN.....	16
I.5.1.3.EPC.....	16
I.5.2.Interfaces du réseau 4G.....	17
I.5.3.caractéristiques du réseau 4G.....	18
I.6. Techniques d'accès.....	18
I.6.1. Accès multiple par répartition dans le temps	18
I.6.2. Accès multiple par répartition en fréquences.....	18
I.6.3. OFDMA.....	18
I.6.4. SC-FDMA.....	19
I.6.5. W-CDMA.....	19
I.7. Conclusion.....	20
Chapitre II :Généralité sue les réseau SATCOM	21
II.1.Introduction	21
II.2.Architecture du réseau de communication par satellite	21
II.2.1.Le secteur terrestre	21
II.2.2.Le secteur spatial	22
II.2.2.1 Définition d'un satellite de télécommunication.....	22
II.2.2.2.Les orbites	22
II.2.2.2.Zone de couverture	24
II.2.2.4 Bandes de fréquences	24
II.3.Réseau VSAT	25
II.3.1.Les topologies du réseau VSAT	27
II.3.1.1.La topologie Star.....	27
II.3.1.2.La topologie Mesh.....	27
II.3.1.3.La topologie SCPC.....	28
II.3.2.Norme de transmission dans le réseau VSAT	28
II.3.2.1.Digital Video Broadcasting- Satellite.....	28
II.3.2.2. Digital Video Broadcasting-Satellite 2	28
II.3.3.Les plateformes du réseau VSAT	29
II.4.La plateforme Comtech	29

II.4.1.Les routeurs satellitaires Comtech	30
II.5.La plateforme iDirect.....	30
II.5.1.HUB.	32
II.5.1.1.Châssis	32
II.5.1.2.Protocol Processor	33
II.5.1.3.Network Management System.....	34
II.5.1.4.Routeur UpStream	34
II.5.1.5.Switch UpStream	34
II.5.1.6.Switch Tunnel	34
II.5.2.Les routeurs satellitaires iDirect Evolution	35
II.5.2.1.Les routeurs satellitaires X1, X3, X5.....	35
II.5.2.2.Le routeur satellitaire X7	35
II.6.Avantages et inconvénients du réseau VSAT.....	36
II.7.Caractéristiques du réseau VSAT.....	36
II.8.Applications VSAT	36
II.9.Conclusion	37
Chapitre III : Réalisation d'une liaison VSAT.....	38
III.1.Introduction	38
III.2.Aperçu Général du projet	38
III.3.Développement du réseau	39
III.3.1.Direction de l'ingénierie et du développement du réseau.....	39
III.3.1.Direction de l'ingénierie et du développement du réseau.....	40
III.3.1.1Scénario 1:VSAT Comtech.....	42
III.3.1.1Scénario 1:VSAT iDirect.....	49
III.3.1.Direction de la maintenance du réseau	54
III.4.Conclusion.....	58
Conclusion Générale	59

Liste des figures

Figure I.1: Architecture du réseau GSM.....	5
Figure I.2: Pile de protocoles.....	9
Figure I.3 : Interfaces du réseau GSM.....	10
Figure I.4 : Architecture générale du réseau 3G.....	13
Figure I.5: Architecture du réseau 4G.....	15
Figure I.6: Interfaces du réseau 4G.....	17
Figure II.1: Architecture d'un réseau satellitaire.....	21
Figure II.2 : Satellite de télécommunication.....	22
Figure II.3 : Classification des orbites.....	23
Figure II.4 : Zone de couverture d'un satellite.....	24
Figure II.5 : Spectre des sous bande.....	25
Figure II.6 : Antenne VSAT.....	21
Figure II.7 : BUC.....	27
Figure II.8 : LNB.....	27
Figure II.9 : Les câbles IFL.....	27
Figure II.10 : Architecture du réseau Comtech.....	29
Figure II.11: Les routeurs satellitaire Comtech.....	30
Figure II.12 : Architecture d'un réseau VSAT iDirect.....	31
Figure II.13: Architecture du HUB iDirect.....	32
Figure II.14 : Carte ULC-R.....	32
Figure II.15: Carte ULC-T.....	33
Figure II.16: Les routeurs satellitaires iDirect	35
Figure II.17: Le routeur satellitaire X7	35
Figure III.1: Aperçu général du projet... ..	38
Figure III.2: Division réseau et service.....	39

Figure.III.3 : Exemple de planification des BTS avec le logiciel ATOLL.....	40
Figure.III.4 : Exemple de planification du câblage en utilisant le logiciel U2000.....	40
Figure III.5 : Division régionale de l'Algérie.	41
Figure III.6: la bande passante libre en réception.....	42
Figure III.7: Méthode de création de porteuse.....	43
Figure III.8: le modem CDM-625.....	44
Figure III.9: Configuration ODU.....	44
Figure III.10: Fréquences LO.....	44
Figure III.11: Menu principal.....	44
Figure III.12: Configuration Tx.....	45
Figure III.13: Configuration Rx.....	45
Figure III.14: Antenne, BUC, LNB.....	46
Figure III.15: Pointeur satellite.....	47
Figure III.16 : Signal capté.....	48
Figure III.17: Signal porteuse du site 1.....	49
Figure III.18: Ping entre les deux sites.....	49
Figure III.19: l'interface graphique iBuilder.....	50
Figure III.20: l'interface graphique iMonitor.....	50
Figure III.21 : Les paramètres informations.....	51
Figure III.22: Paramètres IP.....	52
Figure III.23: Option file.....	53
Figure III.24: Téléchargement du package.....	53
Figure III.25: Téléchargement de l'OPT.....	53
Figure III.26: Ping entre les deux sites	54
Figure III.27: Organigramme DMR	54
Figure III.28 : Logiciel de supervision U2000.....	56

Figure III.29 : Supervision de tout le territoire national des équipement Huawei.....	56
Figure III.30: Organigramme de détection et résolution d’alarmes.....	57

Liste des tableaux :

Tableau I.1 : Interfaces du réseau GSM.....	11
Tableau I.2 : Tableau récapitulatif des technologies de téléphonie mobile.....	12
Tableau I.3 : Interfaces du réseau 3G.....	14
Tableau I.4 : Interfaces du réseau 4G.....	17
Tableau II.1 : Les orbites.....	23
Tableau II.2 : Les bandes de fréquences.....	24
Tableau II.3 : Comparaison entre DVB-S et DVB-S2.....	29
Tableau III.1 : Adresse IP des deux sites.....	49
Tableau III.2 : Adresse IP.....	54
Tableau III.3 : Fournisseurs d'équipement.....	55

Liste des abréviations et acronymes

1G : 1ère Génération

2G : 2ème Génération

3G : 3ème Génération

4G : 4ème Génération

5G: 5ème Génération

A

ATM Algérie Telecom Mobilis

ATS Algérie Telecom Satellite

ACM Adaptive Coding and Modulation

AUC Authentication Center

B

BSS Base Station System

BSC Base Station Controller

BTS Base Transceiver Station

BUC Block Up Converter

C

CN Core Network

CS Circuit Switched

CCM Codage Constant et Modulation

D

DC-HSPA Dual-Cell High Speed Packet Access

DVB-S2 Digital Video Broadcasting- Satellite2

DVB-S Digital Video Broadcasting- Satellite

E

EIR Equipment Identity Register

E-UTRAN Evolved-Universal Terrestrial Radio Access

EPC	Evolved Packet Core
ENodeB	Evolved NodeB
EDGE	Enhanced Data for GSM Evolution
<u>F</u>	
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FEC	Forward Error Corrector
<u>G</u>	
GSM	Global System for Mobile
GPRS	Global Packet Radio Service
GEO	Geostationary Earth Orbit
GGSN	Gateway GPRS Node
GPS	Global Positioning System
<u>H</u>	
HLR	Home Location Register
HSPA	High Speed Packet Access (HSDPA/HSUPA)
HSS	Home Subscriber Server
HLC	Hub Line Card
<u>I</u>	
IMEI	International Mobile station Equipment Identity
IDU	In Door Unit
IFL	Inter-facility Link
IP	Internet Protocol
<u>L</u>	
LTE	Long Term Evolution
LTE-Advanced	Long Term Evolution Advanced
LEO	Low Earth Orbit

LNB	Low Noise Block
<u>M</u>	
MS	Mobile station
MSC	Mobile Switch Center
ME	Equipment mobile
MEO	Medium Earth Orbit
MME	Mobility Management Entity
MPEG	Moving Picture Experts Group
<u>N</u>	
NSS	Network Sub System
NMS	Network Management System
<u>O</u>	
OSS	Operation and Support System
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
ODU	Out Door Unit
<u>P</u>	
PCRF	Policy and Charging Rules Function
P-GW	Packet-Switch Get Way
PP	Protocol Processor
PS	Packet Switched
<u>Q</u>	
QoS	Quality of Service
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying

R

RTC Réseau Telephonique Commuté

RNC Radio Network Controller

S

SC-FDMA Single Carrier-Frequency Division Multiplexing Access

SGSN Serving GPRS Support Node

SIM Sub-Subscriber Identifier Module

S-GW Serving Gate Way

SCPC Single Channel Per Carrier

SMS Short Message Service

T

TDMA Time Division Multiple Access

U

UMTS Universal Mobile Telecommunications System

UE Unit Equipment

USIM Universal Subscriber Identity Module

UTRAN Universal Terrestrial Radio Access Network

UE User Equipment

V

VLR Visitor Location Register

VPN Virtual Private Network

VoIP Voice over Internet Protocol

VSAT Very Small Aperture Terminal

W

W-CDMA Wide band Code Duplex Multiple Access

Préambule

Préambule

Algérie Télécom Satellite

La filiale ALGERIE TELECOM SATELLITE connue sous l'acronyme ATS a été créée le 29 juillet 2006 dont l'objectif principal est de développer et promouvoir les télécommunications par satellite ce qui permet le développement d'Algérie Télécom

Grâce aux avantages du satellite qui est un élément privilégié des télécommunications en termes de rapidité de transmission et d'amélioration des liaisons nationales et internationales directes ce qui a permis le développement de divers services spécialisés parmi lesquels le service VSAT (Very Small Aperture Terminal) destiné principalement aux entreprises cherchant à relier des sites dispersés géographiquement.



Figure 1: logo ATS

L'organisation d'Algérie Télécom Satellite comprend une Direction Générale autour de laquelle s'articulent cinq directions régionales (ALGER, ORAN, OUARGLA, BECHAR et CONSTANTINE) et de deux antennes (SETIF et ANNABA), ainsi qu'un téléport à LAKHDARIA.

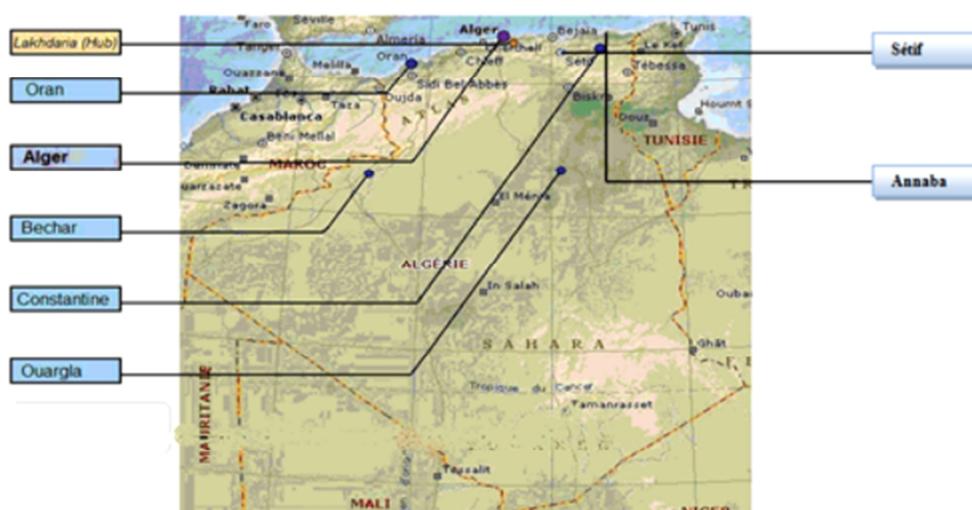


Figure 2: Organisation d'ATS

Préambule

Toujours à la recherche de l'optimum en matière de qualité de service, et afin de proposer des prestations en adéquation avec l'évolution des besoins et contraintes du marché, ATS se donne pour mission de :

- Assurer en permanence le recueil des indicateurs permettant de mesurer, anticiper, cerner et suivre l'évolution de la demande du marché
- Initier l'acquisition et l'adjonction nouvelles technologies en réponse aux évolutions technologiques et aux besoins latents de la clientèle ;
- Etablir, développer, exploiter les réseaux de télécommunications par satellite (Intelsat, Inmarsat, Vsat, GMPCS ...) dans le respect des normes et des règles internationales.
- Garantir le transport et l'acheminement des communications nationales et internationales dans le respect des accords d'exploitation avec les fournisseurs de services et les organisations internationales de communication par satellites (GMPCS, Intelsat, eutelsat, SES New Skies, Arabsat, UIT).
- La Recherche permanente pour la mise à jour des Techniques Innovantes et valorisantes en adéquation avec l'évolution constante des technologies de l'Information et de la communication par satellite.

Notre stage a été effectué au niveau du Complexe de Télécommunication par Satellite qui se situe à LAKHDARIA dans la wilaya de BOUIRA qui a pour mission de connecter les sites inaccessibles par câble à savoir les régions du sud.

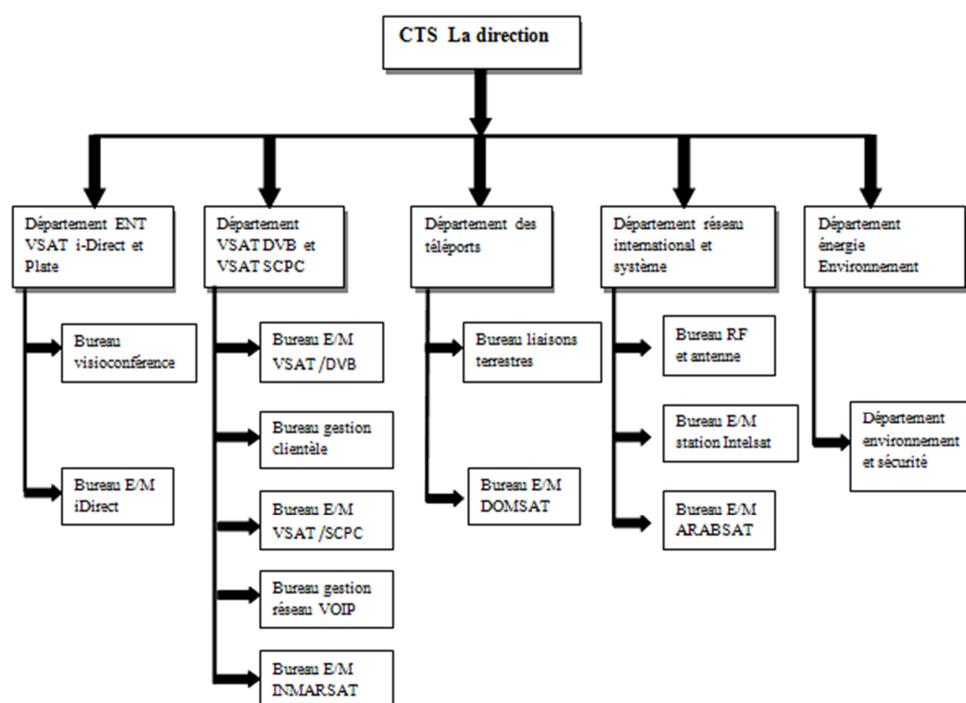


Figure 3: Organigramme du Complexe de Télécommunications Satellite.

Préambule

Algérie Télécom Mobilis

ATM MOBILIS, filiale de la société Algérie Télécom, a été créée le 3 Août 2003 sous forme d'entreprise publique économique (EPE). Elle est immatriculée au registre de commerce et dotée de ses organes sociaux (Assemblée Générale et conseil d'administration). ATM MOBILIS est la raison sociale de la société, le nom MOBILIS a été choisi comme marque commerciale. Son objet est l'installation et l'exploitation de réseaux de téléphonie mobile, le développement, la vente des services de téléphonie mobile, la maintenance et le montage d'équipements de téléphonie mobile.

ATM MOBILIS est une société par action (EPE/SPA), Ses actions sont détenues à 100% par la société mère Algérie Télécom. Son siège est sis au quartier des affaires BAB EZZOUAR Alger



Figure 4: logo mobilis

MOBILIS se fixe des objectifs à savoir : la satisfaction de la clientèle, sa fidélisation et la rentabilité financière, mais également des objectifs qui touchent les différents domaines:

- Elever au niveau des standards internationaux, les méthodes et les pratiques de la gestion interne pour assurer la qualité de ses développements futurs.
- Réussir la mise en place de la nouvelle Organisation Mobilis, et développer le professionnalisme des équipes par un management de la performance
- Renforcer l’empreinte de la marque Mobilis sur le marché Algérien
- Faire évoluer le chiffre d’affaires par l’acquisition de nouveaux clients, la fidélisation des clients existants et le développement des usages (Offres et services)
- Demeurer à l’avant-garde technologique devant la concurrence.

Préambule

Organigramme d'ATM :

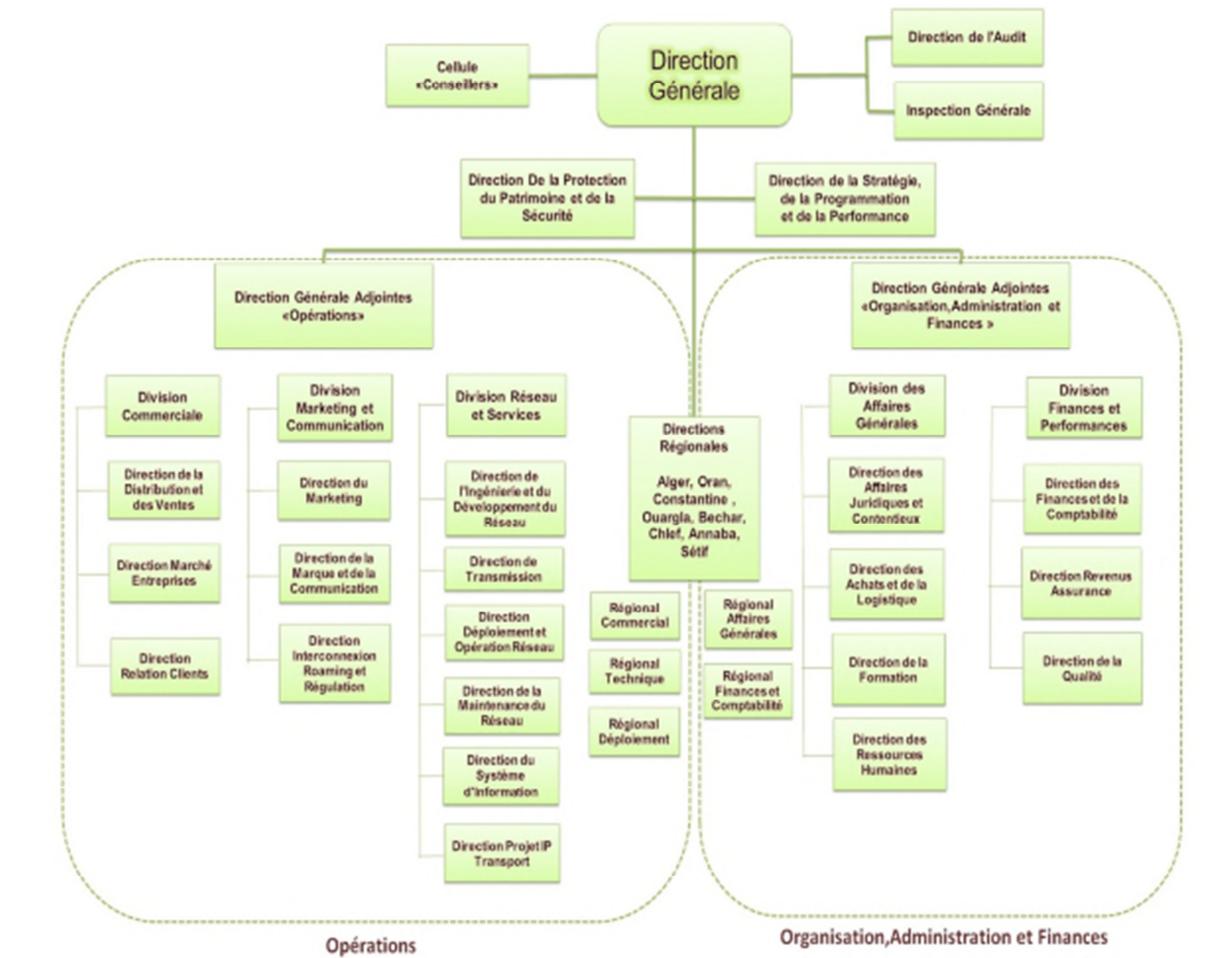


Figure 5: Organigramme Mobilis

Introduction générale

Introduction Générale :

Le domaine des télécommunications a connu un progrès technologique au cours des dernières années grâce à la forte demande de la population et de l'industrie. Parmi les préoccupations de ce domaine, on trouve les réseaux mobiles. Le développement des réseaux mobiles n'a pas cessé d'accroître, plusieurs générations ont vues le jour. En apportant un débit exceptionnel qui ne cesse d'augmenter, une bande passante de plus en plus large et un des avantages d'une telle bande passante est le nombre d'utilisateur pouvant être supportés. Par exemple, le réseau 4G permet « le très haut débit mobile », soit des transmissions de données à des débits théoriques de l'ordre de 100 Mb/s.

