



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'INFORMATIQUE

Mémoire

de fin d'études

En vue d'obtention d'un diplôme de master 2 en RMSE

Thème

*La mise en œuvre d'un système VSAT sous la
plateforme iDirect et implémentation
d'un système de visioconférence*



Réalisé par : AIBOUD Hocine
HAMDJ Djamel

Encadré par : DJAMAH Baouze
MAHMOUDI Azeddine

2012/2013

Remerciements

Nous remercions de prime abord DIEU le Tout-Puissant qui nous a donné la force, la volonté et le courage pour accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles : la famille HAMDI et AIBOUD ainsi notre promoteur, Monsieur DJAMAH Baouze et

le co-promoteur MAHMOUDI Azeddine pour nous avoir encadrés durant cette année, ainsi que pour leurs conseils judicieux.

Que les membres du jury trouvent ici nos plus vifs remerciements pour avoir accepté d'honorer par leur jugement notre travail.

Un grand merci aussi à toute personne qui de près ou de loin a contribué à ce que ce modeste travail voit le jour.

Le sommaire

Chapitre I

1. Introduction	1
2. Notion sur les satellites	1
2.1.Définition.....	1
2.2.Architecture d'un satellite.....	2
2.2.1. La structure d'un satellite	2
2.2.2. Les fonctions utiles.....	2
2.3.Les orbites.....	4
2.3.1.Définitions	4
2.3.2.Les différentes orbites autour de la terre	5
2.3.3.Les orbites géostationnaires.....	5
3. Architecture d'un système de communication par satellite.....	6
3.1. Le secteur spatial.....	6
3.2. Le secteur terrien.....	6
3.2.1. La parabole	7
3.2.2. LNB et BUC	7
3.2.3. Tuner	8
4. Topologies des réseaux satellites.....	8
4.1. Réseau point à point	8
4.2. Réseau étoilé	9
4.3. Réseaux LEO et transmissions inter satellitaires	10
5. Les bandes de fréquences	10
5.1. Bande de Fréquence bande-C	10
5.2. Bande de fréquence bande-KU	10
5.3. Bande de fréquence bande-L	11
5.4. Fréquences Ka, X-Band.....	11
6. Les techniques utilisées pour les transmissions	11
6.1.Les modes de liaisons	11
6.2.La transmission des signaux en bande de base	11
6.3.Les signaux radioélectriques	11
7. La technique de partage du support	12
8. Les politiques d'accès aléatoire.....	12
8.1.La technique ALOHA	13
8.1.1. ALOHA en tranches ou discrétisé.....	13
8.1.2. ALOHA avec réservation.....	13
9. Modulation	13
10.1Modulation numérique	13
10. Les contraintes des solutions satellites	14
10.1. La couverture	14
10.2. Gestion de la bande passante	15
10.3. Le délai	16
11 Conclusion	17

Chapitre II

1. Introduction	18
2. Présentation de la technologie VSAT.....	18
3. Organisation du système satellite VSAT	18
4. Gestion de la bande passante	19
5. Le principe global des VSAT	19
6. Les composants du Réseau VSAT	19
6.1.L'unité extérieure (ODU)	20
6.2.L'unité intérieure (UDI)	20
7. Les applications	21
8. Le système de gestion de VSAT	22
8.1.La fonction de gestion	22
8.2.La fonction de supervision et de contrôle.....	23
9. Puissance apparente rayonnée (PIRE)	23
10. Les topologies VSAT	23
10.1. Topologie en point a point.....	24
10.2. Topologie en étoile.....	24
10.3. Topologie maillée.....	25
10.4. Topologie hybride.....	26
11. Les avantages et les inconvénients de la technologie VSAT.....	26
11.1. Les avantages.....	26
11.2. Les inconvénients.....	27
12. Conclusion.....	27

Chapitre II

1. Introduction	28
2. Historique	28
3. Accès Internet Satellite iDirect.....	29
4. Les technologies DVB-S et DVB-S2	29
4.1.DVB-S	29
4.2.DVB-S2	30
4.3.Etude comparatif entre DVB-S et DVB-S2.....	30
5. Modèle protocole Interconnexion Open Source	30
6. Les types de données.....	32
7. TCP/IP adapté au satellite	32
8. Les données IP dans un réseau i-Direct	33
9. TCP/UDP dans un réseau iDirect.....	33
9.1.UDP.....	33
9.2.TCP.....	33
9.2.1. Les limites du protocole TCP sur satellite.....	34
9.2.2. TCP et son adaptation aux communications par satellite.....	34
9.2.2.1.Modification des paramètres de TCP.....	34
9.2.2.2.Les Proxies.....	35

9.2.2.3.Accélération TCP	36
10. Fiabilité et Affaïsement Pluie	37
10.1. Questions de Performance.....	37
10.2. Fiabilité.....	37
10.2.1 Code Correcteur d'Erreurs (FEC).....	37
11. iDirect pour l'image et VoIP	38
12. Puissance du signal et Affaiblissement Pluie	38
13. Qualité de Service (QoS) dans iDirect	39
13.1Niveaux de service	40
13.2Concepts de Communication SAR.....	41
13.3Débit Minimal Garanti.....	41
13.4Collision de Bande passante	42
14 Conclusion.....	42

Chapitre IV

1. Introduction	43
2. Historique	43
3. La visioconférence et la visiophonie.....	43
3.1.La visioconférence	43
3.2.La visiophonie	44
4. Les concepts de la visioconférence	44
4.1.Notion de point	44
4.2.Les modes d'utilisation de la visioconférence.....	44
4.2.1. Le Mode point à point.....	44
4.2.2. Le broadcast ou mode diffusé	45
4.2.3. Le mode multipoints	45
5. Les champs d'applications de la visioconférence.....	45
5.1.Le e-Learning.....	46
5.2.Médecine	46
5.2.1. La télémédecine.....	46
5.2.2. La télésanté.....	46
5.3.En entreprise	46
5.4.La recherche.....	47
5.5.Grand publique.....	47
6. Le streaming	47
6.1.Les Protocoles utilisés	47
6.1.1. Le RTSP(Real-Time Streaming Protocol)	47
6.1.1.1.Fonctionnalités de RTSP.....	47
7. Transmission à travers un réseau	49
7.1.Compression/décompression vidéo, audio (Codecs)	49
7.2.Les normes.....	50
7.2.1. Les normes audio.....	50
7.2.2. Les normes vidéo.....	50

7.2.3. les normes de contrôle et signalisation	51
8. Les protocoles de la visioconférence.	51
8.1.H.323 et SIP.....	51
8.1.1. Le protocole H.323	52
8.1.2. Famille de protocoles H.323	53
8.1.3. Fonctionnement	55
8.2.Le protocole SIP	57
8.2.1. Fonctionnement	58
8.2.2. Exemple de communication avec le protocole SIP	59
8.2.3. L'utilisation de Registrar	59
8.2.4. Inconvénients et avantages.....	60
8.3.Comparaison de H.323 et SIP.....	60
9. les équipements et les logiciels de la Visioconférence	61
9.1.Les équipements.....	61
9.1.1. Les Salles équipées	61
9.1.2. l'équipement sur Pc	61
9.1.3. les téléphones adaptés à la visioconférence (Visiophones)	61
9.1.4. Les périphériques mobiles	62
9.2.Les logiciels	62
10. Les avantages et les inconvénients de la visioconférence.....	62
10.1. Avantage.....	62
10.2. Inconvénient.....	62
11. Conclusion.....	63