Cette rapide évolution des réseaux mobiles, a porté les opérateurs à adapter leurs méthodes de planification aux nouvelles technologies qui augmentent la complexité au niveau du réseau. La phase de planification correspond à assurer la meilleure couverture radio, la compatibilité avec les réseaux actuels, la gestion de la mobilité intercellulaire des utilisateurs, l'anticipation des interférences, la taille de la cellule et la charge supporté. Ceci va permettre une couverture adéquate et un bon service pour soutenir l'augmentation potentielle du trafic.

Ainsi le déploiement de ces réseaux implique la mise en œuvre de supports variés offrant des débits très différents, mais les canaux de transmission terrestres ont démontré leurs limites physiques pour les zones géographiquement éloignées à cause de certaines barrières qui ont favorisé l'évolution de nouvelle technologie et ont amené aux satellites.

L'objectif de ce travail de fin d'étude consiste à étudier les liaisons dans les zones étendues où l'infrastructure de télécommunication est absente.

La méthodologie suivie pour réaliser le travail de ce mémoire se résume dans les étapes suivantes :

- ✓ Dans le premier chapitre, nous donnons des généralités sur les réseaux mobiles.
- ✓ Le deuxième chapitre est consacré à l'étude des réseaux de télécommunication par satellite.
- ✓ Dans le troisième chapitre, nous avons présenté la partie pratique que nous avons réalisé.
- ✓ Enfin, nous terminons par une conclusion générale qui récapitule notre travail et présente les connaissances acquises suite à ce projet de fin d'étude.

Chapitre I :

Généralités sur les réseaux

mobiles

Chapitre I : Généralités sur les réseaux mobiles.

I.1 Introduction

Les réseaux mobiles assurent la communication entre les abonnés mobiles. Ces réseaux sont en cours de développement en raison de leur importance dans la vie quotidienne. Le GSM (Global System For Mobile Communications) est le premier service de téléphonie mobile universel, efficace et satisfaisant les exigences d'interconnexion et de mobilité. Il était devenu nécessaire de franchir le pas vers d'autres réseaux mobile pour créer de nouveaux services et d'offrir aux usagers une itinérance à l'échelle mondiale. Dans ce premier chapitre, on va présenter les notions générales sur les réseaux mobiles.

I.2. Réseau GSM

Global System For Mobile Communications (GSM) représente la deuxième génération des réseaux mobiles avec un débit allant jusqu'à 9600bits/s. C'est un système cellulaire numérique de télécommunications mobiles qui est apparu pour la première fois en 1991 et qui a connu un grand succès. Le réseau GSM est un réseau qui permet d'effectuer des appels téléphoniques et d'introduire des services et des possibilités plus élaboré par rapport a ce qui a existé auparavant grâce a l'utilisation du numérique [2].

I.2.1 Architecture du réseau GSM

Le réseau GSM est composé de 3 parties essentielles:

- Le sous-système radio BSS (Base Station Sub-System).
- Le sous-système réseau NSS (Network Sub-System).
- Le sous-système d'exploitation et de maintenance OSS (Opération and Maintenance Sub-System).

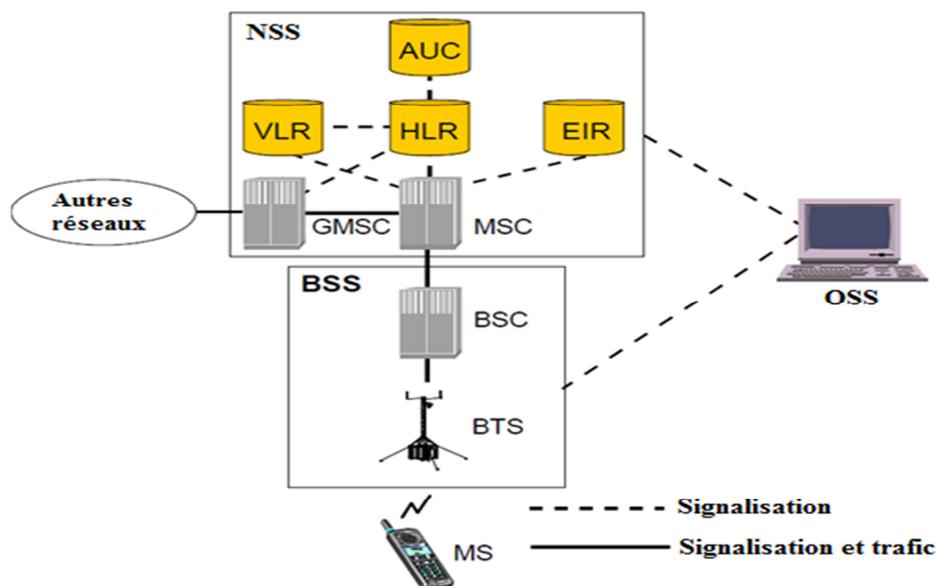


Figure I.1 : Architecture du réseau GSM.

Chapitre I : Généralités sur les réseaux mobiles.

I.2.1.1. Le sous-système radio BSS

Ce sous-système comprend des stations de base BTS (Base Transceiver Station) qui sont gérées par un contrôleur de stations de base BSC (Base Station Controller). Il assure le lien radioélectrique avec les abonnés mobiles MS et assure également la fonction de concentration du trafic.

a) La station mobile MS (Mobile Station):

Le téléphone et la carte SIM (Subscriber Identity Module) les deux seuls éléments auxquels un utilisateur a directement accès. Ces deux éléments suffisent à réaliser l'ensemble des fonctionnalités nécessaires à la transmission et à la gestion des déplacements [2].

b) La station de base BTS (Base Transceiver Station):

La station de base BTS est l'équipement de transmission radio du réseau GSM que l'on pourrait définir comme un ensemble émetteur/récepteur pilotant une ou plusieurs cellules. Elle effectue différentes opérations, dont le codage/décodage des informations transmises sur l'interface radio, la modulation/démodulation, des opérations de chiffrement, La gestion de la liaison de données avec le mobile et la gestion de la liaison du trafic et de signalisation avec le BSC [3].

C'est la station de base qui fait le relais entre le mobile et le BSS.

c) Le contrôleur de station de base BSC (Base Station Controller) :

Le contrôleur de station de base BSC est un équipement pouvant contrôler une ou plusieurs BTS communique avec elles par le biais de l'interface A-bis [4].

I.2.1.2. Le sous-système réseau NSS

Le sous-système réseau NSS joue un rôle essentiel dans un réseau mobile. Il prend en charge les fonctions de commutation et de routage grâce à ces éléments qui effectuent toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues dans des bases de données nécessaires et l'établissement de connexions en utilisant une ou plusieurs de ces fonctions : chiffrement, authentification ou roaming. Il est composé des éléments suivants :

a) Centre de commutation mobile MSC (Mobile Switching Center):

Le centre de commutation mobile est l'élément central du sous système réseau. Son rôle principal est d'assurer la commutation entre les abonnés du réseau mobile et ceux du réseau commuté public (RTC) ou de son équivalent numérique (RNIS). De plus, il participe à la fourniture des différents services aux abonnés tels que la téléphonie, les services supplémentaires et les services de messagerie. Il permet encore de mettre à jour les différentes bases de données (HLR et VLR) qui donnent toutes les informations concernant les abonnés et leur localisation dans le réseau [2].

Chapitre I : Généralités sur les réseaux mobiles.

b) Registre de localisation de domicile HLR (Home Location Register) :

Il s'agit d'une base de données avec des informations essentielles pour les services de téléphonie mobile et avec un accès rapide de manière à garantir un temps d'établissement de connexion aussi court que possible. Le HLR contient:

Toutes les informations relatives aux abonnés : le type d'abonnement, les services souscrits, le numéro de l'abonné ... etc.

Ainsi qu'un certain nombre de données dynamiques telles que la position de l'abonné dans le réseau [2].

c) Centre d'authentification AuC (Authentication Center) :

Base de données qui génère des paramètres sur demande du HLR pour protéger le réseau des utilisateurs frauduleux.

L'AUC (Authentication Center) est associé à un HLR et sauvegarde une clé d'identification pour chaque abonné mobile enregistré dans ce HLR. Cette clé est utilisée pour fabriquer :

Les données nécessaires pour authentifier l'abonné dans le réseau GSM [5].

d) Registre de localisation des visiteurs VLR (Visitor Location Register) :

Cette base de données ne contient que des informations dynamiques qui sont liées à un MSC. Il y en a donc plusieurs dans un réseau GSM. Elle contient des données dynamiques qui lui sont transmises par le HLR avec lequel elle communique lorsqu'un abonné entre dans la zone de couverture du centre de commutation mobile auquel elle est rattachée. Lorsque l'abonné quitte cette zone de couverture, ses données sont transmises à un autre VLR; les données suivent l'abonné en quelque sorte [2].

e) Registre d'identité de l'équipement EIR (Equipment Identity Register) :

Malgré les mécanismes introduits pour sécuriser l'accès au réseau et le contenu des communications, le téléphone mobile doit potentiellement pouvoir accueillir n'importe quelle carte SIM de n'importe quel réseau. Il est donc imaginable qu'un terminal puisse être utilisé par un voleur sans qu'il ne puisse être repéré. Pour combattre ce risque, chaque terminal reçoit un identifiant unique IMEI (International Mobile station Equipment Identity) qui ne peut pas être modifié sans altérer le terminal. En fonction de données au sujet d'un terminal, un opérateur peut décider de refuser l'accès au réseau. Tous les opérateurs n'implémentent pas une telle base de données.

I.2.1.3. Le sous-système d'exploitation et de maintenance OSS

Il assure la gestion et la supervision du réseau ou traite ses dysfonctionnements. La supervision du réseau intervient à de nombreux niveaux [6] :

- Détection de pannes.
- Mise en service de sites.
- Modification de paramétrage.
- Réalisation de statistiques.

I.2.2. Protocoles

Les fonctions que doit remplir un réseau GSM comprennent non seulement la transmission de données mais également l'enregistrement, l'authentification, le routage et la mise à jour de la localisation. Ces fonctions sont réalisées par le sous-système réseau en utilisant le Mobile). La figure I.2 représente l'architecture des protocoles GSM des différents éléments du réseau.

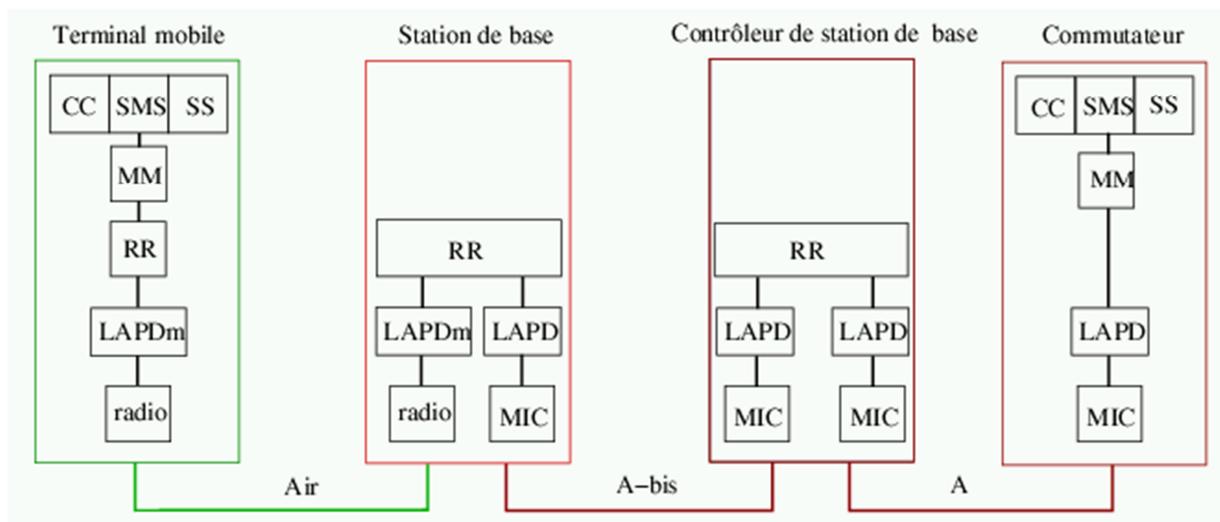


Figure I.2 : Pile de protocoles [2].

Au niveau applicatif, on distingue les protocoles suivants qui, au travers de différents éléments du réseau, relient un mobile à un centre de communication (MSC):

1. Le protocole Call Control (CC) prend en charge le traitement des appels tels que l'établissement, la terminaison et la supervision.
2. Le protocole Short Message Service (SMS) qui permet l'envoi de courts messages au départ d'un mobile. La longueur d'un SMS est limitée à 160 caractères de 7 bits, soit 140 bytes.

Chapitre I : Généralités sur les réseaux mobiles.

3. Le protocole Supplementary Services (SS) prend en charge les compléments de services. La liste de ces services est longue mais, à titre d'exemple, citons le Calling Line Identification Presentation (CLIP), le Calling Line Identification Restriction (CLIR) et le Call Forwarding Unconditional (CFU).
4. Le protocole Mobility Management (MM) gère l'identification, l'authentification sur le réseau et la localisation d'un terminal. Cette application se trouve dans le sous-réseau de commutation (NSS) et dans le mobile car ils doivent tous deux connaître la position du mobile dans le réseau.
5. Le protocole Radio Ressource management (RR) s'occupe de la liaison radio. Il interconnecte une BTS et un BSC car ce dernier gère l'attribution des fréquences radio dans une zone.

Les trois premiers protocoles applicatifs précités (CC, SMS et SS) ne sont implémentés que dans les terminaux mobiles et les commutateurs; leurs messages voyagent de façon transparente à travers le BSC et le BTS. [2]

I.2.3. Interface du réseau GSM

Une interface est un protocole qui permet le dialogue entre deux nœuds. Les interfaces normalisées sont utilisées entre les entités du réseau pour la transmission du trafic (paroles ou données) et pour les informations de signalisation. Dans le réseau GSM, les données de signalisation sont séparées des données de trafic. Toutes les liaisons entre les équipements GSM sauf avec la station mobile sont des liaisons numériques. La liaison entre BTS et MS est une liaison radio numérique.

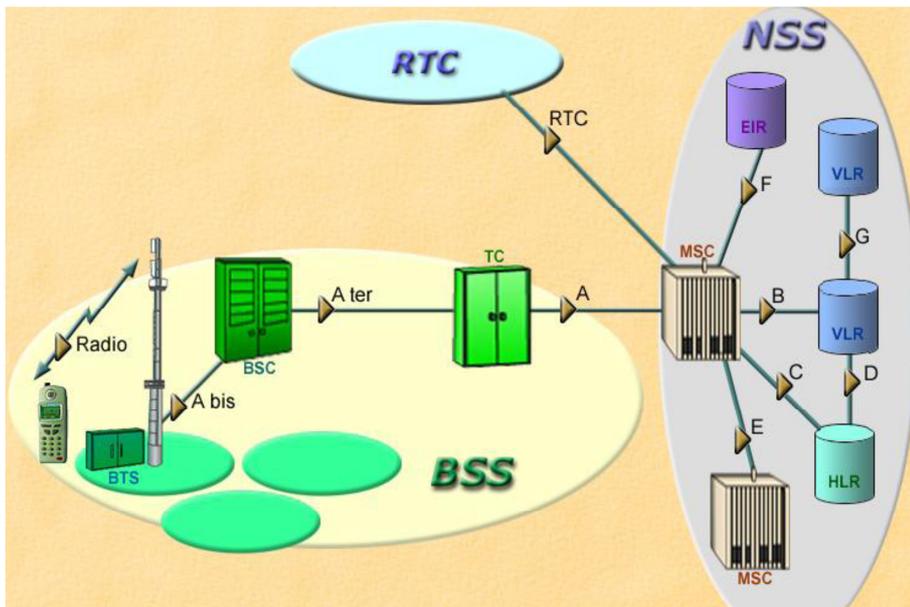


Figure I.3 : Interfaces du réseau GSM [7].

Chapitre I : Généralités sur les réseaux mobiles.

Ces interfaces sont utilisées en particulier pour le transport des données relatives à l'application des mobiles. [7]

Interface	Equipements	Fonction principale
Um	BTS-Mobile	Interface radio FDMA/TDMA. Cette interface est normalisée
Abis	BTS- BSC	Supervision de la BTS. Activation, désactivation des ressources radio. Cette interface n'est pas normalisée
A	BSC-MSC	Etablissement et libération de la communication Allocation de ressources et gestion du Handover.
B	MSC-VLR	Échange d'informations usager et mise à jour de zone de localisation. Cette interface est non normalisée car les fonctions du MSC et du VLR sont souvent intégrées dans un seul équipement.
C	GMSC-HLR	Interrogation du HLR pour joindre un abonné mobile.
D	VLR-HLR	Le VLR informe le HLR de la localisation du mobile. Le HLR fournit au VLR les informations relatives à l'abonné.
E	MSC-MSC	Gestion du Handover.
	MSC-GMSC	Transport des SMS.
G	VLR-VLR	Gestion du changement de zone de localisation.
F	MSC-EIR	Vérification de l'identité du terminal
H	HLR-AuC	Échange des informations nécessaires au chiffrement et à l'authentification. Cette interface n'est pas normalisée.

Tableau. I.1: Interfaces du réseau GSM [7].

Chapitre I : Généralités sur les réseaux mobiles.

I.3. Evolution du GSM

Le tableau I.1 récapitule l'évolution et les différentes générations du GSM.