Chapitre V

I. Introduction	64
II. Présentation des équipements VSAT et HUB	64
1. Présentation du HUB	64
1.1.Serveur protocole processeur (PP).....	67
1.2. Serveur de Gestion de Réseau (NMS)	68
1.3.Routeur (Upstream)	70
1.4. Châssis Hub iDirect 15000 (5IF/20 Slot)	64
1.5.Système d'Acquisition de Données Ethernet (EDAS).....	65
1.6.Carte d'acquisition.....	66
1.6.1. HLC NM II+	66
2. Équipements client	70
II. Les Equipements de visioconférence	72
1. Le Codian MSE 80000	72
2. La camera VSX 6000 72	72
IV. La simulation	73

1. Plan de la simulation.....	73
2. Architecture de la simulation.....	74
3. Partie I : interconnexion de deux sites distants	74
3.1. Côté Hub.....	74
3.1.1. Choisir un satellite	74
3.1.2. Choisir un réseau et une topologie	75
3.1.3. Ajouter les terminaux	76
3.1.3.1. Le client UMMTO.....	76
3.1.3.1. Le client DJ-AIB	80
3.2. Côté Client.....	81
3.2.1. Mise à jour du routeur	81
3.2.2. Injection du « option file » dans le routeur.....	83
3.2.3. Installation du VSAT	84
3.2.3.2 Alignement de l'antenne.....	84
3.2.3.3. Test de connectivité.....	86
4. Partie II : Implémentation et gestion d'une visioconférence entre les deux sites	88
4.1. Création et configuration de la visioconférence	88
5. Conclusion	91

Liste des figures

Chapitre I

Figure1 : Image d'un satellite dans l'espace.....	1
Figure 2 : Structure d'un satellite.....	2
Figure 3 : Apogée, périgée et inclinaison	4
Figure 4 : Les différentes orbites.....	5
Figure 5 : Orbites géostationnaires.....	5
Figure 6 : La parabole.....	7
Figure 7 : LNB et BUC	8
Figure 8 : Topologie point à point.....	9
Figure 9 : Topologie étoilé.....	9
Figure 10 : Topologie de transmissions inter satellitaires	10
Figure11 : Les couvertures satellites selon leur distance de la terre.....	14
Figure 12 : Couverture INTELSAT IS905 335° EST (Bande C)	15

Chapitre II

Figure1 : Architecture d'une plateforme VSAT	18
Figure2 : Illustration fonctionnement d'accès à la bande passante VSAT.....	19
Figure 3 : Composants du réseau VSAT	20
Figure : les différentes fonctionnalités fournies le système VSAT.....	22
Figure 5 : La topologie point a point	24
Figure 6 : la topologie en étoile.....	25
Figure 7 : La topologie maillée	25
Figure 8 : La topologie Hybride	26

Chapitre III

Figure 1 : Architecture du modèle OSI.	38
Figure 2 : Implantation des proxies PEP sur une liaison satellite	35
Figure 3 : Accélération TCP/IP	36
Figure 4 : Accélération http web	37
Figure 5 : les différentes trames selon le taux de FEC.	39
Figure 6 : Schéma qui illustre le concept Qos.....	40
Figure 7 : Schéma du concept de communication SAR.	49

Chapitre IV

Figure 1 : schéma du mode points à point	44
Figure 2 : schéma de mode diffusé.....	45
Figure 3 : schéma du mode multipoint	45
Figure 4 : fonctionnement du protocole RSTP	48
Figure 5 : couche et famille de protocole H323	55
Figure 6 : fonctionnement H323 en mode point a point.....	56
Figure 7 : fonctionnement H 323 avec un Gatekeeper	56
Figure 8 : fonctionnement H3213 avec un MCU	57
Figure 9 : Couches et familles de protocole SIP.	58
Figure 10 : schéma de communication SIP	59

Chapitre V

Figure 1 : Les éléments du Hub iDirect.....	64
Figure 2 : Châssis Hub Idirect 15000	65
Figure 3 : image EDAS	65
Figure 4 : une carte d'acquisition HLC NM II+.....	66
Figure 5 : Serveur protocole processeur	67
Figure 6 : schéma complet d'un Hub iDirect.....	69
Figure 7 : Routeur Cisco 2800	70
Figure 8 : Routeur iDirect 5100.	70
Figure 9 : Polycom VSX 6000	72
Figure 10 : Codian MSE 8000.....	72
Figure 11 : architecture générale de la simulation.	74
Figure 12 : INTELSAT IS901 342° EST (Bande Ku)	75

Figure 13 : fenêtre du choix d'un réseau satellite.....	75
Figure 14 : fenêtre d'information du Routeur UMMTO	76
Figure 15 : Fenêtre de paramètres IP.....	77
Figure 16 : Fenêtre des paramètres de Qos.....	77
Figure 17 : Fenêtre des paramètres de géo-localisation.....	78
Figure 18 : fenêtre des paramètres VSAT.....	78
Figure 19 : Génération du fichier de configuration	79
Figure 20 : fichier de configuration du Routeur UMMTO	79
Figure 21 : Fenêtre des paramètres d'informations du « DJ-AIB ».....	80
Figure 22 : fenêtre des paramètres de configuration IP « DJ-AIB ».....	81
Figure 23 : Fenêtre de téléchargement de mise à jour.....	82
Figure 24 : Fenêtre de fin de mise à jour.....	82
Figure 24 : Fenêtre d'injection de fichier de configuration.....	83
Figure 25 : Antenne VSAT	83
Figure 26 : Fenêtre de pointage de l'antenne.....	84
Figure 27 : Fenêtre la polarisation croisée.....	85
Figure 28 : La réception de la porteuse en H	85
Figure 29 : La réception de la porteuse en V	85
Figure 30 : Teste de ping entre les sites.....	86
Figure 31 : les graphes de teste ping.....	86
Figure 32 : Les graphes de transfert TCP.....	87
Figure 33 : Les graphes de transfert UDP.....	87
Figure 33 : fenêtres des paramètres de la visioconférence.....	88
Figure 34 : Fenêtre de la création de la conférence.....	88
Figure 35 : fenêtre de création de la visioconférence «UMMTO soutenance ».....	89
Figure 36 : Fenêtre d'appel, d'ajout, suspension des participants.....	90
Figure 37 : Fenêtre de contrôle du microphone.....	90

Liste des tableaux

Tableau 1 : différentes orbites autour de la terre	4
Tableau 2 : Les paramètres de comparaison de DVB-S et DVB-S2.....	30
Tableau 4 : norme audio	50
Tableau 5 : norme vidéo	50
Tableau 6 : Normes de contrôle et signalisation.....	51
Tableau 7 : Famille de protocoles H.323.....	54
Tableau 8 : Requête d'envoi du protocole SIP	58
Tableau 9 : Requête de réponse SIP.....	59
Tableau 10 : comparaison H.323 et SIP	60

Liste des acronymes

ACK	Acknowledgment.
ACM	Adaptive Coding and Modulation .
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line.
AH	Authentication Header.
BE	Best Effort.
BoD	Bandwidth on Demand.
BPSK	Binary Phase Shift Keying.
BER	Bit Error.
BUC	Block up converter.
CW	Cleat Wave
CCM	Constant Coding and Modulation.
CDMA	Carrier Dense Multiple Access.
CIR	Committed Information Rate.
DVB-S2	Digital Video Broadcasting - Satellite 2.
DAMA	Dynamic Assignment Multiple Access.
DES	Data Encryption Standard.
Diffserv	Differentiated Services.
DVB-S	Digital Video Broadcasting – Satellite.
EDAS	Ethernet Data Acquisition System.
FDMA	Frequency Division Multiple Access.
FTP	File Transfer Protocol.
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol.
FEC	Forward Error Correction .
FAMA	Fixed Assignment Multiple Access.
GQOS	Groupe Qos.
HLC	line card.
IETF	Internet Engineering Task Force.
Intserv	Integrated Services.
IP	Internet Protocol.
IPsec	IP security.

IF	Intermediary frequency
ICMP	Internet Control Message Protocol.
ITU	International Telecommunication Union.
LAN	Local Area Network.
LEO	Low Earth Orbit.
LNB	Low Noise Block.
MAC	Media Access Control.
MEO	Middle Earth Orbit.
MF-TDMA	Multi Frequency Time Division Multiple Access.
MPEG-TS	Moving Picture Expert Group - Time Slot.
MTU	Maximum Transfer Unit.
MCU	Multipoint Control Unit .
MC	Multipoint Controller.
MP	Multipoint Processor.
MCPC	Multi-Channel Per Carrier.
NMCC	Network Management and Control Center
NAT	Network Address Translation.
NMS	Network Management Server.
NCC	Network Control Center.
OSI	Open Systems Interconnections.
PAD	Packet Assembly and Deassembly.
PAT	Program Association Table.
PDU	Packet Data Unit.
PEP	Performance Enhancement Proxy.
PER	Packet Error Rate.
PID	Packet Identifier.
PSTN	Public Switched Telephone Network.
PP	Protocol processes.
PEP	Performance Enhancement Proxies.
QoS	Quality of Service.
QPSK	Quadrature Shift Phase Keying.
RTO	Retransmission Time Out.
RTP	Real Time Protocol.

QPSK	Quaternary Phase Shift Keying.
RTCP	Real-Time Control Protocol.
RTSP	Real-Time Streaming Protocol.
RSVP	Resource ReSerVation Protocol.
RF	Radio frequency
RTP	Real Time Protocol.
RTT	Round Trip Time.
SCPC	Single Channel Per Carrier.
SAC	Satellite Access Control Descriptor.
SACK	Selective Acknowledgment.
SAR	Segmentation And Reassembly.
SIP	session Initiation Protocol.
SLA	Service Level Agreement.
SYNC	Synchronisation Burst.
TCP	Transport Control Protocol.
TCT	Time Slot Composition Table.
TDM	Time Division Multiplex.
TDMA	Time Division Multiple Access.
TPC	Turbo Product Codes.
TT&C	Tracking, Telemetry and Command.
ToS	Type of Service.
TCC	Turbo Convolutional Codes.
UDP	User Datagrams Protocol.
UMTS	Unified Mobile Telecommunication System.
UPC	Uplink Power Control.
VLAN	Virtual Local Area Network.
VoD	Video on Demand.
VoIP	Voice over IP.
VPN	Virtual Private Network.
VSAT	Very Small Aperture Terminal.
VRS	Viterbi, Reed Solomon.

Organisme d'accueil

- **Présentation :**

Opérateur historique de Télécommunications, ALGERIE TELECOM a plus de 30 ans d'expérience et de présence sur tout le territoire national dans le domaine des télécommunications par satellite. En juillet 2004, ALGERIE TELECOM a lancé une nouvelle structure dénommée ALGERIE TELECOM SATELLITE (ATS) ayant un statut de direction générale en attendant sa filialisation.

Le 29 JUILLET 2006 la filiale dénommée ATS ReVsat est créée sous la présidence de Mr **MAACHE Mahieddine** en qualité de Président Directeur Général ; cet événement qui constitue un des axes les plus importants de la stratégie globale de développement d'ALGERIE TELECOM a été célébré sous le haut patronage de Monsieur le Ministre des technologies de l'information et de la communication.

Le satellite étant l'Instrument privilégié des télécommunications, 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.

Cette technologie constitue l'activité principale d'Algérie Télécom Satellite qui dispose de compétences techniques et managériales capable d'assurer les études, les installations et la maintenance des équipements et accompagner les entreprises et administrations dans le développement de leurs réseaux.

L'organisation d'Algérie Télécom Satellite comprend une direction générale avec six Directions Centrales autour d'une Direction Générale et sept Directions Régionales (ALGER, ORAN, OUARGLA, BECHAR, SETIF, CONSTANTINE et ANNABA) ainsi qu'un téléport à LAKHDARIA .

- **Mission :**

Soucieuse de participer à l'émergence d'une société tournée vers le futur, ALGERIE TELECOM SATELLITE entend profiter des retombées les plus récentes des technologies de l'information et de la communication. Ouvrant les portes de ce futur, la solution satellite permet de faire évoluer les systèmes d'information, de communication et de transmission de données à faible moyen et haut débit.

ALGERIE TELECOM SATELLITE accompagne les entreprises et administrations dans le développement de leurs réseaux. Ses objectifs sont les suivants :

- Assurer en permanence le recueil des indicateurs permettant de mesurer la qualité du service afin d'améliorer la satisfaction des clients,
- Anticiper, cerner et suivre l'évolution de la demande du marché,

- Initier l'acquisition et l'adjonction de technologies nouvelles en réponse aux besoins de la clientèle, à partir de la demande du marché et de la veille technologique,
- Promouvoir, commercialiser, assurer le service après vente et la mesure de la satisfaction clientèle,
- Etablir, développer, exploiter les réseaux de télécommunications par satellite (Intelsat, Inmarsat, Vsat, GMPCS ...) dans le respect des normes et des règles internationales,
- le transport et l'acheminement des communications nationales et internationales dans le respect des règles définies par le règlement international des télécommunications ainsi que par les accords internationaux dans le cadre des accords d'exploitation avec les fournisseurs de services et les organisations internationales de communication par satellites (GMPCS, Intelsat, Inmarsat, Arabsat, UIT).

- **Solution :**

ALGERIE TELECOM SATELLITE met à la disposition de ses clients un système de communication fiable et une équipe technique compétente pour assurer l'étude, l'installation et le service après vente de ses solutions :

- **VSAT**

Le besoin de connexions bidirectionnelles haut débit (Internet , transferts de grandes quantités de données, réseaux VPN , ...) se fait de plus en plus pressant, aussi bien dans les pays développés, notamment en milieu rural, que dans les pays en développement, dont les infrastructures de télécommunication au sol sont peu développées, en complément des solutions sol (réseaux téléphoniques, câbles en fibres optiques, réseaux radio) quand elles existent, ou comme solutions de bases lorsqu'il serait trop coûteux d'installer des infrastructures câblées.

VSAT signifie Very Small Aperture terminal et fait référence à des terminaux d'émission/réception sur différents sites connectés à un téléport par le biais d'un satellite géostationnaire et utilisant des antennes de petit diamètre (0.6 à 3.8 m). Cette technologie est une solution économique pour des entreprises cherchant à relier des sites dispersés géographiquement, plusieurs solutions existent :

- **iDirect** : La solution de type IPoVSAT d'iDirect est basée sur l'expérience de Schlumberger dans le monde des Services Pétroliers.
- **SCPC système symétrique** : solution utilisée depuis plusieurs années en Algérie, d'une grande fiabilité et d'une grande facilité d'utilisation puisqu'elle offre des accès de téléphonie en SCPC et les transmissions de données.
- **DVB-RCS** : Une norme qui permet une connexion bidirectionnelle à haut débit, elle offre les services suivants: L'Accès Internet à haut débit, La téléphonie sur IP (Voice Over IP), La vidéoconférence, Les transferts de données, La télémédecine, Le Téléenseignement, Les réseaux privés, L'accès aux VPN ou réseaux privés virtuels.

➤ **GMPCS**

■ **THURAYA** : le mobile satellitaire permet une couverture des 2/3 du globe, (Téléphonie, télécopie, SMS, transfert de données).

➤ **GPS**

■ **SVTS** : Un système qui assure la visualisation, localisation et la gestion de toute une flotte de véhicules.

➤ **INTERCONNEXIONS**

■ **INTELSAT** : Pour les régions de l'Océan Atlantique et l'Océan Indien.

■ **ARABSAT** : Pour les pays Arabes.