Génération	Acronyme	Description	Intitulé	Débit
2G	GSM	Échanges de type voix uniquement	Global System for Mobile Communication	9,05 kbps
2.5G	GPRS	Échange de données	Global Packet Radio Service	171,2 kbps
2.75G	EDGE	Basé sur réseau GPRS existant	Enhanced Data Rate for GSM Evolution	384 kbps
3G	UMTS	Voix + données	Universal Mobile Telecommunications System	1,9 Mbps
3.5G (3G+)	HSPA	Évolution de l'UMTS	High Speed Packet Access (HSDPA/HSUPA)	14,4 Mbps
3.75G (3G++ ou H+)	HSPA+	Évolution de l'UMTS	High Speed Packet Access +	21 Mbps
3.75G (H+)	DC-HSPA+	Évolution de l'UMTS	Dual-Cell High Speed Packet Access +	42 Mbps
4G	LTE	Évolution de l'HSPA	Long Term Evolution	150 Mbps
4G+	LTE-Advanced	Évolution de l'HSPA	Long Term Evolution Advanced	1 Gbps
5G		Amélioration du débit et de la couverture		8 Gb/s
5G+	IMT-2020 / LTE – B		Long Term Evolution Advanced (LTE - B)	50 Gb/s

Tableau I.2 : Tableau récapitulatif des technologies de téléphonie mobile [8].

I.4. Réseau 3G

La troisième génération (3G) représente une évolution majeure par rapport à la 2G qui vient de se combiner aux réseaux déjà existants qui apportent des fonctionnalités respectives de Voix et de Data et apporte ensuite les fonctionnalités multimédia.

I.4.1. Architecture du réseau 3G

Le réseau 3G se compose principalement de trois éléments parmi ses éléments on trouve des éléments communs avec le réseau GSM qui sont dans le réseau cœur.

L'architecture générale du réseau 3G est illustrée dans la figure I.4 :

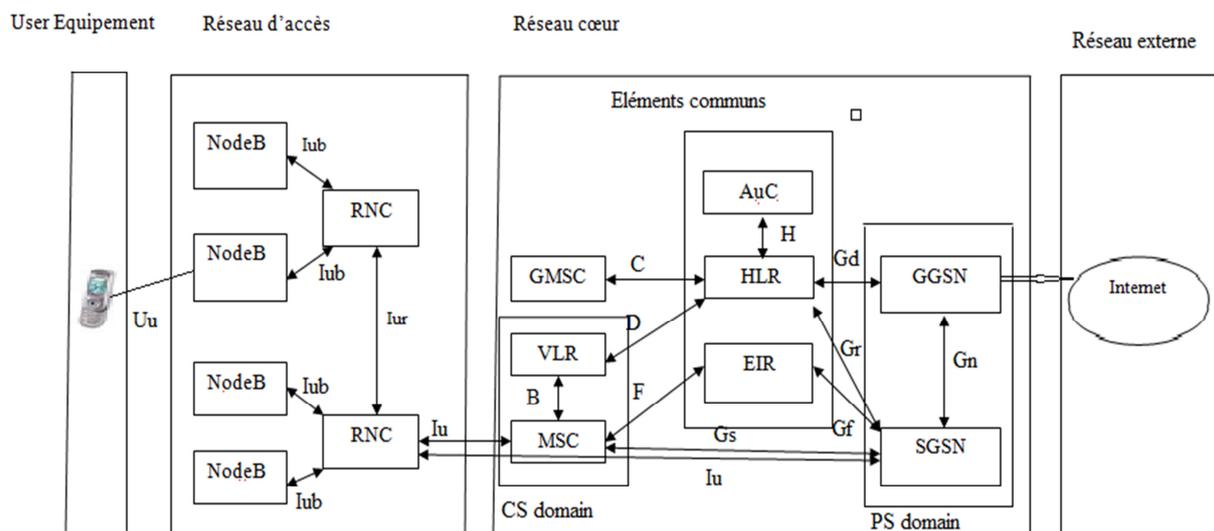


Figure I.4 : Architecture générale du réseau 3G.

I.4.1.1. Equipement d'utilisateur UE (User Equipment)

L'UE (Unit Equipement) composé du ME (Mobile Equipment) et du module USIM de gestion de l'identité, il permet à l'utilisateur d'avoir accès à l'infrastructure par l'intermédiaire de l'UTRAN [9].

a) Equipement mobile ME (Mobile Equipment) :

Ne seront plus de simples téléphones mais des terminaux multimédia capables d'offrir simultanément des services de transmission de données, d'audio et de vidéo en tout moment.

b) Module d'identité d'abonné universel USIM :

Il s'agit d'une carte à puce, version améliorée de la SIM (cas GSM), dédiée à la téléphonie 3G.

I.4.1.2. Réseau d'accès radio (UTRAN)

Le réseau d'accès radio propose les fonctions permettant d'acheminer les informations depuis l'utilisateur jusqu'au réseau cœur. C'est une passerelle entre l'équipement usager et le réseau cœur via les interfaces Uu et Iu. Le réseau d'accès UTRAN est composé de plusieurs éléments .[10]

Chapitre I : Généralités sur les réseaux mobiles.

a)NodeB :

Le Node B est une station de base dans un réseau mobile UMTS, basé sur la technologie

W-CDMA. C'est l'équivalent de la BTS dans les réseaux GSM. Il gère des cellules radio utilisant différentes bandes de fréquences sur différents secteurs.[10]

b) Contrôleur de réseau radio (RNC):

Le RNC est un contrôleur de NodeB. Le RNC est encore l'équivalent du BSC dans le réseau GSM. Le rôle principal du RNC est de router les communications entre le NodeB et le réseau cœur de 3G. Le RNC constitue le point d'accès pour l'ensemble des services vis-à-vis du réseau cœur.[10]

I.4.1.3.Réseau Cœur CN (Core Network)

Les éléments du réseau cœur de 3G sont les mêmes que le réseau GSM. Ils sont responsables de la commutation et du routage des communications (voix et données) vers les réseaux externes.

Le réseau cœur est composé de trois parties :

- Le domaine CS (Circuit Switched) utilisé pour la téléphonie.
- Le domaine PS (Packet Switched) qui permet la commutation de paquets.
- Les éléments communs aux domaines CS et PS.

I.4.2.Interface du réseau 3G

Interface	Equipement	Fonction principale
Uu	UE-UTRAN	Elle permet la communication avec l'UTRAN via la technologie CDMA.
Iu	UTRAN- Réseau cœur	Elle permet au contrôleur radio RNC de communiquer avec le SGSN
Iur	RNC-RNC	Elle permet à deux contrôleurs radio RNC de communiquer.
Iub	NodeB-RNC	Elle permet la communication entre un NodeB et un contrôleur RNC.

Tableau .I.3 : Interfaces du réseau 3G [11].

I.4.3. Caractéristiques du réseau 3G

- Un haut débit de transmission :
 - 144 Kbps avec une couverture totale pour une utilisation mobile.
 - 384 Kbps avec une couverture moyenne pour une utilisation piétonne.
 - 2 Mbps avec une zone de couverture réduite pour une utilisation fixe.
- Compatibilité mondiale.
- Compatibilité des services mobiles de 3G avec les réseaux de 2G [11].

I.5. Réseau 4G

La 4G désigne la quatrième génération du réseau de téléphonie mobile qui introduit du très haut débit pouvant aller, en théorie, jusqu'à 150 Mbit/s. La spécificité de la 4G par rapport aux réseaux cellulaires précédents est le passage à une structure IP (Internet Protocol) pour le transport des communications vocales et des SMS sous forme de paquets de données. La 4ème génération vise à améliorer l'efficacité spectrale et à augmenter la capacité de gestion du nombre de mobiles dans une même cellule. Elle tente aussi d'offrir des débits élevés en situation de mobilité et à offrir une mobilité totale à l'utilisateur en établissant [12].

I.5.1. Architecture du réseau 4G

L'architecture générale du système 4G est composée de :

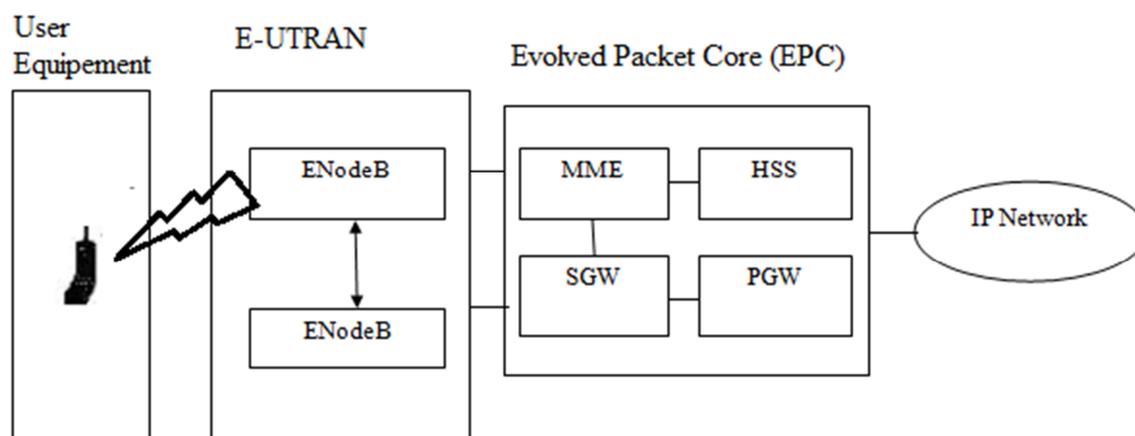


Figure I.5 : Architecture du réseau 4G .

1.5.1.1. Equipement d'utilisateur UE (User Equipment)

L'UE communique avec l'E-UTRAN et l'EPC en utilisant les protocoles appropriés la communication du plan utilisateur qui se termine au niveau de l'eNodeB et supporte tous les protocoles affairant au plan utilisateur. De point de vu plan de contrôle, l'UE communique avec l'eNodeB et le MME [13].

1.5.1.2. Accès radio universel terrestre évolué (E-UTRAN)

La partie radio du réseau, appelée « E-UTRAN » est simplifiée par rapport à celles des réseaux 2G (BSS) par l'intégration dans les stations de base «eNodeB » avec des liaisons en fibres optiques et des liens IP reliant les eNodeB entre eux. Cette partie est responsable sur le management des ressources radio, la porteuse, la compression, la sécurité, et la connectivité vers le réseau cœur évolué [13].

a) ENodeB (Evolved NodeB) :

L'eNodeB est l'équivalent de la BTS dans le réseau GSM et NodeB dans l'UMTS, la fonctionnalité de Handover est plus robuste dans 4G. Ce sont des antennes qui relient les UE avec le réseau cœur du LTE. Ainsi qu'ils fournissent la fonctionnalité du contrôleur radio réside dans eNodeB, le résultat est plus efficace, et le réseau est moins latent.

1.5.1.3. Réseau Cœur (EPC)

Le cœur de réseau appelé « EPC » utilise des technologies « full IP », c'est-à-dire basées sur les protocoles Internet pour la signalisation qui permet des temps de latence réduits, le transport de la voix et des données. Ce cœur de réseau permet l'interconnexion via des routeurs avec les autres eNodeB distants, les réseaux des autres opérateurs mobiles, les réseaux de téléphonie fixe et le réseau Internet [13].

a) Entité de gestion de la mobilité MME :

Le MME est le nœud de contrôle qui gère la signalisation entre l'UE et le réseau cœur. Il a en charge la gestion de la connexion de signalisation et de sécurité entre le réseau et l'UE. Enfin, le MME maintient un contexte de l'UE tant que celui-ci est enregistré au réseau. Ce contexte contient notamment les paramètres de sécurité et les capacités radio et réseau de l'UE [14].

b) Serveur d'abonné domestique (HSS)

Le HSS est un HLR évolué et contient l'information de souscription pour les réseaux GSM, GPRS, 3G, 4G. Le HSS est une base de données qui est utilisée simultanément par les réseaux 2G, 3G, LTE appartenant au même opérateur [14].

c) Fonction Politique et Règles de facturation (PCRF)

Responsable sur la décision principale du contrôle. Il fournit une QoS d'autorisation pour décider le traitement des données en respectant l'abonnement des utilisateurs [14].

Chapitre I : Généralités sur les réseaux mobiles.

d) Passerelle de service (S-GW)

C'est la jonction principale entre le réseau radio accès et le réseau cœur achemine les paquets de données [14].

e) Passerelle à commutation par paquets (P-GW)

Fournit la connectivité au terminal mobile (UE) vers le Paquet externe du réseau de l'information et alloue les adresses IP d'un UE [14].

I.5.2. Interface du réseau 4G

Interface		Equipements	Fonction principale
Uu		eNodeB-UE	Interface radio.
X2		eNodeB- eNodeB	Destiné pour les procédures de Handover inter-eNodeB, aussi pour la gestion de la signalisation des ressources radio inter-cellules et la signalisation de la gestion de l'interface.
S1	S1-MME	eNodeB – MME	Conçue pour la signalisation du plan contrôle entre l'eNodeB et le MME
	S1-U	eNodeB- S-GW.	Conçue pour transporter les données du plan utilisateur entre l'eNodeB et le S-GW.

Tableau I.4 : Interfaces du réseau 4G [13].

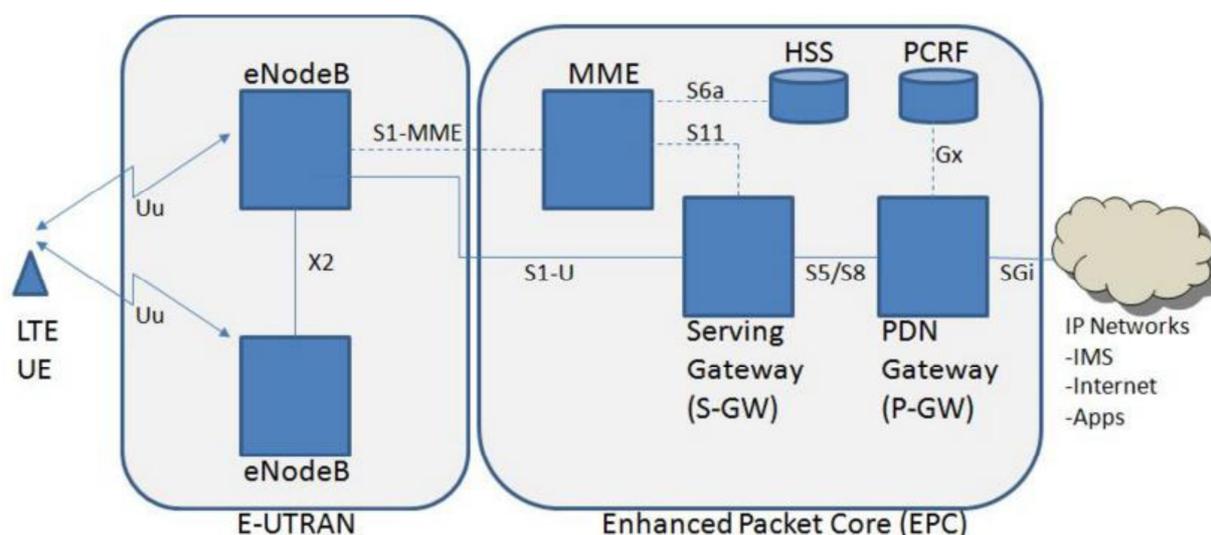


Figure I.6: Interfaces du réseau 4G [15].

I.5.3. Caractéristiques des systèmes sans fil 4G

- Prise en charge multimédia interactives, voix, vidéo, Internet sans fil et autres services large bande.
- Haute vitesse, haute capacité et à faible coût par bit.
- La mobilité mondiale, la portabilité des services, réseaux mobiles évolutifs.
- De commutation transparente, la variété de services basés sur la qualité de service (QoS)
- Une meilleure planification et des techniques de contrôle d'admission d'appel.
- Les réseaux ad-hoc et réseaux multi-sauts [16].

I.6. Techniques d'accès

Un système de transmission sans fil permet à plusieurs abonnés de communiquer simultanément. En conséquence, ils doivent se partager la ressource radio disponible. Parmi les techniques d'accès multiple, les plus connues sont les suivantes :

I.6.1. Accès multiple par répartition dans le temps (TDMA)

Le TDMA ou Accès Multiple à Répartition de Temps (AMRT), consiste à diviser le temps en intervalles et attribuer de manière cyclique chacun de ces intervalles à une communication. La bande de fréquence est alors complètement exploitée par ce lien. Parmi les systèmes de communications sans fil exploitant cette technique d'accès multiple, on peut citer la norme GSM en duplexage de fréquence et la norme DECT en duplexage temporel [17].

I.6.2. Accès multiple par répartition en fréquence (FDMA)

Le FDMA ou Accès Multiple à Répartition de Fréquence (AMRF) consiste à diviser le spectre disponible en bandes de fréquences et à les allouer à des communications sur toute leur durée. Chaque bande de fréquence ainsi créée est allouée à un utilisateur du système. Ainsi, tous les terminaux peuvent émettre dans le même temps. C'est sur cette technique que sont basés les systèmes de communications analogiques de la première génération de téléphones mobiles tels que l'AMPS (Advanced Mobile Phone Services) aux Etats Unis, le NMT (Nordic Mobile Telephone) en Europe [17].

I.6.3. Accès multiple par division de fréquence orthogonale (OFDMA)

L'OFDMA est une technologie de codage radio de type «Accès multiple par répartition en fréquence» qui est utilisée notamment dans les réseaux de téléphonie mobile de 4eme génération. Dans la technique OFDMA, l'ensemble des sous porteuses d'un symbole

Chapitre I : Généralités sur les réseaux mobiles.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple) est divisé en sous ensembles de fréquences, ces derniers peuvent être affectés à différents utilisateurs. L'OFDMA apporte une nouvelle dimension lors de l'allocation des ressources : il faut affecter les différentes fréquences aux utilisateurs pendant un même time slot. Durant un même slot, plusieurs utilisateurs peuvent occuper des fréquences différentes et ces mêmes fréquences peuvent être assignées aux mêmes utilisateurs durant les prochains slots en fonction de leurs besoins. Ces fréquences sont espacées par les canaux de garde ce qui annule les interférences entre les utilisateurs ou intra cellule. Pour des applications fixes ou nomades où les canaux ne varient que faiblement, l'avantage indiscutable de l'OFDMA sur les autres méthodes à accès multiple est sa capacité d'exploiter la niche des terminaux utilisateurs embarqués [18].

I.6.4. Accès de multiplexage par division porteuse unique (SC-FDMA)

Le SC-FDMA (single-carrier FDMA) est une technologie de codage radio de type accès multiple par répartition en fréquence utilisée notamment dans les réseaux de téléphonie mobile de 4ème génération. Comme pour d'autres techniques à schéma d'accès multiples (TDMA, OFDMA), le but est l'attribution et le partage d'une ressource radio commune (bande de fréquence) entre plusieurs utilisateurs. Le SC-FDMA peut être considéré comme une variante linéaire des codages OFDM et OFDMA, dans le sens où il consiste aussi à répartir sur un grand nombre de sous-porteuses du signal numérique, mais il utilise en complément, une « DFT » (Transformation de Fourier discrète du signal) supplémentaire pour pré-coder l'OFDMA conventionnel.

Le SC-FDMA a attiré l'attention comme une alternative séduisante à l'OFDMA, particulièrement dans les communications terre-satellite et dans le sens de transmission montant des réseaux 4G [13].

I.6.5. Accès multiple duplex à code large bande (W-CDMA)

W-CDMA (Wide band Code Duplex Multiple Access) est une technique de modulation à spectre étalé; celui qui utilise des canaux dont la bande passante est beaucoup plus grande que celle des données à transférer. Au lieu d'attribuer à chaque connexion une bande de fréquence dédiée juste assez large pour prendre en charge le débit binaire maximum prévu, le W-CDMA met en œuvre des transmissions à facteurs d'étalement variable et à multiples codes [19].

I.7.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le réseau GSM et son évolution vers le transfert de données pour donner naissance aux troisièmes et quatrièmes générations.