■ **DOMSAT** : Avec plus de 40 stations terriennes numérisées sur le Territoire National.

■ **TELEGLOB** : Pour le CANADA.

ATS

SATELLITE INFORMATION



Introduction générale



La seconde guerre mondiale favorise l'essor de deux techniques très éloignées : les missiles et les micro-ondes. La maîtrise atteinte ultérieurement dans l'utilisation conjointe de ces deux techniques ouvre l'ère des télécommunications par satellites.

L'ère spatiale débute en 1957 avec le lancement du premier satellite artificiel, le satellite russe Spoutnik. En 1965, le premier satellite de télécommunications est placé en orbite. Après 35 ans de perfectionnements, les satellites ont en charge les transmissions d'un tiers du trafic vocal mondial, et la plupart des signaux de télévision qui transitent entre les pays. Ainsi avec l'apparitions de la technologie VSAT et développement de la plate forme iDirect qui ont amélioré considérablement les communications par satellite, l'heure est venue pour la révolution de la visioconférence via satellite.

Ce mémoire s'intègre justement dans un cadre qui consiste à mettre en œuvre un système VSAT sous la plateforme iDirect et implémenter un système de visioconférence.

Pour cela nous avons reparti notre travail sur cinq chapitres comme suit :

- ❖ **Chapitre I :** intitulé « *Les généralités sur les transmissions par satellite* » dans lequel on a présenté quelques notions fondamentales sur les satellites, architecture d'un système de communication par satellite enfin, les inconvénients des transmissions par satellite.
- ❖ **Chapitre II :** intitulé « *La technologie VSAT* » dans ce chapitre on a défini le principe global de la technologie VSAT, les composants d'un réseau VSAT, les topologies et enfin les avantages et les inconvénients de cette technologie.
- ❖ **Chapitre III :** intitulé « *La plate forme iDirect* » dans lequel on a présenté les technologies DVB-S et DVB-S2, TCP/IP dans le réseau iDirect, fiabilité et affaiblissement pluie ainsi, collision de bande passante.
- ❖ **Chapitre IV :** intitulé « *La visioconférence* » dans lequel on a présenté les concepts de bases de la visioconférence, les champs d'application, les protocoles de la visioconférence, les équipements et logiciels nécessaires et enfin, les avantages et les inconvénients de cette dernière
- ❖ **Chapitre V :** intitulé « *La simulation d'un cas pratique* » dans lequel on a présenté les différents équipements et logiciels utilisés tout au long de la réalisation de notre application à savoir le Hub, le routeur iDirect 5100, iBuilder, iSite, iMonitor, camera VSX 6000, le codian 8000, ainsi que la description de l'application illustrée par quelques captures.



Chapitre I :
***Généralités sur les transmissions
par satellites***

1. Introduction

Les télécommunications par satellite constituent le moyen le plus performant de communiquer avec le monde entier et, de rapprocher les pays au sein de ce que l'on appelle le « village planétaire ».

Ce chapitre a donc pour vocation de présenter les concepts et les éléments clés dans l'appréhension des technologies satellites.

2. Notion sur les satellites

Avant de s'intéresser aux technologies satellites et VSAT en particulier, il est bon de rappeler quelques notions sur les satellites, leurs particularités et les contraintes de cette technologie. Tout d'abord précisons ce qu'est un satellite.

2.1. Définition

Un satellite peut être considéré comme un simple relais hertzien.



Figure1 : Image d'un satellite dans l'espace

Cependant, Il ne s'occupe pas de la compréhension des données qu'il reçoit ou qu'il doit retransmettre. Son rôle principal est de régénérer le signal qu'il a reçu et de le retransmettre amplifié à la station réceptrice.

2.2. Architecture d'un satellite

2.2.1. La structure d'un satellite

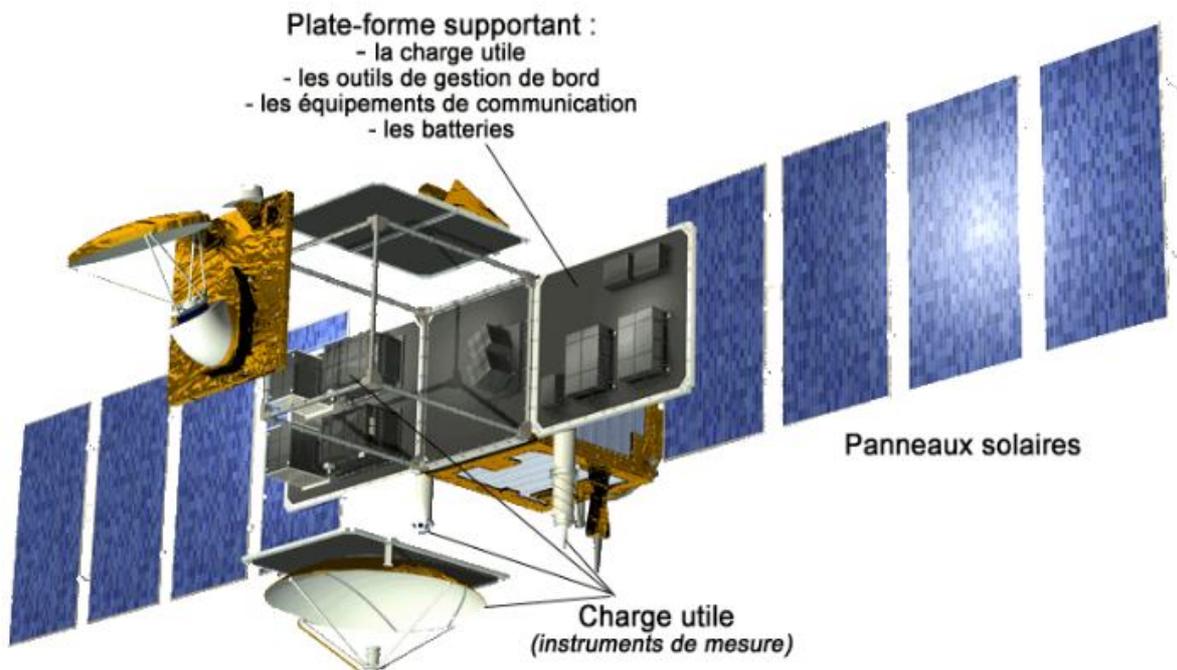


Figure 2 : Structure d'un satellite

Dans la structure d'un satellite on distingue deux parties principales:

- a) *La charge utile* : servant à l'observation, à la communication ou à toutes autres fonctions.
- b) *La plate forme* : composée de 5 sous systèmes permettant à la charge utile de fonctionner qui sont :
 - L'alimentation électrique
 - Le système de commande
 - Contrôle thermique
 - Le contrôle d'altitude et d'orbite et les équipements de propulsion
 - Les équipements de poursuite, de télémétrie et de télécommande (TT&C).

2.2.2. Les fonctions utiles

Les satellites de télécommunication comprennent plusieurs modules sont :

- a) *Le module de propulsion*

Regroupe le moteur de stabilisation avec ses réservoirs et ses tuyères.



b) Le module de service

Assure la télémétrie, la télécommande, le contrôle de l'altitude et de l'orbite au moyen de la liaison radio avec le sol. Il oriente les panneaux solaires de façon à obtenir la puissance maximale de l'alimentation. Il comprend la batterie pour la télécommande et l'alimentation pendant les éclipses du soleil. Il contrôle l'installation électrique et la température des principaux composants.

c) Le générateur solaire

Regroupe un grand nombre de cellules de silicium en fonction de la puissance du satellite. Il faut plusieurs dizaines de milliers de cellules pour obtenir la puissance souvent supérieure à 3kW en fin de vie. En effet les cellules reçoivent l'impact des microparticules à haute énergie provenant de l'espace ce qui diminue leur rendement.

d) Le module de communication

Il reçoit le signal de la Terre, le démodule, l'amplifie, le re-module sur des fréquences différentes et enfin, le dirige vers l'antenne d'émission.

e) Le module des antennes

Il est établi en fonction des zones à desservir. Il comprend : l'antenne de réception, la ou les antennes d'émission, l'antenne de télémétrie et de la télécommande.

Les deux cornets de l'antenne servent à la réception et à l'émission pour chacune des polarisations X et Y. Deux démultiplexeurs sont prévus pour chaque polarisation, l'un pour les canaux pairs, l'autre pour les canaux impairs.

Dans le cas d'un transpondeur à onze canaux, les canaux sont recombinaés au moyen de deux multiplexeurs de canaux adjacents, l'un pour six canaux en polarisation X, l'autre pour cinq canaux en polarisation Y. Les signaux sont dirigés vers les deux cornets alimentant l'antenne.

f) Le transpondeur

Les signaux captés sont réémis sur une fréquence différente, en général plus basse. Ce changement de fréquence entre les antennes de réceptions et d'émissions est assuré par le transpondeur, chargés également d'amplifier massivement le signal.

Un satellite dispose de plusieurs transpondeurs travaillant à des fréquences différentes dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Chaque transpondeur comporte une paire similaire de fréquences, car il doit y avoir une liaison montante et une liaison descendante, le satellite ne modifie pas la largeur de bande ou de modulation du signal, mais ne fait que traduire sa fréquence centrale et l'amplifie à la puissance correspondante pour la liaison descendante.

- Un seul transpondeur peut relayer jusqu'à 90 Mbps, permettant au transpondeur de transporter les données de plusieurs réseaux VSAT simultanément.

2.3. Les orbites

2.3.1. Définitions

- *Orbite* : trajectoire d'un corps céleste naturel ou artificiel ayant pour foyer un autre corps céleste.
- *Apogée* : le point le plus haut du satellite auquel sa vitesse est la plus lente.
- *Périgée* : Le point le plus bas du satellite auquel sa vitesse est la plus rapide.
- *L'inclinaison* : c'est l'angle formé entre le plan orbital et le plan équatorial.

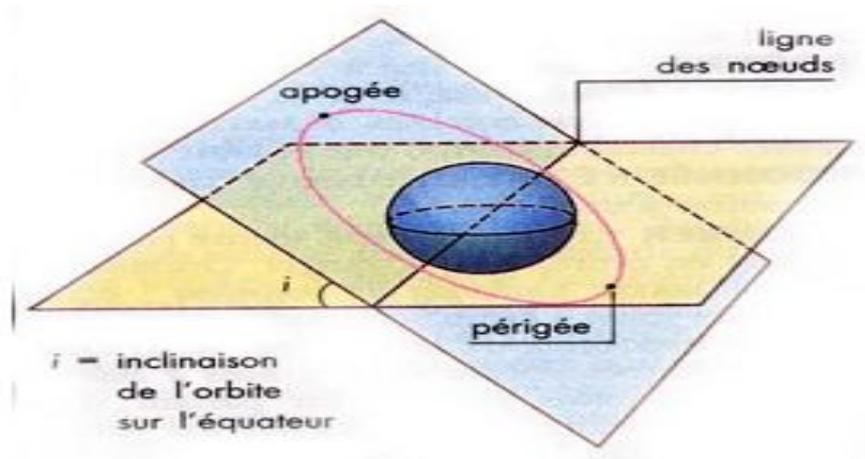


Figure 3 : Apogée, périgée et inclinaison

2.3.2. Les différentes orbites autour de la terre

Orbite autour de la Terre	Description	distance du sol
LEO	Low Earth Orbit (Orbite basse)	400 à 1000km
MEO	Medium Earth Orbit (Orbite moyenne)	10.000km
GEO	Geostationary Earth Orbit (Orbite géostationnaire)	36.000 km
HEO	Highly Elliptical Earth Orbit (Orbite elliptique perigee)	1000km apogée 40.000km

Tableau I.1 : différentes orbites autour de la terre

Le schéma ci-dessous présente à l'échelle les quatre types d'orbite que l'on rencontre dans les systèmes satellites.

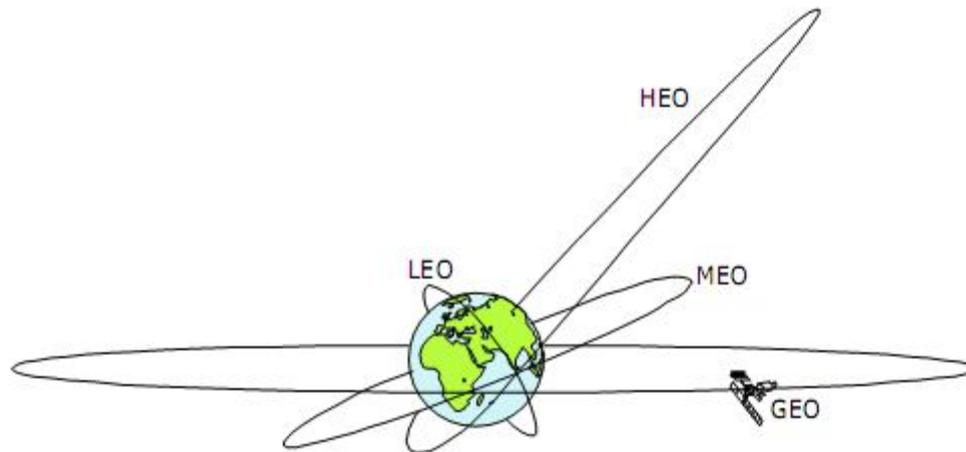


Figure 4 : Les différentes orbites

- Les orbites **LEO** et **MEO** sont qualifiées d'orbite à défilement car vu du sol, le satellite n'est visible que pendant quelques minutes à quelques heures.
- L'orbite **GEO** ou géosynchrone assure une parfaite immobilité du satellite vue du sol. Cette orbite est circulaire et s'effectue dans le plan de l'écliptique, c'est à dire contenant l'équateur terrestre
- L'orbite **HEO** est utilisée pour permettre aux zones polaires de bénéficier des avantages d'un satellite **GEO** alors que ces derniers sont trop proches de l'horizon : un satellite **HEO** peut conserver une position fixe dans le ciel pendant 8 heures ; avec 3 satellites sur la même orbite, on peut assurer un service quasi géostationnaire.

2.3.3. Les orbites géostationnaires

Les satellites à orbite géostationnaire constituent de loin les satellites les plus employés actuellement.

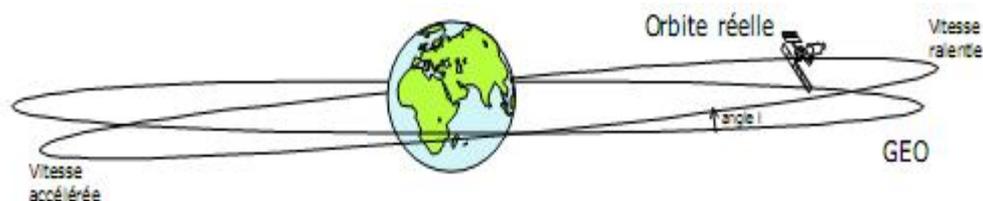


Figure 5 : Orbites géostationnaires

Placés au-dessus de l'équateur à 35 786 km d'altitude, ces satellites géostationnaires effectuent leur rotation en 23 heures 56 minutes et 4 secondes, durée qui correspond à la période de rotation de la Terre. Se déplaçant dans le même sens et à la même vitesse angulaire que le globe, ils apparaissent ainsi immobiles depuis le sol et peuvent couvrir instantanément une large surface équivalant environ à un hémisphère.