Ces évolutions ont permis de répondre aux exigences des utilisateurs parmi ces exigences avoir une bonne gestion des ressources radio ainsi que le maintien d'une bonne qualité de service.

Chapitre II :

Les réseaux SATCOM

II.1.Introduction

De nos jours, la communication devient indispensable dans le quotidien de nos sociétés qui est utilisée dans tous les domaines et dans n'importe quelle région même celle qui est non couverte par des réseaux terrestre, ce qui a donné la nécessité de trouver d'autres moyens de communications, c'est ainsi que les télécommunications par satellite deviennent une des plus importantes bases de nos systèmes de télécommunication où les satellites sont exploités comme relais pour communiquer et transmettre des données.

C'est la que la technologie VSAT est née pour assurer la communication via satellite avec plusieurs plateformes qui sont mises en place avec de nouveaux protocoles et équipements.

Nous focalisons dans ce chapitre sur les communications par satellite et les principes de la technologie VSAT ainsi que son fonctionnement.

II.2. Architecture du réseau de communication par satellite

Un système de communication par satellite se compose d'un ensemble de stations terrestre qui communiquent ensemble via un satellite qui est placé autour de la terre comme le montre la figure II.1. Une liaison satellitaire est composée de la transmission d'un signal depuis une station émettrice vers un satellite qui le reçoit et l'amplifie ensuite le retransmet vers une station réceptrice.

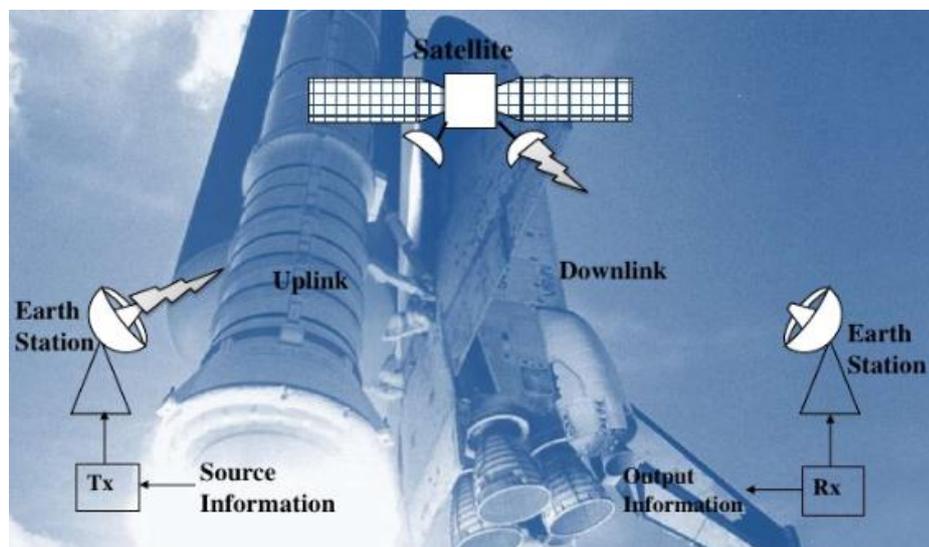


Figure II.1 : Architecture d'un réseau satellitaire [20].

II.2.1.Le secteur terrestre

Il comprend les équipements de transmission fixes ou mobiles qui sont des stations terrestres qui sont connectées aux terminaux des utilisateurs, elles sont à la fois émettrices et réceptrices comme le VSAT [21].

II.2.2.Le secteur spatial

Il est constitué du satellite qui peut être considéré comme étant une sorte de relais hertzien, il se comporte comme un miroir qui capte et retransmet les signaux depuis la terre vers plusieurs stations différentes. Les satellites sont des éléments spatiaux qui ont pour rôle de produire ou relayer des données vers différents récepteurs terrestres.

L'avantage évident présenté par les solutions satellites est que les stations terrestre ne dépendent plus des infrastructures terrestres existantes à travers le monde et donc peuvent être mobiles [21].

II.2.2.1.Définition d'un satellite de télécommunication

C'est un élément crucial dans la transmission de données positionné dans l'espace à une certaine altitude qui permet d'établir une communication à grande distance. Il apporte une technologie complémentaire à la fibre optique pour des applications mobiles ou l'utilisation de cette dernière est impossible.la figure II.2 représente un satellite de télécommunication.

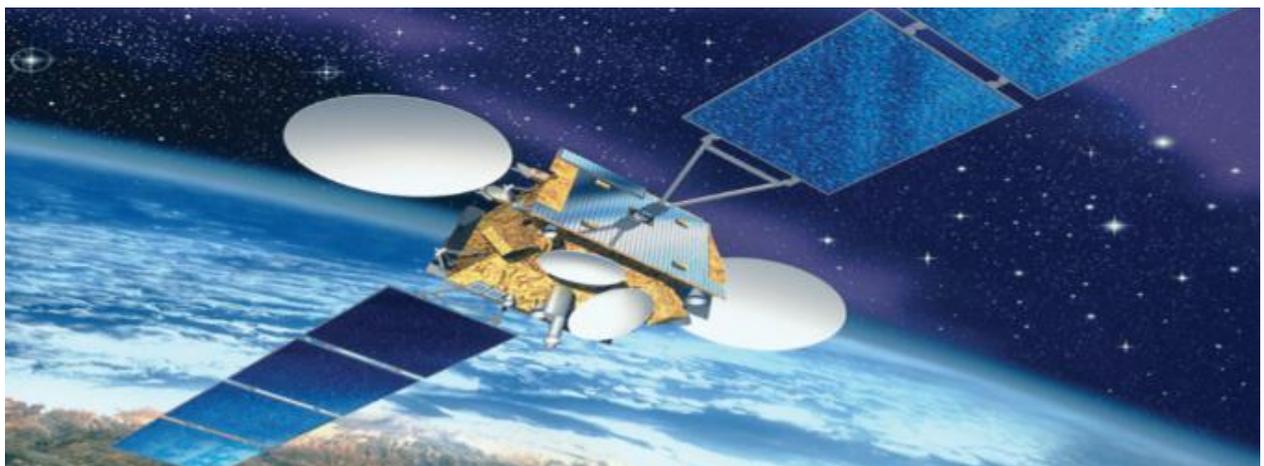


Figure II.2: Satellite de télécommunication.

II.2.2.2.Les orbites

On peut définir une orbite par l'évolution d'un satellite autour de la terre à la même vitesse et au même sens que la terre. Les satellites peuvent se situer sur différentes orbites en fonction de leur utilisation, Pour les satellites de télécommunications on distingue trois types d'orbites qui sont classifiées par leurs altitudes comme présenté la figure II.3 [20] :

- Low Earth Orbit.
- Medium Earth Orbit.
- Geostationary Earth Orbit.

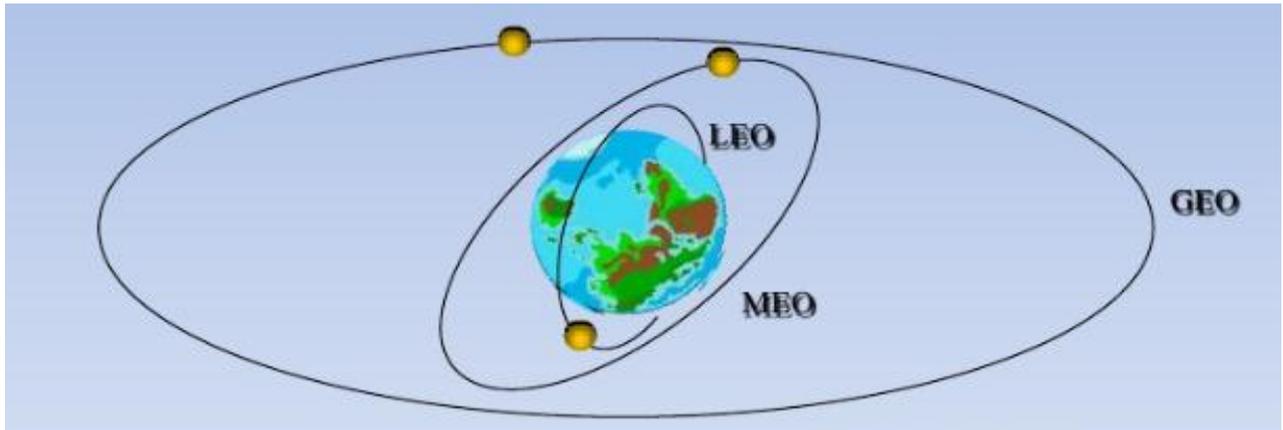


Figure II.3: Classification des orbites [20].

Les caractéristiques de ces 3 orbites sont représentées dans le tableau II.1 :

Orbites	LEO	MEO	GEO
Attitude (km)	700 à 2000	10000 à 15000	36000
Nombre de satellite pour une couverture globale	>32	10 à 15	3 à 4
Délai de propagation (ms)	5 à 20	100 à 130	250 à 280
Capacité par satellite	128Mbps – 10Gbps	128Mbps – 10Gbps	1 – 50 Gbps
Durée de vie (ans)	3 à 7	5 à 10	10 à 15

Tableau II.1 : Les orbites [22].

Les satellites utilisés pour les télécommunications sont placés sur l'orbite Géo à une distance d'environ 36000 Km d'altitude au dessus de l'équateur. Les satellites en orbites géostationnaires sont considérés comme stationnaires par rapport à un observateur terrestre car ils sont synchrones avec la rotation de la terre.

Cette orbite est utilisée dans les télécommunications pour ses nombreux avantages tels que [21] :

- Le satellite apparaît à une position fixe du ciel et n'a donc besoin d'aucun système de poursuite par la station terrestre.
- Le satellite opère de manière continue dans sa zone de visibilité
- Utilisation de multiplexage
- 3 à 4 satellites suffisent pour couvrir la terre entière.

Chapitre II :Les réseaux SATCOM

II.2.2.3.Zone de couverture

La zone de couverture d'un satellite correspond à la surface terrestre balayée par un satellite (figure II.4). Elle est définie par rapport à la forme, le rayon et la position de l'orbite. Plus le satellite est éloigné de la terre, plus sa couverture est étendue.

Les satellites géostationnaires peuvent couvrir une large zone terrienne qui peut atteindre un hémisphère (42% de la terre), d'où il est l'orbite le plus répandu aujourd'hui [20].

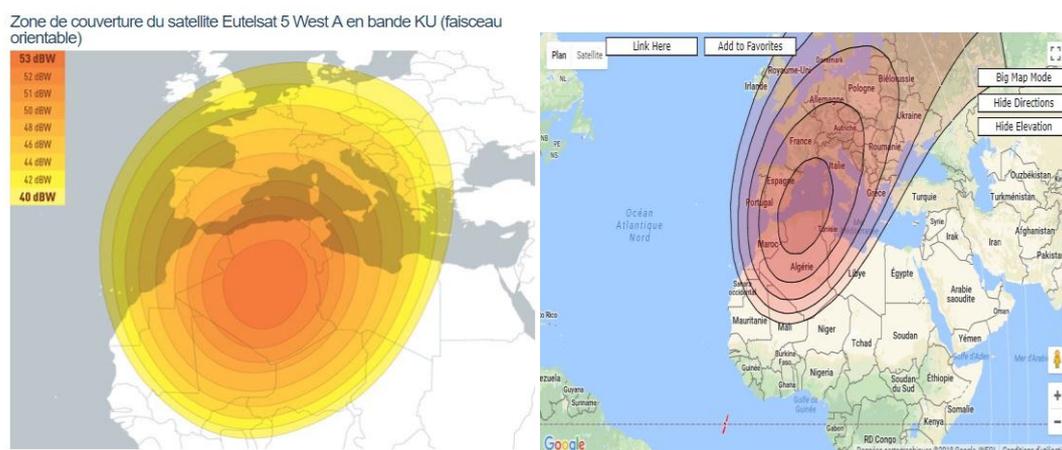


Figure II.4 : Zone de couverture d'un satellite.

III.2.2.4. Bandes de fréquences

Le tableau II.2 ci-dessous représente les fréquences de différentes bandes :

Bandes	ELF	SFF	ULF	VLF	LF	MF	HF	VHF	UHF	SHF	EHF
Fréquences	3 - 30Hz	30 - 300Hz	300Hz- 3KHz	3 - 30kHz	30- 300 KHz	300 KHz- 3MHZ	3- 30 MHZ	30 - 300 MHz	300 MHz - 3 GHz	3 - 30 GHz	30 - 300 GHz

Tableau II.2: Bandes de fréquences [21].

Les communications par satellite utilisent les ondes radios qui sont des signaux électromagnétiques qui seront envoyés à différentes fréquences qui dépendent du type de satellite utilisé.

Le système VSAT utilise les hyperfréquences qui regroupent les ondes UFH et SHF, ces bandes de fréquence commencent à être saturées. Donc la prochaine génération de satellite utilisera les ondes EHF.

Chapitre II :Les réseaux SATCOM

La figure II.5 ci-dessous représente le spectre des bandes de fréquence qui sont divisées en sous bandes désignées en lettre L, S, C, X, Ku, K et Ka.

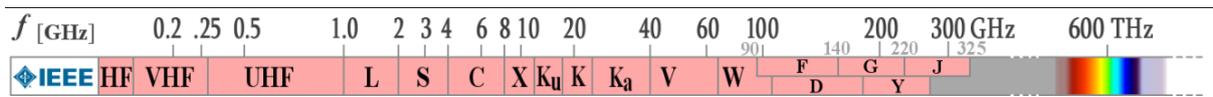


Figure II.5: Spectre des sous bande [23].

II.3.Réseau VSAT

VSAT qui désigne Very Small Aperture Terminal qui se définit comme étant une technique de transmission qui permet de raccorder des réseaux terrestres géographiquement dispersés. Cette technologie touche directement le système de communications par satellite, son implémentation se diffère d'un constructeur à un autre.

Le principe de son fonctionnement repose sur un système composé d'un site principal qui est le hub et des stations VSAT [24].

a) Hub :

C'est le site central du réseau VSAT qui est responsable de la transmission de toutes les données de ce réseau. Il se caractérise par une grande antenne, un fort gain et plusieurs baies remplies d'appareils pour la gestion du hub, la bande passante,...etc.

b) Station VSAT :

C'est une antenne parabolique d'un diamètre de 90cm à 3.8m utilisée comme relais de transmission qui permet de connecter un ensemble de ressources au réseau. Elle répond à deux types d'applications l'émission et la réception par la réflexion et la capture des signaux à l'aide de ces équipements.

Elle est constituée de deux unités une interne appelée « In Door Unit » et l'autre externe appelée « Out Door Unit » qui sont connectées via un câble coaxiale.

➤ IDU (In Door Unit) :

L'IDU est l'ensemble des équipements situés à l'intérieur, c'est effectivement un modem ou un terminal avec des ports Ethernet et des connecteurs de type F pour le câble coaxial IFL à l'ODU.

➤ ODU (Out Door Unit) :

Cette unité représente les équipements situés à l'extérieur qui renferme l'antenne parabolique et ses éléments.

- **Antenne VSAT**

L'antenne VSAT comme le montre la figure II.6 contient les éléments suivants :

- Le réflecteur
- Cornet d'alimentation
- Guide d'onde
- BUC
- LNB

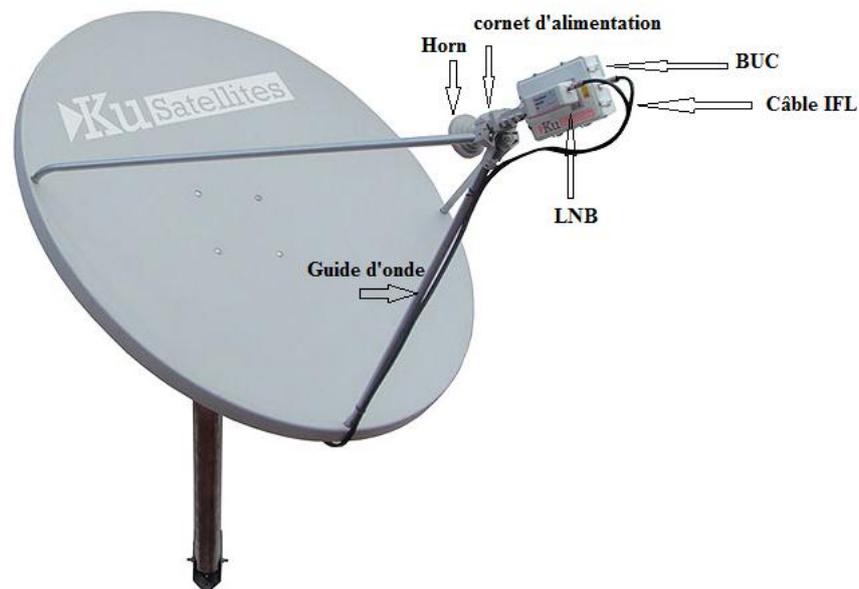


Figure II.6: Antenne VSAT.

- **BUC**

C'est un élément utilisé pour la transmission des signaux satellite en liaison montante qui amplifie et transpose les fréquences basses à des fréquences plus élevées, en ajoutant une fréquence de son oscillateur local (LO) qui varie d'un BUC à un autre.



Figure II.7: BUC.

- **LNB**

Le LNB est un dispositif de réception composé d'amplificateur à faible bruit et d'un module de transposition des fréquences reçues qui seront converties de hautes à basses fréquences (bande L).



Figure II.8: LNB.

- **Câble IFL (Inter-facility Link)**

Les câbles coaxiaux IFL permettent de connecter l'ODU avec l'IDU. L'antenne VSAT utilise deux types de câbles IFL comme le montre la figure II.9 :

- RG 6 pour la longueur qui ne dépasse pas 30 mètres.
- RG 11 pour les plus longues distances.



Figure II.9: Les câbles IFL.

II.3.1.Les topologies du réseau VSAT

II.3.1.1.La topologie Star

Cette topologie est celle où toutes les communications passent via un hub, ces informations sont ensuite transmises du hub au transpondeur du satellite qui les retransmet aux stations VSAT distantes et inversement.

II.3.1.2.La topologie Mesh

Les réseaux maillés utilisent plusieurs chemins de transferts entre les différents nœuds. C'est une liaison appropriée pour la transmission de données dans laquelle tous les nœuds du réseau sont connectés les uns avec les autres où le trafic ne passe pas par le Hub mais se restreint à la synchronisation temporelle et l'allocation de bande passante aux terminaux. Cette topologie réduit de moitié le retard par rapport à la topologie Star.

II.3.1.3.La topologie SCPC

C'est une topologie du réseau par satellite qui consiste à connecter deux sites distants par une liaison point à point sans passer par un HUB. Cette topologie est utilisée pour le transfert de données en masse par exemple la voix et la vidéo.

II.3.2.Norme de transmission dans les réseaux VSAT

II.3.2.1.Digital Video Broadcasting- Satellite (DVB-S)

DVB-S est une norme définie pour la transmission par satellite qui se caractérise par sa large bande. C'est un standard utilisé pour les systèmes de diffusion qui permet le transport de données par l'encapsulation des paquets IP en trame vidéo MPEG.

Cette norme regroupe les informations relatives au multiplexage des données, les méthodes d'accès aux flux ainsi que les techniques de modulations et de codages canal.

Le DVB-S n'arrive pas à satisfaire les nouveaux besoins, d'où la nécessité de créer des nouveaux standards plus performants.

II.3.2.2. Digital Video Broadcasting- Satellite 2 (DVB-S2)

C'est une nouvelle génération du standard de diffusion par satellite qui est basée sur la norme DVB-S, elle est plus performante des normes existantes et apporte des améliorations significatives.