Comme les satellites géostationnaires conservent toujours la même position par rapport à la Terre, ils peuvent donc être associés à des antennes terrestres fixes. Ils présentent cependant l'inconvénient d'être situés bas sur l'horizon lorsqu'ils couvrent des zones éloignées de l'équateur : les signaux à transmettre, parcourant une plus grande distance, subissent des atténuations plus importantes et mettent plus de temps à arriver sur Terre (un quart de seconde ou plus).

On constate donc qu'il n'existe pas d'orbite idéale pour les systèmes de communication par satellites : le choix diffère selon les caractéristiques recherchées.

Les différentes particularités de l'orbite géostationnaire :

Le satellite géostationnaire a la particularité de rester fixe par rapport à un observateur terrestre. Pour ce faire, l'orbite aura plusieurs caractéristiques :

- *Orbite circulaire* : le foyer de l'orbite est le centre de la Terre. Le satellite est toujours à la même vitesse et à la même distance par rapport à la Terre. Dans ce cas, la notion de périhélie et d'apogée n'existe plus (périhélie = apogée).
- *L'orbite équatoriale* : un satellite en orbite équatoriale gravite directement au-dessus de l'équateur : son inclinaison est nulle.
- *Orbite synchrone* : le satellite est à 35786 km d'altitude. Sa période orbitale représente la période sidérale de la Terre, c'est-à-dire 23 heures 56 minutes et 4 secondes.

3. Architecture d'un système de communication par satellite

3.1. Le secteur spatial

Le secteur spatial est constitué du satellite lui-même, de l'ensemble des stations de contrôle au sol, c'est à dire les stations télémétrie et de télécommande appelées TT&C (Tracking, Telemetry and Command), ainsi que du centre de contrôle du satellite, où sont décidées toutes les opérations liées au maintien opérationnel, et où sont vérifiées les fonctions vitales du satellite.

3.2. Le secteur terrien

Les stations terrestres peuvent être de diverses échelles. Les grandes stations, dont les antennes paraboliques peuvent avoir jusqu'à 30 m de diamètre, permettent de collecter les communications d'une zone à un niveau international. Très onéreuses, elles sont réservées aux grands opérateurs. On développe maintenant des stations plus légères, les VSAT (Very Small Aperture Terminal), qui sont dotées d'antennes paraboliques d'1 m de diamètre. Accessibles à des entreprises et des particuliers en raison de leur coût relativement modeste.

Il se compose généralement des composants suivants :

3.2.1. La parabole

La parabole est un élément incontournable de la réception satellite. Comme pour une antenne de télévision, c'est elle qui capte le signal venant du satellite et qui le concentre vers le convertisseur. Plus une parabole est grande, meilleur est son gain. Par construction, la parabole n'a pas une forme parabolique mais ovale.



Figure 6 : La parabole

3.2.2. LNB et BUC

En réception satellite, le signal recueilli par l'antenne parabolique est trop faible pour pouvoir l'exploiter directement : il faut l'amplifier, c'est l'un des rôles du LNB nommé également tête de réception ou convertisseur. C'est un composant actif, contrairement à l'antenne terrestre qui est passive.

Le rôle de LNB est capital. Il recueille le signal dans une bande de fréquences, dont la fréquence centrale est à environ 12 GHz reçu par la parabole puis le convertit en une fréquence intermédiaire (BIS) d'environ 1 GHz. A cette fréquence les atténuations dans le câble de liaison sont moins importantes et le traitement des signaux par le récepteur s'en trouve facilité.

Un **Block Up Converter** (BUC) est un système utilisé pour l'émission des signaux satellite. Il convertit une bande des fréquences, d'une fréquence basse vers une fréquence plus élevée. Le BUC s'interface avec la parabole en permettant à un modem d'émettre sur la liaison montant vers un satellite donné.



Figure 7 : LNB et BUC

3.2.3. Tuner

C'est un appareil qui peut recevoir un signal en haute fréquences et le transformer en informations basses fréquences.

En réception satellite, il permet l'obtention des signaux audio, vidéo et données véhiculées par une onde porteuse, afin de restituer les données en un format pouvant être traitées par l'équipement récepteur (téléviseur, ordinateur ... etc) et vise versa en émission.

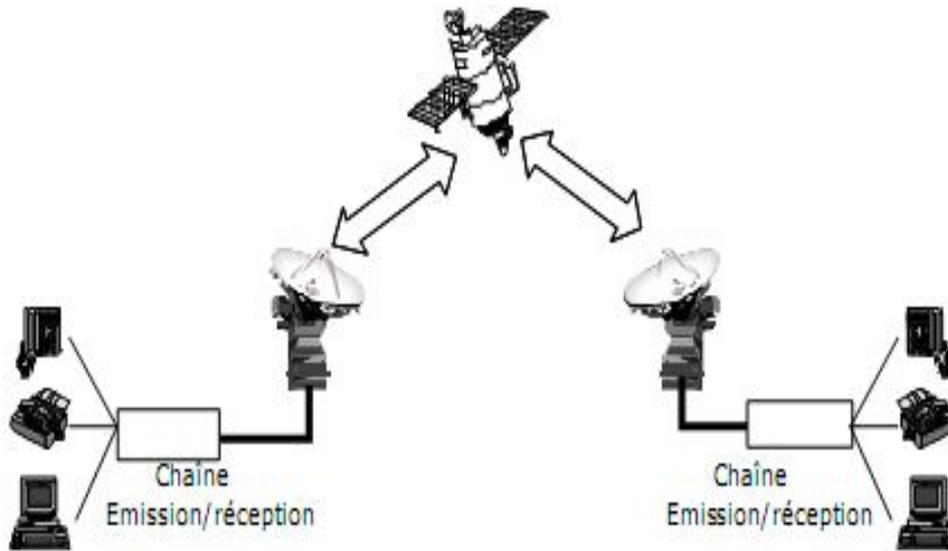
4. Topologies des réseaux satellites

Le terme topologie définit les types d'équipements physiques utilisés, leurs relations physiques et leur disposition géographique : satellites, émetteur, récepteurs, antennes...

Selon l'orbite utilisée, les services seront différents en terme de délai de transmission, de zone de couverture, de bande passante, de puissance, de taille des antenne.

4.1. Réseau point à point

Dans cette topologie, tous les types de services (Voix – données – Vidéo) peuvent être fournis, mais le point le plus délicat est le délai de transmission sensiblement plus long qu'avec un lien câblé à cause de la distance terre /satellite.



. **Figure 8** : Topologie point à point

4.2. Réseau étoilé

Le réseau étoilé est la topologie type pour la diffusion de données ou la diffusion de programmes télévisés. On peut l'utiliser pour diffuser des données personnalisées grâce aux débits importants dont on dispose.