La qualité des canaux de transmission par satellite dépend des turbulences atmosphériques pour cela le système VSAT utilise la norme DVB-S2 qui prévoit des changements dynamiques des modes de codage et de modulation adaptif selon les informations d'état du canal pour optimiser les paramètres de transmission, cette technique est appelée ACM (Adaptive Coding and Modulation) , elle propose quatre schémas de modulations qui sont QPSK, 8PSK, 16APSK et 32APSK [25].

En raison du manque de fiabilité des réseaux, la mise au point d'une technique de codage est nécessaire pour améliorer les performances des canaux. Ce standard intègre un codage correcteur d'erreur « Forward Error Corecctor » (FEC) basé sur la redondance qui détecte et corrige les erreurs en ajoutant des bits de redondance.

Parmi les codages FEC utilisés $1/2$, $2/3$, $3/4$..., le choix du codage est effectué selon la modulation [26].

Chapitre II :Les réseaux SATCOM

Tableau II.3 représente une comparaison entre les deux normes DVB-S et DVB-S2 :

La norme	DVB-S	DVB-S2
Année	1994	2003
Modulation	QPSK	QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK
Codage	Viterbi, Reed Solomon	LDPC, BCH
Mode de codage et modulation	CCM	ACM
Format des données	MPEG2	MPEG2, MPEG4

Tableau II.3 : Comparaison entre DVB-S et DVB-S2 [27].

II.3.3.Les plateformes du réseau VSAT

Il existe plusieurs plateformes VSAT : Hughes, Advantech, iDirect, Comtech. Dans ce chapitre on va étudier les deux plateformes Comtech et iDirect.

II.4.La plateforme Comtech

C'est l'un des principaux fournisseurs d'optimisation de la bande passante et de liaisons satellitaire. C'est une solution d'infrastructure de communication par satellite qui se caractérise par sa haute performance, son efficacité et sa puissance. Elle est utilisée pour réduire le coût d'exploitation et d'investissement et augmenter le débit des réseaux fixes et mobiles [28].

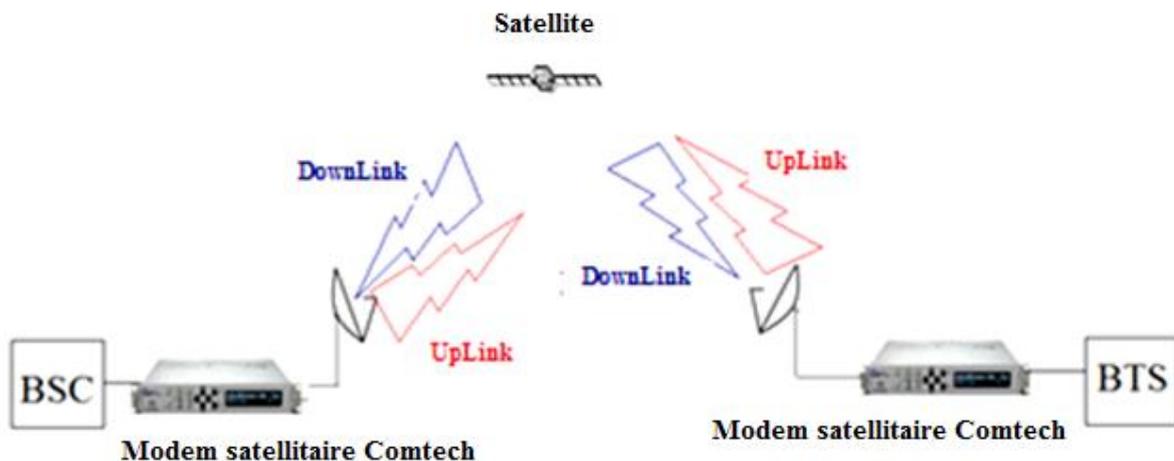


Figure II.10: Architecture du réseau Comtech.

II.4.1.Les routeurs satellitaires Comtech

Il existe une large gamme des modems dans le secteur des communications par satellites dont :

- **CDM- 570 / 570L**

Il est conçu pour connecter les liaisons de données entre réseaux de satellite en intégrant la fonctionnalité de routeur dans le modem ce qui lui permet d'offrir une variété des services de communication aux opérateurs ainsi des performances et une fiabilité. Il permet une gestion transparente de la bande passante à la demande tout en simplifiant les besoins en capacité du réseau [28].

- **CDM- 625 / 625A**

C'est l'un des modems les plus efficaces et les plus fiables des modems satellites, il prend en charge la correction d'erreur « FEC » et la compression de la bande passante en utilisant la méthode « carrier in carrier ».

Cette combinaison de technologies permet de créer l'optimisation du réseau ainsi de maximiser le débit sans utiliser des ressources de transpondeurs supplémentaires [28].



Figure II.11: Les routeurs satellitaires Comtech.

II.5.La plateforme iDirect

C'est une solution complète qui permet le transport des données IP entre différents terminaux avec des équipements de haute technologie qui offrent un plus haut rendement et un débit élevé dans les communications par satellite [29].

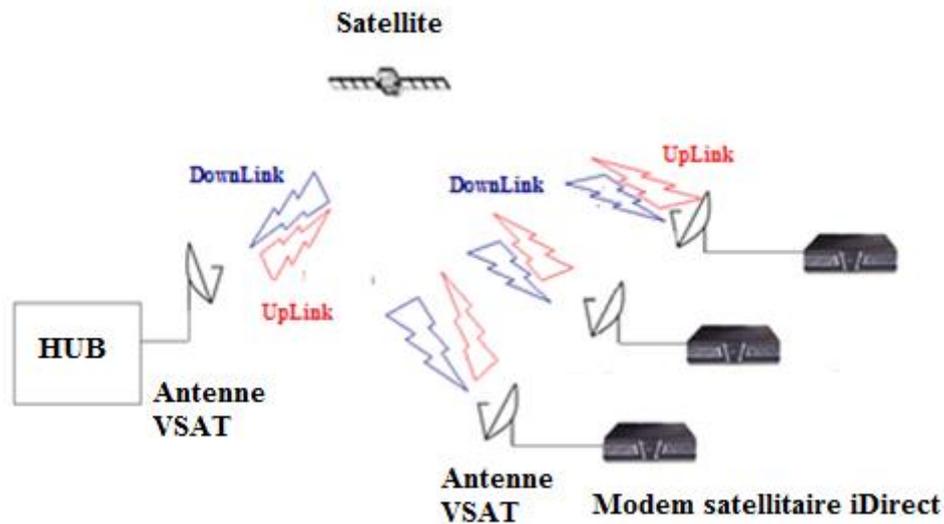


Figure II.12: Architecture d'un réseau VSAT iDirect.

- **iDirect Infiniti**

Est une technologie de transmission par satellite basée sur IP permettant aux clients de partager intelligemment la capacité du réseau sur plusieurs sites, en allouant une bande passante en temps réel et à la demande.

- **iDirect Evolution**

Est un système de communication par satellite basé sur IP conçu pour fournir une connectivité à large bande de la plus haute qualité. Cette ligne de produits universelle positionne les opérateurs et les fournisseurs de services pour la croissance et le succès à long terme grâce à la possibilité d'accéder à un large éventail de marchés, prend en charge le DVB-S2 avec le codage et la modulation adaptatifs (ACM), une technologie efficace en bande passante pour les réseaux nécessitant une plus grande capacité de sortie.

II.5.1.HUB

La figure II.13 représente les composants d'un HUB iDirect

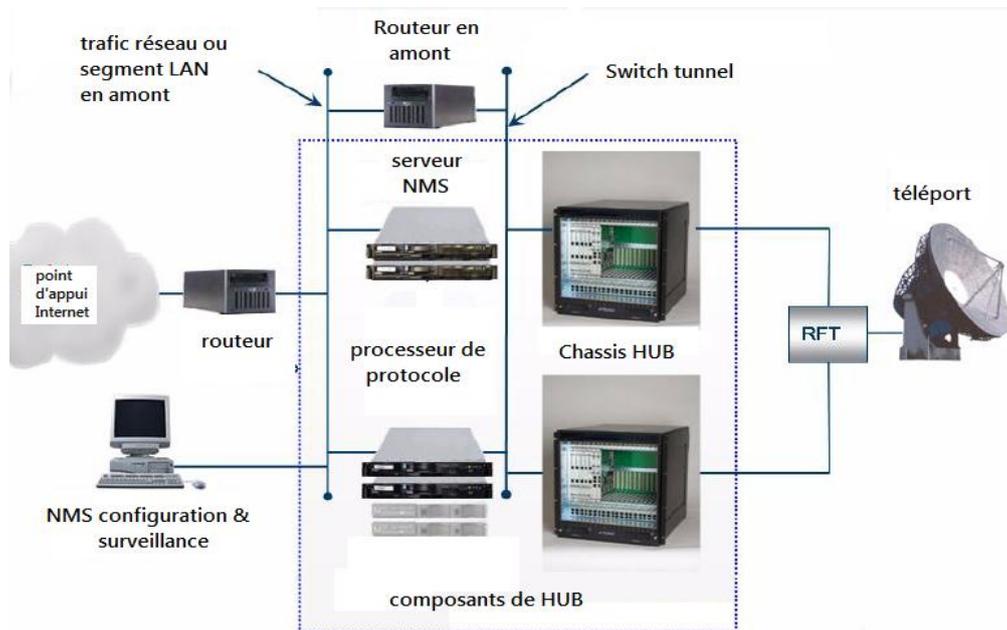


Figure II.13: Architecture du HUB.

II.5.1.1.Châssis 5IF

C'est une carcasse vide qui contient des puces (un emplacement pour les Hub Line Card), il soutient matériellement 20 cartes HLC (Hub Line Card), ces cartes sont réparties en 5 groupes ou le groupe possède 4 cartes chacun de ces groupes peut émettre et recevoir sur une paire IF (TX, RX) .On décrit un châssis 5IF car il opère avec 5 différents satellites [30].

- **Carte ULC-R :**

L'ULC-R est la carte de ligne de réception de nouvelle génération pour nos plateformes Evolution qui offre une technologie TDMA adaptative, une prise en charge multi canal et un accès à des débits de symboles plus élevés que les cartes de ligne précédentes. Conçu pour les réseaux de satellites à haut débit [31].



Figure II.14: Carte ULC-R [31].

- **Carte ULC-T :**

C'est une carte de ligne de transmission de nouvelle génération puissante fonctionnant à la fois dans Evolution et doté de la technologie DVB-S2 / ACM et peut être mis à niveau en DVB-S2X. L'ULC-T est conçu pour prendre en charge des débits de symboles beaucoup plus élevés, jusqu'à 120 Mb/s via une mise à niveau de licence logicielle. Idéal pour les réseaux de satellites à haut débit [31].



Figure II.15: Carte ULC-T [31].

II.5.1.2. Protocol Processor (PP)

C'est le cœur du HUB qui est considéré comme un processeur central responsable du traitement, la surveillance et l'accélération du trafic et les connexions IP dans le réseau. Il gère l'allocation de la bande passante et les différentes piles de protocoles [32].

Il exécute les processus suivants :

SANA (Allocation de la bande passante) : Gère l'allocation de la bande passante pour les canaux Down Stream.

SADA (Allocation dynamique de la bande passante): Assure l'allocation dynamique de la bande passante pour les canaux Up Stream.

SARMT (Gestionnaire de protocole de pile à distance) : responsable de la gestion du protocole de pile et la gestion du protocole d'accélération TCP, sachant que le nombre de processus SARMT varie selon le nombre des sites distants.

SAROUTER (processus du routeur) : permet la transmission et le routage de tous les paquets Up Stream et Down Stream.

SAMNC : permet aux processus de PP de communiquer avec le PP Controller qui est un processus qui s'exécute sur le serveur NMS.

HPB-Monitor (processus PP Monitor) : permet de contrôler et redémarrer SAMNC s'il se termine anormalement.

II.5.1.3.Network Management System (NMS)

C'est un système complet basé sur un logiciel assurant la surveillance et le contrôle des stations VSAT, il contient la base de données de tout le réseau. NMS simplifie considérablement la configuration des terminaux concentrateur et le réseau, ainsi que, sous sa forme simple et évidente, fournit des informations sur les conditions actuelles et historiques de l'ensemble du réseau et de ses éléments individuels [33].

N'importe quel réseau iDirect nécessite les applications iVantage qui se compose de trois logiciel : iBuilder, iMonitor et iSite.

- **iBuilder :**

C'est une interface graphique qui permet une configuration rapide de tout le réseau iDirect et construire le fichier d'option pour les sites distant qui contient les informations sur VSAT, satellite ...etc.

- **iMonitor :**

Fournit des informations détaillées sur le temps réel et l'historique des performances du réseau aux operateurs réseau, gérer les alarmes et analyser l'utilisation de la bande passante ainsi d'afficher l'état à distances et les statistique du réseau.

- **iSite :**

Permet de surveiller et configurer les périphériques iDirect sur site, compris l'assistance pour le pointage de l'antenne, le calcule de l'angle et la polarisation de l'antenne.

II.5.1.4.Routeur UpStream

C'est un routeur Cisco qui réalise l'opération de routage et d'acheminement des paquets IP.

II.5.1.5.Switch UpStream

Fournit un lien entre le NMS, le PP et le port UpStream du routeur.

II.5.1.6.Switch Tunnel

C'est un tunnel entre le trafic RF et le trafic IP dans un réseau iDirect.

II.5.2.Les routeurs satellitaires iDirect Evolution

Ce sont des équipements qui englobent trois rôles principaux [29] :

- Le routage.
- La modulation / démodulation.
- La communication.

Nous allons présenter les routeurs suivant:

II.5.2.1.Les routeurs satellitaires X1, X3, X5

C'est des modems de dernière génération qui intègrent la technologie DVB-S2 et d'autres technologies de codage et de modulation pour prendre en charge des débits de données et des volumes de trafic plus important pour le développement du réseau offrant d'avantage plus de flexibilité et d'optimisation de la bande passante. C'est des modems idéals pour les connexions hautes débit par satellite [29].

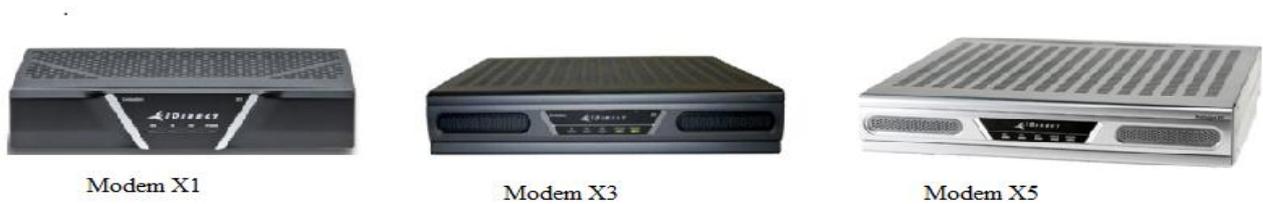


Figure II.16: Les routeurs satellitaires iDirect.

II.5.2.2.Le routeur satellite X7

C'est le premier modem construit avec une nouvelle architecture et un système multiprocesseur qui le rend particulièrement adapté à une gamme de services voix et données tout en recevant simultanément des canaux de multidiffusion sur le même transpondeur ou un deuxième transpondeur. Il permet l'optimisation du réseau pour délivrer les meilleures performances en bande passante [29].



Figure II.17:Le routeur satellite X7.

II.6.Avantages et inconvénients du réseau VSAT

Avantage :

- Offre des capacités uniques qui optimisent les performances des applications IP.
- Bénéficie d'un plus haut rendement et un débit élevé.
- Offre des capacités au réseau les plus avancées.
- Management du réseau très avancé.
- Facile à implémenter.
- La flexibilité et la fiabilité.
- Fonctionne sur plusieurs satellites et transpondeurs.
- Diffusion sur des zones étendues.
- Relais hertzien adapté aux télécommunications mobiles.

Inconvénient :

- Le coût.
- C'est un réseau centralisé par le hub, en cas de défaillance de ce dernier le réseau perd son fonctionnement.
- Couverture fixe.
- Délais.
- Echo.
- Forte atténuation du signal.

II.7.Caractéristiques des réseaux VSAT

- La qualité de service QoS.
- Débit plus élevé.
- La sécurité.
- Gestion de trafic en temps réel.
- Supporte les bandes radio.
- Supporte des milliers de sites distants.
- Optimisation de la bande passante.

II.8.Applications de VSAT

- La VoIP
- La visioconférence.
- La géo localisation.
- Les VPN (Virtual Private Network).
- Transmission de fichiers.
- Internet haut débit.

II.9.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié les généralités sur les systèmes de communication par satellite où on a pris la technologie VSAT comme un exemple de ce système. Nous avons présenté les aspects qui nous paraissent les plus pertinents et les plus utiles à la suite de notre étude.

Chapitre III :
Réalisation d'une liaison
VAST

III.1.Introduction

Nous avons présenté dans ce dernier chapitre la solution adéquate aux réseaux mobiles dans les zones rurales par l'implémentation d'un réseau VSAT.

Initialement on va montrer les étapes de la création d'un réseau mobile au sein de l'entreprise Algérie Télécom Mobilis.

Puis on va réaliser le réseau VSAT sous deux plateformes Comtech et iDirect en utilisant les équipements appropriés a chaque plateforme et cela nous l'avons réalisé au niveau d'Algérie Télécom satellite.

III.2.Aperçu général du projet

Algérie Télécom Mobilis favorise le développement des réseaux mobiles dans les zones rurales tel que le Sahara Algérien pour connecter ses abonnés pour pouvoir communiquer.

Le problème majeur pour le développement des réseaux ruraux est le coût pour connecter les stations de base au cœur du réseau. Le revenu moyen par utilisateur est assez faible dans ces zones, ce qui complique l'analyse de rentabilisation pour l'opérateur de téléphonie mobile.

Algérie Télécom Satellite a mis en œuvre un réseau VSAT permettant d'optimiser les communications sur le lien BTS-BSC en améliorant la qualité de service ainsi que la rapidité du réseau, la sécurisation et la confidentialité des communications et la gestion de la bande passante satellite.

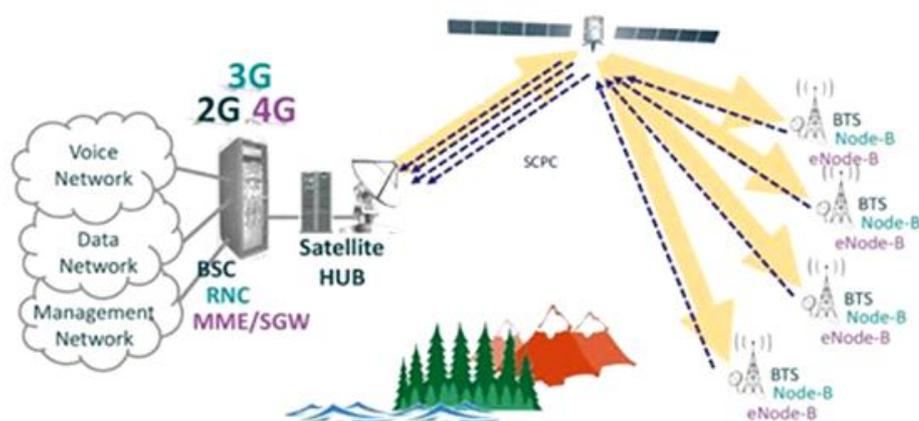


Figure III.1: Aperçu général du projet.

III.3. Développement du réseau

Pour développer un réseau mobile un passage par les départements cités dans l'organigramme illustré dans la figure III.2 est obligatoire. Dans cette section, une présentation des procédures étudiées dans chaque département seront présentés.

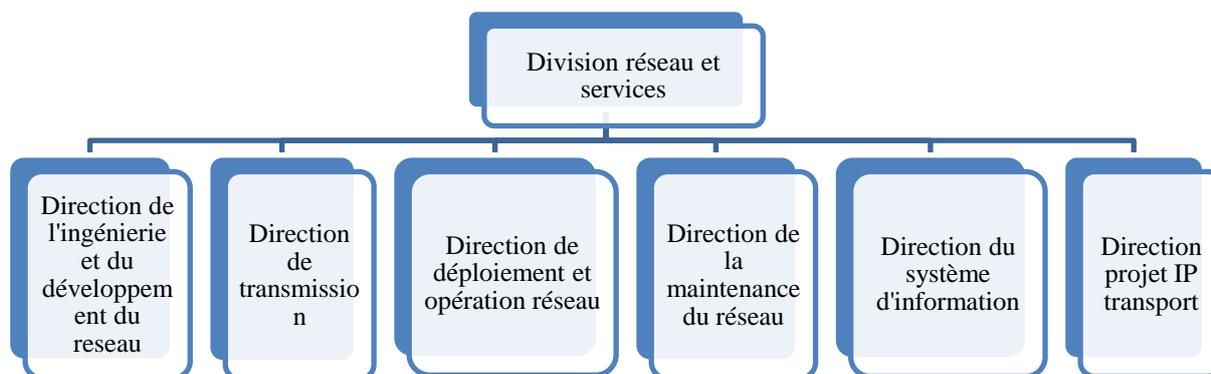


Figure III.2: Division réseau et service.

III.3.1. Direction de l'ingénierie et du développement du réseau

Cette direction a pour rôle de faire une étude primaire sur le projet de développement d'un réseau mobile. Cette étude prend en charge :

- Concevoir le design, les spécifications et la configuration du réseau
- Le développement des architectures: étude de terrain, détermination d'architecture d'implantation des relais et câbles.
- Définir et élaborer les spécifications fonctionnelles et techniques du réseau
- Les équipements qui seront utilisés en sélectionnant les fournisseurs (matériel et logiciel)

Chargée ainsi de la partie radio des réseaux, en utilisant un logiciel nommé ATOLL qui est une solution multi-technologie évolutive et flexible dans la conception et l'optimisation des réseaux, c'est une plate forme qui prend en charge les opérateurs sans fil durant tout le cycle de vie d'un réseau depuis sa conception initiale jusqu'à l'optimisation et la densification du réseau conçu.

Chapitre III : Réalisation d'une liaison VSAT

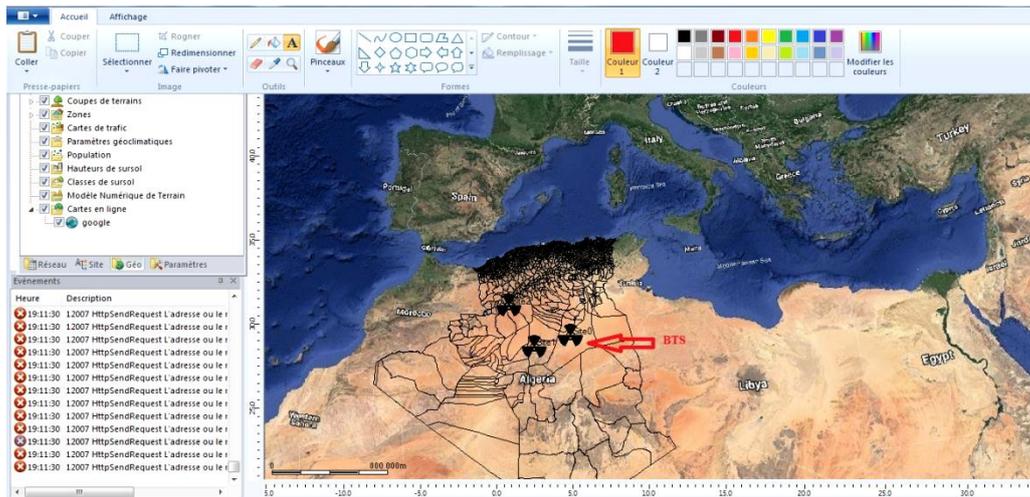


Figure.III.3 : Exemple de planification des BTS avec le logiciel ATOLL.

III.3.2.Direction de transmission

Chargée de la partie transmission du réseau en choisissant l'infrastructure adéquate à la liaison en utilisant un logiciel U2000 qui est une plate-forme centralisée de gestion de réseau mobile développée par Huawei. La figure III.4 citée ci-dessous expose un exemple de planification de câblage entre les équipements.

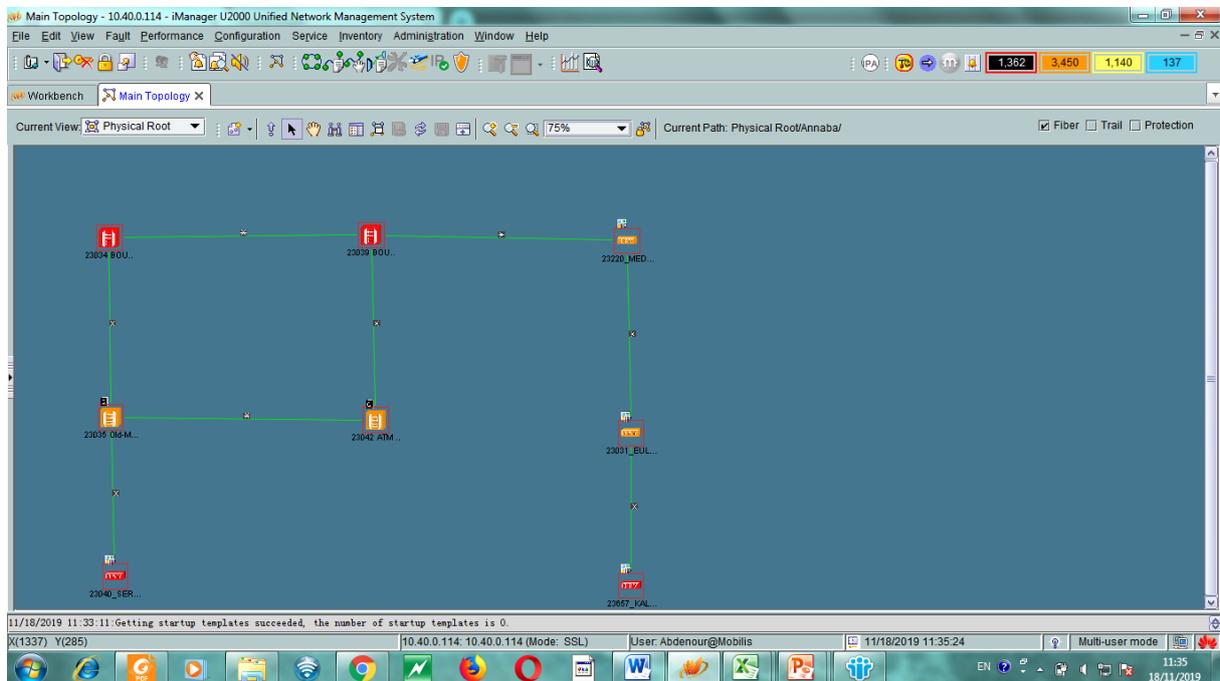


Figure.III.4 : Exemple de planification du câblage en utilisant le logiciel U2000.

Chapitre III : Réalisation d'une liaison VSAT

Le territoire national est divisé en 2 zones principales en termes de câblage :

- **La zone nord** : Cette zone est divisée en régions comme le montre la figure III.5. La transmission d'informations entre les différents équipements est réalisée par des infrastructures terrestres (câbles coaxiaux, Fibres Optiques et Faisceaux Hertziens)
- **La zone sud** : qui est divisée à son tour en 2 régions est et ouest. A cause des obstacles rencontrés au sud algérien l'utilisation des infrastructures terrestres est impossible, pour cela la transmission des données se fait par satellite comme le montre la figure III.5.

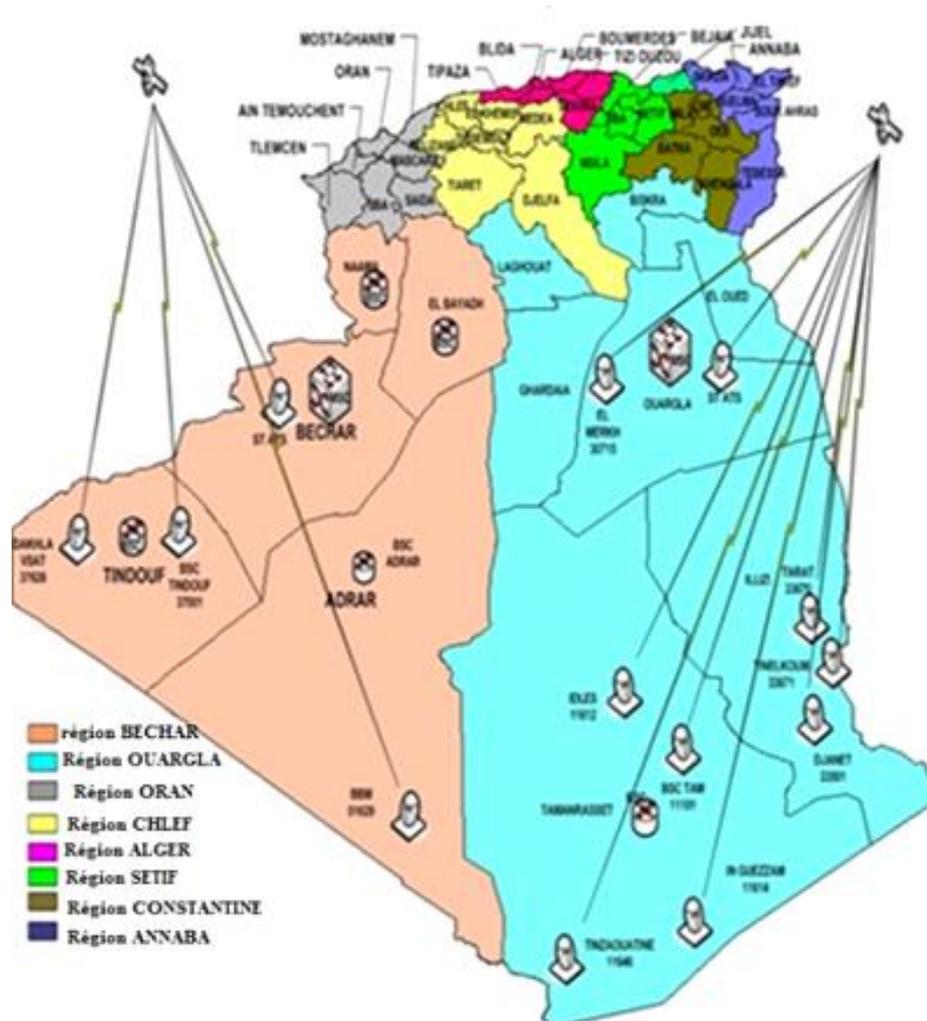


Figure III.5 : Division régionale de l'Algérie.

Pour assurer les liaisons de transmission dans la zone du sud deux scénarios sont montrées par la suite :

III.3.2.1.Scénario 1 : VSAT COMTECH

Notre projet consiste à la création d'un réseau qui est composé de deux sites distants au niveau d'ATS LAKHDARIA en utilisant la topologie SCPC.

➤ Le Plan de travail

1. Configuration de deux routeurs satellitaires Comtech
2. Installation de VSAT
3. Pointage

1. Configuration du premier site

La figure III.6 représente la bande passante libre en réception en utilisant un analyseur de spectre.

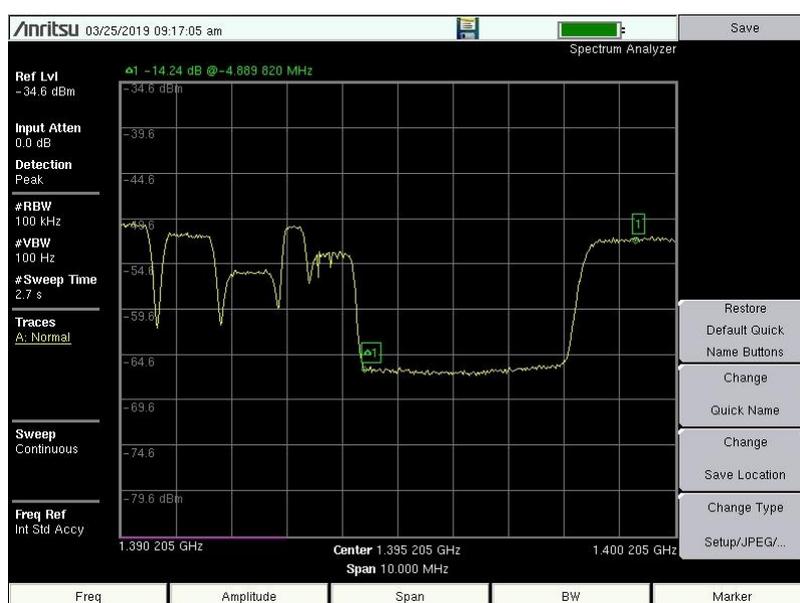


Figure III.6: la bande passante libre en réception.

Il existe deux méthodes pour la création de porteuse :

Méthode 1: Cette méthode consiste à émettre dans une porteuse et recevoir dans une autre porteuse comme l'illustre la figure III.7

Méthode 2: Cette méthode permet aux opérateurs émetteurs/ récepteur une liaison en duplex en partageant le même espace de transpondeur (figure III.7).

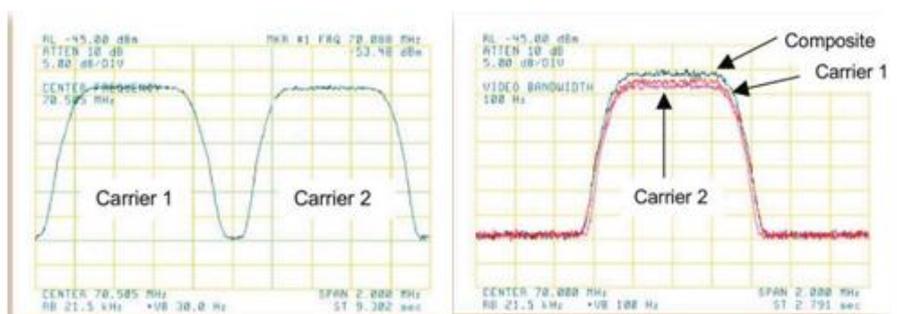


Figure III.7 : Méthode de création de porteuse.

Dans notre cas on va choisir la méthode carrier in carrier, le choix de cette méthode a été effectué pour économiser la bande passante du transpondeur permettant ainsi un déploiement réussi dans des scénarios avec bande passante limitée.

Elle permet ainsi aux utilisateurs de satellite d'obtenir une efficacité spectrale impossible à atteindre avec des liaisons traditionnelles.

Elle est complémentaire à toutes les technologies avancées en matière de modems y compris les techniques avancées de FEC et modulations.

Les fréquences d'émission et de réception des deux sites sont les mêmes :

$$Tx_1 = Tx_2; \quad Rx_1 = Rx_2$$

A partir de la figure III.6 on a pris la fréquence 1395.205 MHz comme fréquence de réception en bande L.

Pour pouvoir configurer les modems de la liaison on doit effectuer les calculs suivants :

- La fréquence d'émission en bande Ku du satellite qui est calculée par la méthode suivante :

$$\text{Fréquence de réception (L) + LO satellite + LO LNB} = 1395.205 + 1240 + 11300 = 13935.205$$

La fréquence d'émission en bande Ku est : 13935.205 MHz

- La fréquence d'émission en bande L qui est calculée comme suit :

$$\text{Fréquence d'émission (Ku) - LO BUC} = 13935.205 - 12800 = 1135.205$$

La fréquence d'émission (L) est : 1135.205 MHz

Chapitre III : Réalisation d'une liaison VSAT

Configuration du modem :

Le modem utilisé est le CDM-625 qui se représente dans la figure III.8 :



Figure III.8: le modem CDM-625.

La première étape consiste à la configuration de l'ODU en introduisant les fréquences locales du BUC et LNB



Figure III.9: Configuration ODU.



Figure III.10 : Fréquences LO.

Le menu principal du modem est illustré dans la figure III.11:



Figure III.11 : Menu principal.

a) Configuration Tx :

Les étapes de configuration Tx sont montrées dans la figure III.12.



Fréquence d'émission



Modulation et FEC



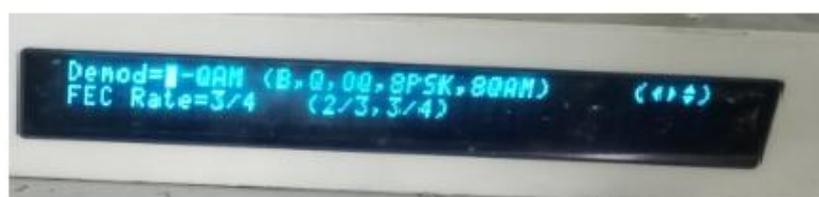
Data

Figure III.12 : Configuration Tx.

b) La configuration Rx

La fréquence de réception sera calculée par le modem avec les informations introduites avant:

- La fréquence locale du BUC, LNB et satellite
- La fréquence d'émission



Démodulation et FEC



Data

Figure III.13: Configuration Rx.

Chapitre III : Réalisation d'une liaison VSAT

2. Installation de VSAT

Avant l'installation, un ingénieur de terrain devrait visiter l'emplacement où le VSAT sera installé. L'ingénieur doit prendre soin des aspects suivants:

- Absence de hauts bâtiments ou d'arbres qui peuvent bloquer la trajectoire du signal.
- Absence d'interférences en utilisant un analyseur de spectre.
- Existence de l'alimentation AC pendant l'installation.
- Existence d'une ligne de vue directe sur le satellite désigné
- Acquisition de la longitude et latitude en utilisant un GPS.
- Existence d'un réseau LAN près de l'IDU.
- Estimer la longueur maximum du câble.

Dans cette étape on va installer deux antennes VSAT pour l'interface Abis une du coté BTS et l'autre du coté BSC avec les paramètres suivants :

- Diamètre de l'antenne : 1.20m
- Gain : 42 dB
- BUC iDirect 3 Watt
- LNB universel

La figure III.14 représente l'antenne et le BUC et LNB utilisé pendant l'installation VSAT.



Figure III.14 : Antenne, LNB, BUC.

3. Pointage de l'antenne :

L'installation et la configuration des réseaux VSAT se diffèrent d'un système à un autre sauf les étapes du pointage qui restent les mêmes. Les deux plateformes utilisent le même satellite Algérien Alcomsat-1 qui est placé en orbite géostationnaire à la position orbitale 24.8° Ouest. Il fournit des services de diffusion, internet, téléphonie et VSAT.

A l'aide d'un pointeur satellite qui est le SATLINK qui nous permet un pointage plus facile par rapport à d'autres méthodes. Il est exposé dans la figure III.15.



Figure III.15: Pointeur satellite.

Pour le réglage de la position de l'antenne en utilisant le SATLINK on effectue les étapes suivantes :

- On choisit le satellite Alcomsat-1
- La fréquence locale
- La polarisation horizontale

Une fois les réglages au niveau du pointeur satellite terminées on le connecte à l'antenne par un câble RG6 afin d'apercevoir le signal. Dans la partie antenne on suit les étapes suivantes :

- Positionner l'antenne vers le satellite.
- Vérifier avec une boussole l'élévation .
- Rotation gauche droite pour le réglage.
- Rotation haut bas pour le réglage l'élévation.
- Rotation de la tête d'émission sur elle-même pour le réglage de fin de polarisation.

Chapitre III : Réalisation d'une liaison VSAT

Une fois l'antenne est pointée vers le satellite on obtient les résultats illustrés dans la figure III.16.



Figure III.16 : Signal capté.