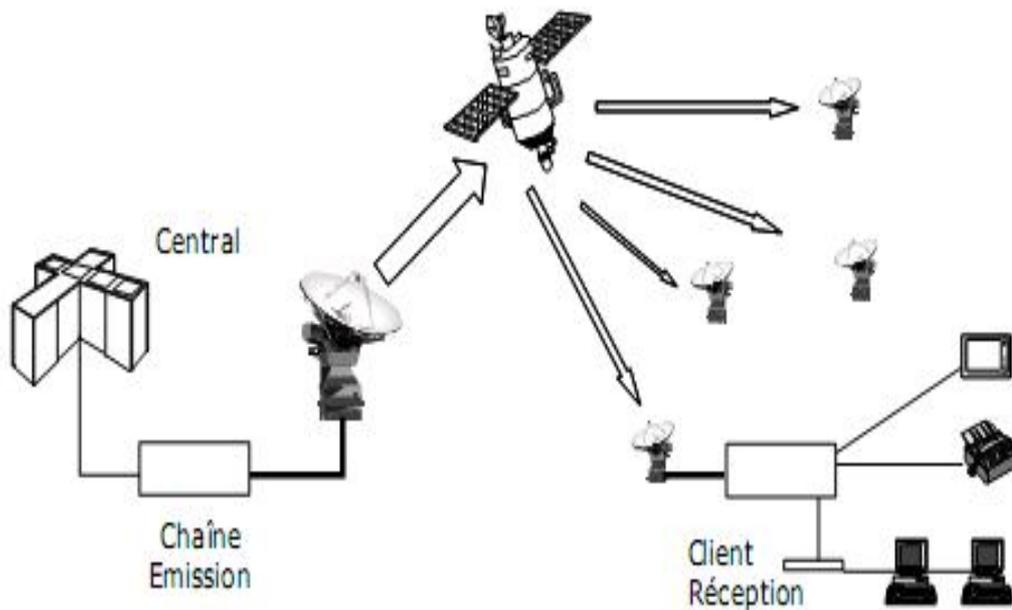


Figure 9 : Topologie étoilé

4.3. Réseaux LEO et transmissions inter satellitaires

Afin d'augmenter la capacité de l'ensemble du réseau, permettre une extension de la surface de couverture et raccourcir les distances satellites/sol, l'interconnexion inter satellite est une solution qui impose un accroissement du nombre de satellites en orbite basse (LEO) pour assurer la couverture au sol. L'inconvénient est que la zone de couverture est très réduite et que le rebond satellite vers une station fixe n'est plus garantie.

Pour contourner cette difficulté, les satellites qui peuvent « se voir » sont parfois équipés de capacités de transmission des canaux entre eux, qui sont relayés vers le correspondant ou un hub fixe.

Les communications inter-satellites sont en principe à très hautes fréquences (Bande de 40 GHz) voir en optique (Faisceau LASER) afin d'avoir des systèmes hautement directifs et très large bande pour réduire les durées de transmission.

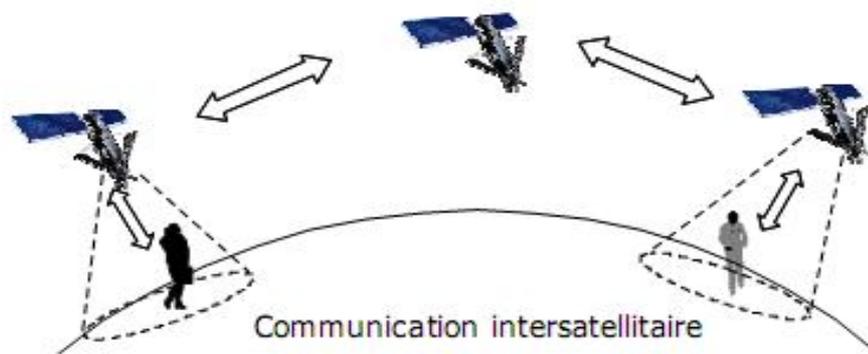


Figure 10 : Topologie de transmissions inter satellitaires

5. Les bandes de fréquences

Le spectre radio est une ressource naturellement limitée, donc il y a une restriction dans la bande passante disponible pour les systèmes satellites.

Les fréquences porteuses couramment utilisées par les services commerciaux par satellite sont :

5.1. Bande de Fréquence bande-C

Spectre de radiofréquence Fréquence *Ascendante* typique 5925 MHz à 6425 MHz.

Bande de fréquences *ascendants étendus*—5850 MHz à 6425 MHz.

Fréquence *Descendante* typique 3700 MHz à 4200 MHz.

Bande de fréquences *descendant étendues* également supportés.

5.2. Bande de fréquence bande-KU

Spectre de radiofréquence Fréquence *Ascendante* typique 14000 MHz à 14500 MHz.

Bande de fréquences *ascendants étendues*—13750 MHz à 14750 MHz

Fréquence *Descendante* typique 11700 MHz à 12200 MHz.

Bande de fréquence *descendants étendues*—10950 MHz à 12750 MHz.

5.3. Bande de fréquence bande-L

FI iDirect Fréquences intermédiaires (FI) utilisées à la fois en *réception* et *transmission*, c'est une bande comprise entre 950 MHz et 2150 MHz (généralement 950 –1700 MHz). *Facilement transposable* en fréquences opérationnelles RF présentées ci-dessus

5.4. Fréquences Ka, X-Band: supportées via l'interface L-Band IF.

6. Les techniques utilisées pour les transmissions

La mission d'un système de élécommunication par satellite consiste à prendre en charge les informations générées à partir d'une station terrienne, et à les acheminer grâce à un support radioélectrique (ondes porteuses) vers une ou plusieurs stations réceptrices, en utilisant le satellite comme relais radioélectrique.

En ce qui concerne les échanges (transmissions et réceptions), il faut distinguer plusieurs techniques, associées entre elles, qui sont utilisées pour les télécommunications par satellite.

6.1. Les modes de liaisons

Il y a essentiellement deux types de liaison pour les télécommunications par satellites :

- **Les liaisons fixes, de type point à point**

Il s'agit des liaisons montantes vers un Satellite. Dans ce cas, le point d'émission et le point de réception sont parfaitement connus géographiquement, et le trajet de l'information est parfaitement défini.

- **Les liaisons en diffusion hertzienne, de type point à multipoints**

Le point émetteur est parfaitement connu, mais la réception se fait sur une zone généralement large, dans laquelle les récepteurs sont fixes ou mobiles. Il s'agit notamment des émissions de Radio ou de télévision reçues par voie hertzienne à partir d'un satellite.

6.2. La transmission des signaux en bande de base

Les signaux en bande de base représentent les signaux générés par les terminaux des usagers. Ils sont fournis aux stations terriennes de transmission soit sous forme analogique, soit sous forme numérique.

6.3. Les signaux radioélectriques

Les signaux délivrés par la station terrienne sont modulés et envoyés dans une porteuse radioélectrique. Cette porteuse est reçue par le satellite, lors d'une liaison ascendante, et ensuite la station terrienne destinataire reçoit également à son tour la porteuse, lors de la liaison descendante.



7. Les techniques de partage du support

Les signaux délivrés à la station terrienne peuvent être transmis individuellement sur une porteuse radioélectrique, ou bien multiplexés avant d'être transmis sur une même porteuse

Dans le premier cas, on parle de transmission d'une voie par porteuse SCPC (*Single Channel Per Carrier*).

Dans le second cas, on parle de transmission multivoies par porteuse MCPC (*Multi-Channel Per Carrier*).

On appelle ces techniques de partage du support (méthodes d'accès). Il en existe un certain nombre, mais voici celles que l'on retrouve souvent dans les communications satellites.

Les méthodes d'accès FAMA (Fixed Assignment Multiple Access):

- **FDMA** (Frequency Division Multiple Access): Cette technique consiste à diviser la largeur de bande du récepteur en un certain nombre de sous-bande. Chaque sous-bande est occupée par une porteuse monovoie (SCPC) ou multivoie (MCPC). Le niveau de puissance de l'ensemble des porteuses ne doit pas dépasser une certaine valeur. La configuration d'un réseau en mode FDMA est très simple dans la mesure où elle ne requiert pas de système de synchronisation.
- **TDMA** (Time Division Multiple Access): Dans cette technique, la largeur de bande du satellite est partagée entre les stations VSAT, selon un découpage temporel donné. En effet, lorsqu'une station émet un paquet d'informations, elle occupe la totalité de la bande pendant le temps qui lui est attribué. Une fois ce temps écoulé, il cède le canal à une autre station prête à transmettre
- **CDMA** (Code Division Multiple Access) : La totalité de la bande passante du canal satellite est occupée par chaque station quelque soit l'instant où se manifeste le besoin de transmettre des informations ou paquets vers une autre station. Cela est possible grâce au principe d'étalement de spectre qui consiste à étaler la puissance du signal au moyen d'un code à l'émission. Le code d'émission est unique et représente le numéro d'identité de chaque station.