La configuration du site 1 est effectuée ce qui a créé le signal porteuse (figure III.15)

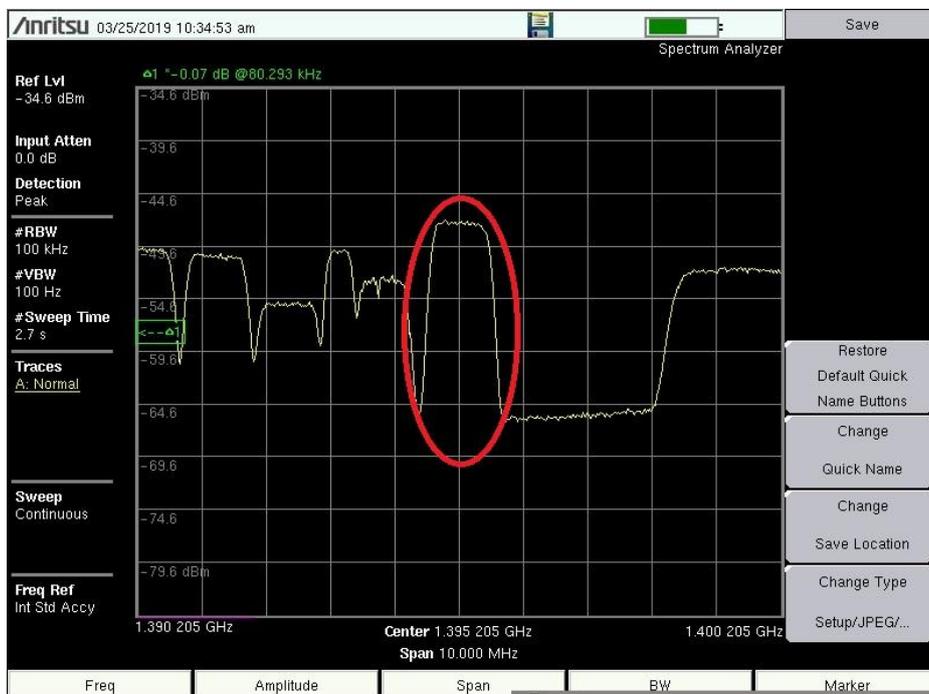


Figure III.17: Signal porteuse du site 1.

Chapitre III : Réalisation d'une liaison VSAT

Pour la configuration du deuxième site on suit les mêmes étapes précédentes pour la configuration du modem et le pointage de l'antenne.

Un ping est effectué entre les deux sites afin de vérifier la liaison satellitaire réalisée.

Les adresses IP des deux sites sont représentées dans le tableau III.1:

Adresse IP	Equipement
Modem site 1	192.168.1.11/24
PC site 1	192.168.1.12
Modem site 2	192.168.1.21/24
PC site 2	192.168.1.22

Tableau III.1 : Adresse IP des deux sites.

```
C:\Users\pc-hp>ping 192.168.1.11
Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.1.11 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.1.11 : octets=32 temps=1 ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.11 : octets=32 temps=1 ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.11 : octets=32 temps=1 ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.11 : octets=32 temps=4 ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.1.11:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 1ms, Maximum = 4ms, Moyenne = 1ms

C:\Users\pc-hp>ping 192.168.1.21
Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.1.21 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.1.21 : octets=32 temps=1068 ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.21 : octets=32 temps=534 ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.21 : octets=32 temps=534 ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.21 : octets=32 temps=536 ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.1.21:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 534ms, Maximum = 1068ms, Moyenne = 668ms

C:\Users\pc-hp>ping 192.168.1.22
Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.1.22 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.1.22 : octets=32 temps=1602 ms TTL=128
Réponse de 192.168.1.22 : octets=32 temps=534 ms TTL=128
Réponse de 192.168.1.22 : octets=32 temps=534 ms TTL=128
Réponse de 192.168.1.22 : octets=32 temps=534 ms TTL=128

Statistiques Ping pour 192.168.1.22:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 534ms, Maximum = 1602ms, Moyenne = 801ms

C:\Users\pc-hp>

C:\Users\AHMANACHE>ping 192.168.1.21
Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.1.21 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.1.21 : octets=32 temps=1 ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.21 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.21 : octets=32 temps<1ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.21 : octets=32 temps<1ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.1.21:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Moyenne = 0ms

C:\Users\AHMANACHE>ping 192.168.1.11
Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.1.11 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.1.11 : octets=32 temps=1067 ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.11 : octets=32 temps=533 ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.11 : octets=32 temps=533 ms TTL=64
Réponse de 192.168.1.11 : octets=32 temps=533 ms TTL=64

Statistiques Ping pour 192.168.1.11:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 533ms, Maximum = 1067ms, Moyenne = 666ms

C:\Users\AHMANACHE>ping 192.168.1.12
Envoi d'une requête 'Ping' 192.168.1.12 avec 32 octets de données :
Réponse de 192.168.1.12 : octets=32 temps=1600 ms TTL=128
Réponse de 192.168.1.12 : octets=32 temps=533 ms TTL=128
Réponse de 192.168.1.12 : octets=32 temps=533 ms TTL=128
Réponse de 192.168.1.12 : octets=32 temps=533 ms TTL=128

Statistiques Ping pour 192.168.1.12:
    Paquets : envoyés = 4, reçus = 4, perdus = 0 (perte 0%),
Durée approximative des boucles en millisecondes :
    Minimum = 533ms, Maximum = 1600ms, Moyenne = 799ms

C:\Users\AHMANACHE>
```

Figure III.18: Ping entre les deux sites.

III.3.2.1.Scénario 2 : VSAT iDirect

Dans ce deuxième scénario notre travail consiste à créer une autre liaison entre deux sites distants avec une autre plateforme nommé iDirect avec la technologie Evolution et la topologie Mesh

➤ Le Plan de travail

1. Côté HUB :

- Ajouter les deux terminaux au hub
- Récupération de fichier de configuration.

2. Coté client :

- Mis à jour du routeur satellite.
- Injection du fichier de configuration au terminal.
- Installation de VSAT.
- Pointage de l'antenne

1. Coté HUB :

Afin d'installer et configurer le réseau VSAT iDirect, on utilise deux logiciels pour la gestion de ce réseau pour ajouter le terminal au HUB.

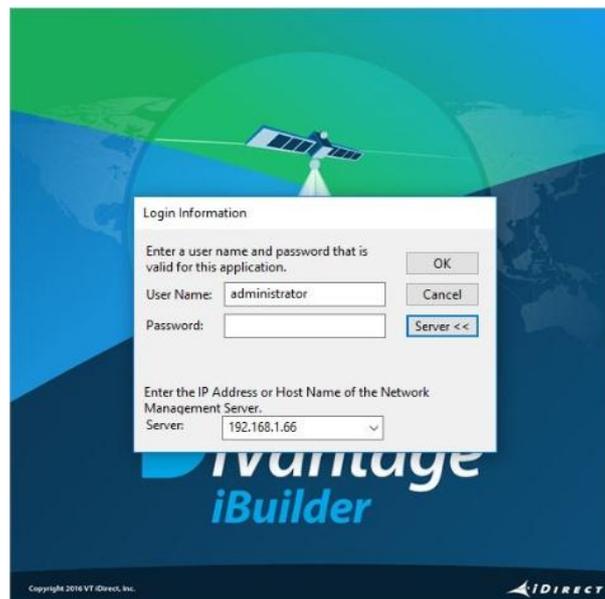


Figure III.19: l'interface graphique iBuilder.



Figure III.20 : l'interface graphique iMonitor

Chapitre III : Réalisation d'une liaison VSAT

a) Les paramètres information :

The screenshot shows the 'Modify Configuration Object - Stagiers Bouira [Customized]' window. The 'Remote' tab is selected and circled in red. The 'Remote' section contains the following fields:

- Name: Stagiers Bouira
- Model Type: K7
- Serial Number: 41761
- Derived ID (DID): 335586081
- Inroute Group: ASAL-PARTAGEE
- User Password: admin
- Admin Password: admin

Other sections include Reference Carrier, TDMA Max Power, and Receive Properties.

Figure III.21 : Les paramètres informations.

Cette étape nous permet d'introduire les informations concernant le modem distant :

- Nom du modem
- Type du modem
- Numéro de série
- User name et le mot de passe

b) Configuration IP :

The screenshot shows the 'Modify Configuration Object - Stagiers Bouira [Customized]' window. The 'IP Config' tab is selected. The 'LAN Interface' section is circled in red. It contains the following fields:

- IP Address: 10.213.1.1
- Subnet Mask: 255.255.255.0

The 'Management Interface' section also contains IP Address and Subnet Mask fields.

Figure III.22: Paramètres IP.

Cette étape consiste à donner au modem une adresse IP qui lui permet de communiquer avec le modem du deuxième site et le hub.

c) Géolocalisation :

Faire entrer les Cordonnées GPS ou le modem sera placé, pour cela il faut chercher sur Google Maps les cordonnées GPS du lieu dans notre cas c'est LAKHDARIA.

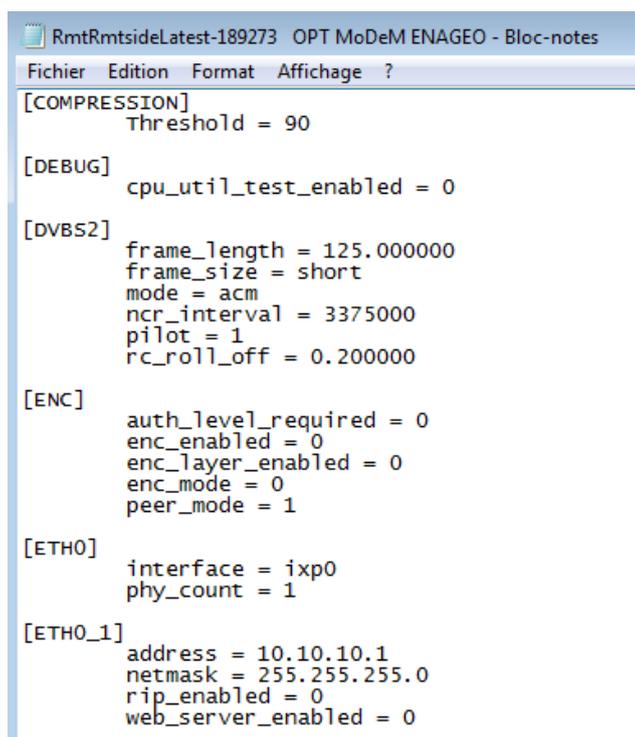
d) Paramètres VSAT :

Cette étape permet de faire entrer les paramètres suivant :

- BUC
- LNB
- Le type du câble et sa longueur « IFL »
- Le réflecteur

e) Récupération du fichier de configuration « OPT » :

OPT : c'est un fichier qui contient toute les informations concernant la configuration faite pour le modem



```
RmtRmstsideLatest-189273 OPT MoDeM ENAGEO - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
[COMPRESSION]
  Threshold = 90

[DEBUG]
  cpu_util_test_enabled = 0

[DVBS2]
  frame_length = 125.000000
  frame_size = short
  mode = acm
  ncr_interval = 3375000
  pilot = 1
  rc_roll_off = 0.200000

[ENC]
  auth_level_required = 0
  enc_enabled = 0
  enc_layer_enabled = 0
  enc_mode = 0
  peer_mode = 1

[ETH0]
  interface = ixp0
  phy_count = 1

[ETH0_1]
  address = 10.10.10.1
  netmask = 255.255.255.0
  rip_enabled = 0
  web_server_enabled = 0
```

Figure III.23: Option file.

2. Coté client :

f) Authentification :

Pour pouvoir accéder au modem il faut changer l'adresse de l'ordinateur dans le réseau de ce dernier.

g) Injection du package

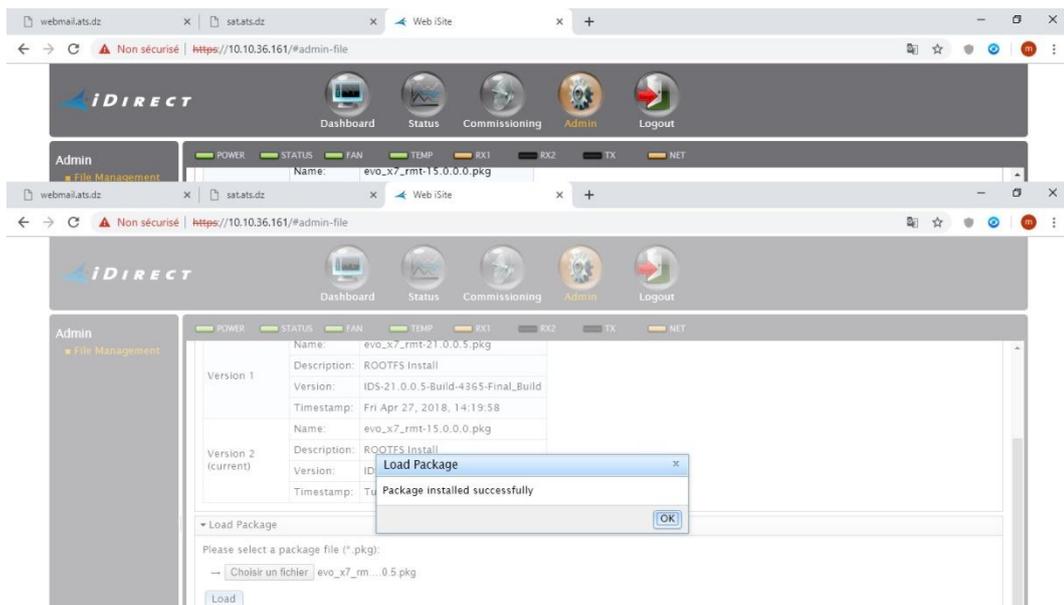


Figure III.24: Téléchargement du package.

h) Injection de l'OPT :

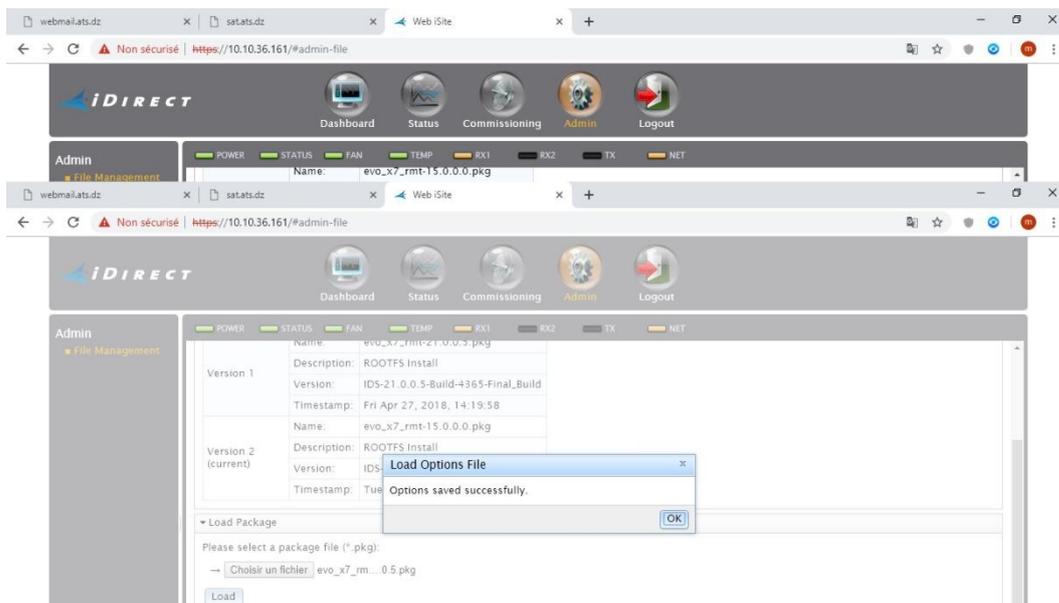


Figure III.25: Téléchargement de l'OPT.

La dernière étape consiste à reboiter le modem pour appliquer toutes les configurations qui lui ont été téléchargé.

Après la configuration de l'IDU on passe au montage et pointage de la station VSAT pour notre cas on a utilisé les mêmes stations VSAT utilisées pour le premier scénario.

Chapitre III : Réalisation d'une liaison VSAT

Pour configurer le deuxième site, nous allons suivre les mêmes étapes faites dans la configuration du site 1 en changeant les informations générales du modem ainsi que son adresse IP.

Equipement	Adresse IP
Modem du premier site	10.213.1.1
Modem du deuxième site	10.213.2.1

Tableau III.2 : Adresse IP

```
# ping 10.213.1.1
PING 10.213.1.1 (10.213.1.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=0 ttl=62 time=736 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=1 ttl=62 time=827 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=2 ttl=62 time=689 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=3 ttl=62 time=662 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=4 ttl=62 time=749 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=5 ttl=62 time=853 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=6 ttl=62 time=713 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=7 ttl=62 time=809 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=8 ttl=62 time=915 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=9 ttl=62 time=880 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=10 ttl=62 time=738 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=11 ttl=62 time=701 ms
64 bytes from 10.213.1.1: icmp_seq=12 ttl=62 time=628 ms

--- 10.213.1.1 ping statistics ---
13 packets transmitted, 13 received, 0% packet loss, time 12105ms
rtt min/avg/max/mdev = 628.333/762.189/915.416/84.495 ms, pipe 2

# ping 10.213.2.1
PING 10.213.2.1 (10.213.2.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=0 ttl=62 time=633 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=1 ttl=62 time=659 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=2 ttl=62 time=635 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=3 ttl=62 time=851 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=4 ttl=62 time=709 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=5 ttl=62 time=685 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=6 ttl=62 time=780 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=7 ttl=62 time=666 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=8 ttl=62 time=735 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=9 ttl=62 time=677 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=10 ttl=62 time=675 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=11 ttl=62 time=759 ms
64 bytes from 10.213.2.1: icmp_seq=12 ttl=62 time=759 ms

--- 10.213.2.1 ping statistics ---
18 packets transmitted, 17 received, 5% packet loss, time 1714ms
rtt min/avg/max/mdev = 614.821/714.892/890.870/78.847 ms, pipe 2
```

Figure III.26: Ping entre les deux sites.

III.3.3.Direction de la maintenance du réseau :

L'organigramme de cette direction est montré dans la figure III.27.

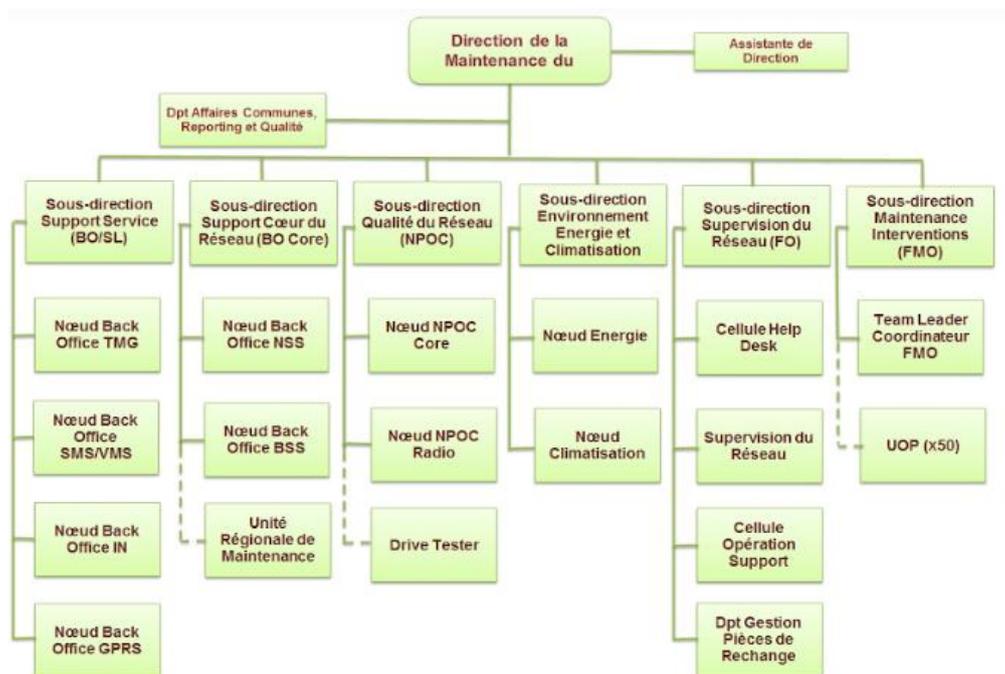


Figure III.27: Organigramme DMR

Chapitre III : Réalisation d'une liaison VSAT

La maintenance vise à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifique afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé. Elle regroupe les actions de dépannage, de réparation, de réglage, de révision, de contrôle et de vérification des équipements matériels (équipement de transmission, d'énergie et de télécommunication ect.) ou même immatériel (logiciel).

Pendant notre stage au centre national de supervision qui est doté de logiciel de supervision signalant les anomalies dans le réseau où les détails des problèmes des défaillances sont clairement détectés par le superviseur.

Ce centre est divisé en trois compartiments selon les fournisseurs des équipements :

Fournisseur	Ericsson	Huawei	ZTE
Région	Centre, Nord	Sud, Extrême Est	Sud, Ouest
Équipement	CORE et BSS	CORE et BSS	BSS
Logiciel de supervision	Xmanager	U2000	Netnumen

Tableau III.3 : Fournisseurs d'équipement.

Chaque fournisseur dispose d'un logiciel spécifique qui remplit plusieurs tâches y compris la supervision qui est une technique de suivi et de pilotage informatique de procédés automatisés. Elle concerne à l'acquisition des données (mesure, alarme, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des modèles de gestion programmable.

Dans notre projet on s'intéresse au fournisseur Huawei qui possède des équipements au sud Algérien.

U2000 est un logiciel de supervision (figure III.28) qui est composé d'un ensemble de pages (d'écrans) , dont l'interface opérateur est présentée sous la forme synoptique. La figure III.28 présente la supervision effectuée par le centre national de supervision de tout le territoire national des équipements Huawei.



Figure III.28 : Logiciel de supervision U2000

La figure III.29 représente la supervision de tout le territoire national des équipements Huawei avec le logiciel U2000

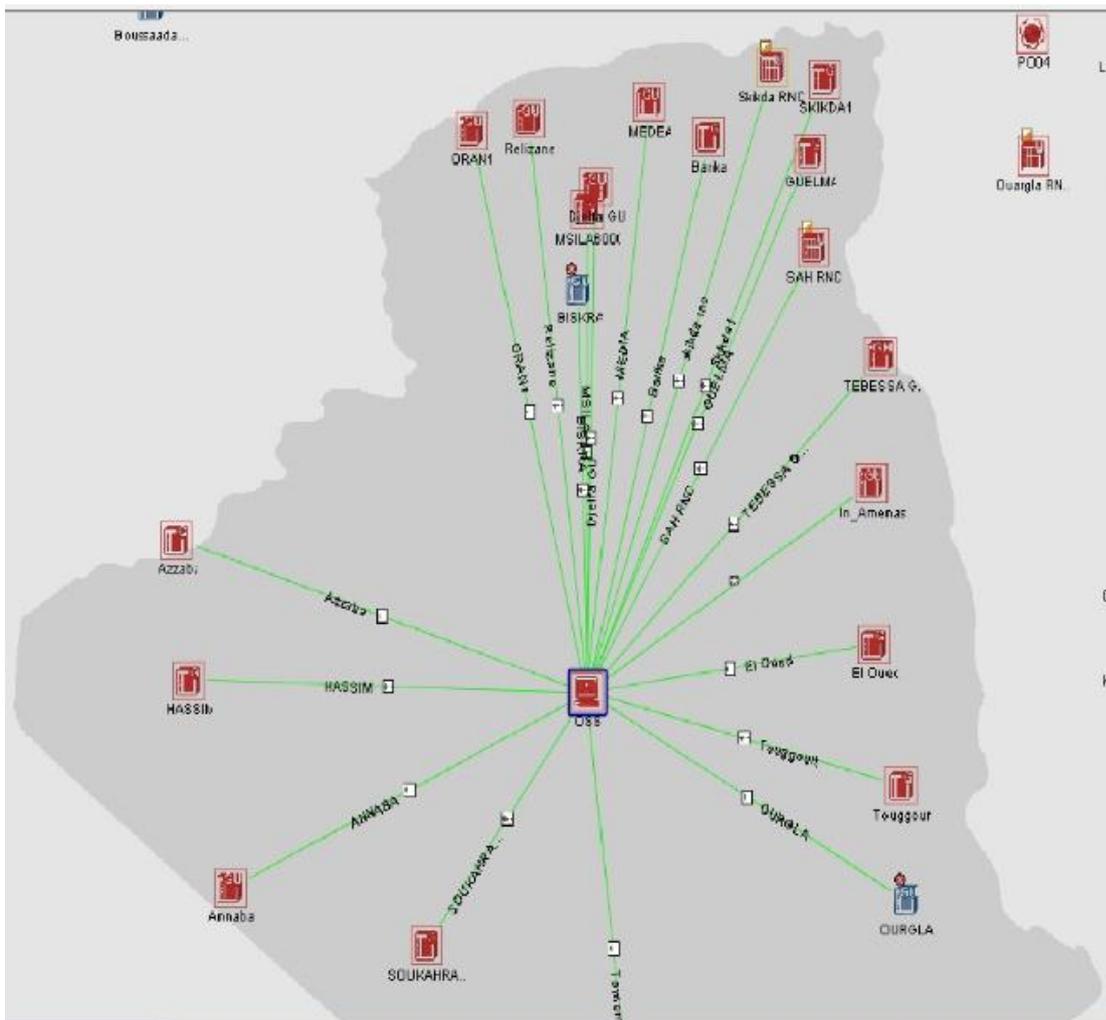


Figure III.29 : Supervision de tout le territoire national des équipement Huawei

Chapitre III : Réalisation d'une liaison VSAT

L'organigramme représenté dans la figure III.30 montre les étapes de la supervision ainsi que la détection des alarmes et leur résolution.

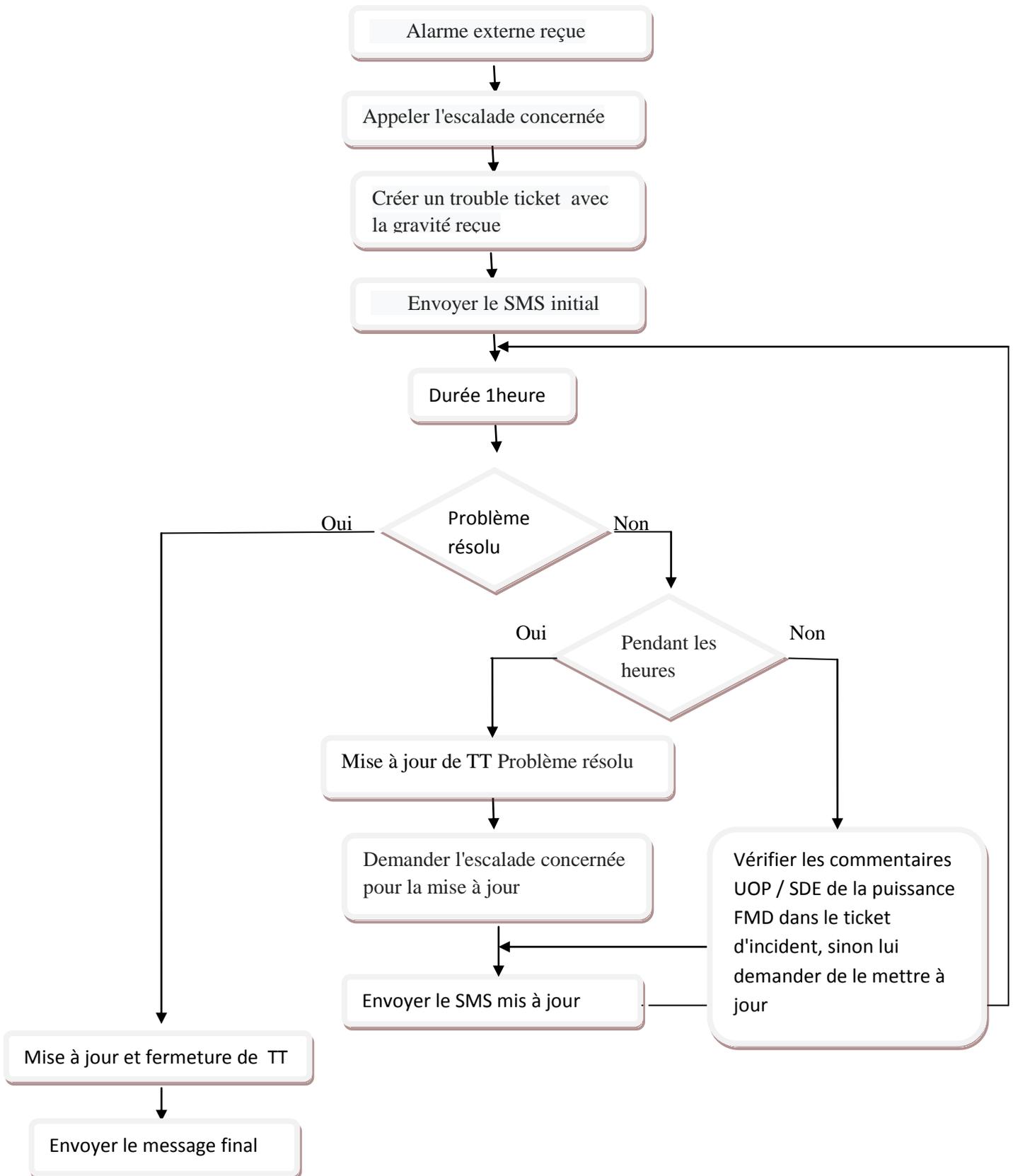


Figure III.30 : Organigramme de détection et résolution d'alarmes.

Conclusion :

La technologie VSAT est la solution adéquate aux opérateurs de téléphonie mobile pour étendre leur couverture réseau dans les zones reculées du territoire tout en préservant les exigences de qualité de service et en maîtrisant les coûts de transport satellite utilisé pour le raccordement des stations de base.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le marché de la téléphonie mobile continue à connaître une forte croissance ce qui favorise le développement des réseaux mobiles dans les zones rurales.

Dans ce mémoire notre travail est porté sur l'étude des réseaux mobiles où nous avons traité le problème de déploiement de ces réseaux dans les zones géographiquement étendues où les canaux de transmission terrestre ne peuvent pas être utilisés. Ce problème a fait l'objet de nombreuses recherches ce qui a mené à utiliser les systèmes de communications par satellite qui sont bien adaptés pour assurer en complémentarité avec les réseaux mobiles en offrant d'avantage une couverture étendue qui permet d'affranchir des obstacles géographiques et un accès aux zones déshéritées ainsi qu'une mise en œuvre à court terme.

L'évolution de la technologie et surtout dans le domaine de télécommunication par satellite a fait de nouveaux services et de nouvelles technologies dont la technologie VSAT qui est une solution satellite simple et fiable qui résout les contraintes de temps et de couverture et offre le moyen le plus efficace pour la diffusion de données.

Cette solution est choisie pour ses avantages qui consistent à une mise en œuvre qui est plus rapide et plus abordable que celle des canaux de transmission terrestre, ainsi que sa disponibilité partout.

Nous avons créé un réseau VSAT sous deux plateformes Comtech et iDirect qui se différencient dans la configuration :

- Pour la plateforme Comtech nous avons effectué des configurations au niveau du modem satellitaire directement
- Pour la plateforme iDirect nous avons utilisé l'application iVantage pour pouvoir configurer le modem satellitaire au niveau du HUB

Puis on est passé à l'étape commune de ces deux plateformes qui est le pointage de l'antenne de la station VSAT vers le satellite Alcomsat-1

Ces stages nous ont été instructifs et nous ont permis d'enrichir nos connaissances relatives aux domaines de télécommunications et réseaux ainsi que ce mémoire nous a permis d'acquérir des bases sur les conceptions des réseaux SATCOM et les réseaux mobiles et comprendre le principe de leurs fonctionnement.

Références bibliographiques

- [1] C. Meghouch, N. Mebarki, « Conception d'une application de gestion d'indicateur de performance dans les réseaux UMTS », PFE, Université M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES, 2015
- [2] C. Demoulin, M. Van Droogenbroeck « Principe de base du fonctionnement du réseau GSM » revue de l'AIM p.3-18 N°4 ,2004
- [3] ZNATY, « Global System for Mobile Communications Architecture, Interfaces et Identités », document PDF, 2008.
- [4] S.C.MAHAMAT et I.A.R.BAWA, "Optimisation des réseaux GSM pour la migration vers l'UMTS", PFE, Promotion IGE 25, Institut des Télécommunications Abdelhamid, Bousouf d'Oran, soutenu Juin 2005.
- [5] P.Brisson, P.Kropf « Global system for mobile communication GSM » the international engineering consortium
- [6] https://www.technologuepro.com/gsm/chapitre_2_GSM.htm; Consulté le 7/11/2019
- [7] POLY, JL Langlois sur GSM, document PDF
- [8] D. Nussbaum, le débit des téléphones portables : de la 1G à la 4G, 2015
- [9] R. Kimball, M. Ross, « The Data Warehouse Toolkit: The Complete Guide to Dimensional Modeling », John Wiley & Sons, April 26, 2002.
- [10] P. Beaufils et al. , "Réseaux 4G technologies et services", hermes science, novembre 2008
- [11] L. CHIHI, « Migration d'un réseau mobile 3G vers le 4G », PFE, Université Virtuelle, Tunisie, 2014
- [12] <http://wikimemoires.net/2013/07/evolution-lte-architecture-de-lte-et-interface-radio/>
Consulté le 6/9/2019
- [13] H. BOUCHENTOUF, R. BOUDGHENE STAMBOULI, « Etude des performances des réseaux 4G (LTE) », PFE, Faculté de technologie, Université Abo Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie, 2013.
- [14] B. Yannick, H. Éric, W. François, "LTE et les réseaux 4G" ISBN : 978-2-212-12990-8, Groupe Eyrolles, pages. 41-300, 2012
- [15] H. Tounsi, « Optimisation de la couverture radio du réseau 4G de Tunisie Telecom », PFE, Université Virtuelle de Tunis, 2015
- [16] A. KHOBZAOUI, B. CHAIB, « Planification d'un réseau 4 G en zone urbaine », PFE, Université Abderrahmane Mira, Bejaia, Algérie, 2015

- [17] T.Chonavel, L.Deneire, « Etude des performances des techniques d'accès multiple soumises au bruit de phase », Rapport de thèse, Lille, 2006
- [18] J.G.Andrews, 2007. Fundamentals of WiMAX : Understanding Broadband Wireless Networking. ISBN : 0132225522, Prentice Hall PTR, Pages : 496.
- [19] T.AISSAOUI, R.BOUGHANEM, « Optimisation de la couverture dans le Réseau 3G », PFE, Université Abderrahmane Mira, Bejaia, Algérie, 2014
- [20] S.DAS, satellite communication, ECE, 7th SEM GITA, BBSR
- [21] M.Nimbe, Formation VSAT url <https://fr.slideshare.net/deombanzulu/formation-vsatt> consulté le 15/9/2019
- [22] M.L.Boucenna, « télécommunication spatial », cours Master 2 systèmes des télécommunications, université Akli Mohaned Oulhedj, Bouira, Algérie, 2019
- [23] <https://www.radartutorial.eu/07.waves/pic/radarfrequencies.print.png> consulté le 6/9/2019
- [24]https://www.memoireonline.com/01/12/5204/m_La-telephonie-par-la-VSAT-Very-Small-Aperture-Terminal---IASECNA-Agence-pour-la-Securite22.html consulté le 2/10/2019
- [25] N.Jagham, « Performances des applications IP dans les systèmes de communications par satellite : cas du DVB-RCS et du DVB-S2 », thèse de doctorat, L'université Paris-Est Marne-La-Vallée, 2008
- [26] <https://ieeexplore.ieee.org/document/6115907> consulté le 15/10/2019
- [27] <http://read.pudn.com/downloads163/doc/fileformat/744794/dvb-s2.pdf> Consulter le 16/11/20
- [28] <https://www.comtechefdata.com> Consulté le 6/8/2019
- [29] www.idirect.net Consulté le 6/8/2019
- [30] <http://www.satsig.net/idirect.htm> consulter le 8/9/2019
- [31]<https://www.idirect.net/products/series-15100-universal-satellite-hub-5if-20-slot/> Consulté le 17/11/2019
- [32] B.ACHOUR, K.OULD DRIS, « Implémentation d'un service voix IP VSAT/iDirect », PFE, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou ,2014
- [33]<https://isotropic.network/uhp-networks-satellite-uhp-vsatt-platform/uhp-networks-satellite-uhp-nms/>; Consulté le 26/10/2019.

ملخص

نظام VSAT هو أحد أنظمة الاتصالات الساتلية. يتكون من جزأين ، الجزء الفضائي للقمر الصناعي والجزء الأرضي للمحطات الأرضية. نظام VSAT هو تقنية تتيح نقل البيانات بسرعات عالية. بالنسبة لمشغلي شبكات الهاتف النقال ، ولتقليل تكلفة تركيب البنى التحتية إلى أدنى حد ممكن ، تعد هذه التكنولوجيا حلاً مناسباً لتغطية المناطق النائية للغاية (مثل الصحراء الجزائرية). تتيح هذه التغطية إنشاء تهجين بين شبكة الهاتف المحمول والشبكة الساتلية. الهدف من هذا العمل هو دراسة استخدام VSAT iDirect و VSAT comtech لتغطية المناطق النائية للغاية. تسمح لنا هذه الدراسة بالقيام بالمبادرات وتقييم البحوث العلمية.

الكلمات المفتاحية: VSAT iDirect؛ VSAT comtech؛ شبكة الهاتف المحمول؛ شبكة ساتلية

Résumé

Le système VSAT est l'un des systèmes de télécommunication satellitaire. Il est constitué par deux parties, une partie spatiale concerne le satellite et une partie terrestre concerne les stations terrestres. Ce système est une technologie qui permet le transfert de données à des débits élevés. Pour les opérateurs de la téléphonie mobiles et afin de minimiser le coût de l'installation des infrastructures, cette technologie est une solution adéquate pour la couverture des régions très éloignées (tel que le Sahara Algérien). Cette couverture permet de créer une hybridation entre le réseau téléphonique mobile et le réseau satellitaire.

L'objectif de ce travail de Master consiste à étudier l'utilisation de VSAT iDirect et VSAT comtech pour la couverture des régions très éloignées. Cette étude nous a permis de prendre des initiatives et de faire le point sur la recherche scientifique.

Mots clés : VSAT iDirect; VSAT comtech; Réseau téléphonique mobile ; Réseau satellitaire.

Abstract

The VSAT system is one of the satellite telecommunications systems. It is made up of two parts, a spatial part concerns the satellite and a terrestrial part concerns the earth stations. This system is a technology that allows data transfer at high speeds. For mobile operators and in order to minimize the cost of installing infrastructure, this technology is an adequate solution for covering very remote regions (such as the Algerian Sahara). This coverage makes it possible to create a hybridization between the mobile telephone network and the satellite network.

The objective of this Master thesis is to study the use of VSAT iDirect and VSAT comtech for the coverage of very remote regions. This study allows us to take initiatives and to take stock of scientific research.

Keywords: VSAT iDirect; VSAT comtech; Mobile telephone network; Satellite network.