Quand une station désire émettre vers une autre station, les deux stations se synchronisent à l'aide de leur code et la relation entre les deux codes d'étalement permet d'extraire l'information ou le signal utile et les autres signaux étalés sont perçus comme un bruit.

8. Les politiques d'accès aléatoire

Les politiques d'accès aléatoire pour les réseaux satellites sont sensiblement les mêmes que celles définies pour les réseaux locaux. Nous allons en définir quelques unes successivement parmi : la technique ALOHA, l'ALOHA en tranches et l'ALOHA avec réservation



8.1. La technique ALOHA

Le principe de cette politique d'accès est que chaque station et chaque satellite envoie les informations qu'il a à envoyer dès qu'il est en leur possession, et ce sans vérifier la disponibilité du canal. En cas de collision entre deux signaux, ce qu'il ne pourra détecter que 270 ms après l'envoi des informations, la station ne ré-envoie pas directement ses données, auquel cas la même collision aurait de nouveau lieu, mais les ré-envoie au bout d'une durée définie aléatoirement. Le problème de cette technique est le faible taux d'utilisation du canal, qui avoisine les 20%. Par conséquent, de nouvelles techniques ont été mises en place, qui reprennent le principe de l'ALOHA, tout en offrant de meilleures performances.

8.1.1. ALOHA en tranche

Cette méthode reprend exactement le même principe que la précédente, mais en découpant le temps en tranches. Une station ne peut commencer à émettre qu'au début d'une tranche de temps. Cela permet de détecter les collisions sur l'ensemble d'une tranche de temps, et non uniquement sur quelques données, et permet donc d'éviter les collisions au milieu d'un paquet d'informations. Cette technique permet d'amener le taux d'utilisation du canal à 36%, ce qui constitue déjà un progrès, mais n'est toujours pas satisfaisant. Une nouvelle technique a donc été inventée.

8.1.2. ALOHA avec réservation

Cette méthode reprend le principe de l'ALOHA en tranche, tout en y ajoutant une notion de probabilité : si une station émet un paquet, il est fortement probable qu'elle en émette un autre à sa suite. Cette considération mène à la réservation de plusieurs tranches de temps à une station qui commence à émettre.

9. Modulation

La **modulation** peut être définie comme le processus par lequel le signal est transformé de sa forme originale en une forme adaptée au canal de transmission, par exemple en faisant varier les paramètres d'amplitude et d'argument (phase/fréquence) d'une onde sinusoïdale appelée porteuse.

Le dispositif qui effectue cette modulation, est un modulateur. L'opération inverse permettant d'extraire le signal de la porteuse est la **démodulation**.

Dans le cadre de télécommunication par satellite on s'intéresse à la méthode suivante :

9.1. Modulation numérique

Pour des signaux numériques ou analogiques numérisés, on utilise, le plus souvent une Modulation par Déplacement de Phase (MDP) du type PSK (Phase Shift Keying).

Comme pour toute technique de modulation numérique, la phase en question ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs. Chacune de ces valeurs représente un unique nombre binaire, dont la taille (et donc la quantité d'information transmise) dépend du nombre de valeurs

possibles pour la phase. Généralement, pour une modulation PSK donnée, les nombres binaires représentés sont tous de même taille.

Les formes de PSK les plus utilisées sont la BPSK 2-PSK :(deux valeurs de phase possibles), la QPSK (ou 4-PSK : quatre valeurs de phase possibles).

Le choix de modulations par déplacement de phase provient de deux caractéristiques:

- la robustesse.
- une meilleure efficacité spectrale comparée à celle des modulations par déplacement de fréquence du type FSK (Frequency Shift Keying).

Le type de modulation QPSK est celui qui est le plus utilisé dans les télécommunications par satellite.

10. Les contraintes des solutions satellites

Comme nous l'avons précédemment vu les satellites sont largement définis par leur orbite qui fixe des contraintes particulières (types de matériels, gestion de la position du satellite) pour la gestion des transmissions .Nous allons maintenant nous intéresser à d'autres contraintes qui sont aussi liées aux orbites mais qui peuvent être contournées par l'implantation de gestions ou d'architectures adaptées. Le choix final sera fixé par le rapport au coût et le respect des besoins.

10.1. La couverture

Chaque satellite finit une zone de couverture, Plus le satellite est éloigné de la terre plus sa couverture est étendue. Bien qu'évident ce critère reste un élément majeur dans le choix et l'élaboration d'une solution satellite.

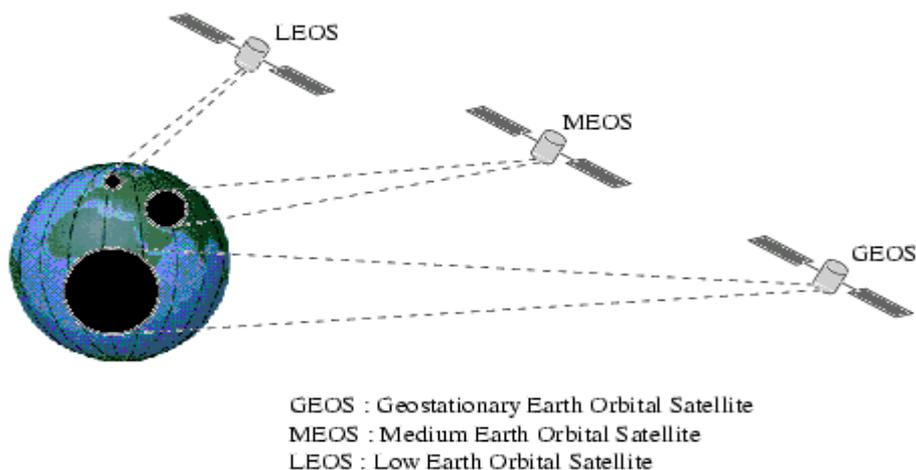


Figure11 : Les couvertures satellites selon leur distance à la terre

En effet, plusieurs systèmes de satellites peuvent couvrir la même superficie mais chacun se distinguera par un ensemble de caractéristiques particulières. Parmi elles, la plus déterminante est le nombre de satellites composant le système et la méthode utilisée pour les gérer.

En effet, la couverture d'un satellite géostationnaire peut être atteinte par une constellation de satellites à plus basse altitude mais il faudra alors s'intéresser aux moyens de rendre ce réseau homogène sur l'ensemble de la zone. Pour cela deux solutions existent soit les satellites communiquent entre eux soit un relais terrestres permet de les synchroniser.

Ce choix doit aussi tenir compte du nombre de stations terrestres, de leur densité et des évolutions futures. Une société multinationale avec de gros débit aura peut être plus intérêt à investir et privilégié une solution géostationnaire pour une couverture vaste plutôt que de favoriser une zone du monde avec une solution autre.



Figure 12 : Couverture INTELSAT IS905 335° EST (Bande C)

10.2. Gestion de la bande passante

Sans politique d'accès au support, les signaux transmis par une station se confondraient avec d'autres signaux provenant de stations différentes.

Les signaux reçus seraient alors incompréhensibles et impossibles à décoder, cela entraînerait leur perte et il serait nécessaire de les retransmettre. De plus, il n'est pas envisageable d'allouer un canal pour chaque station; ce système serait beaucoup trop coûteux. La mise en place d'une politique d'accès aux canaux satellites a donc été réalisée pour dans un premier temps, permettre à plusieurs stations d'accéder à un même canal de transmission, et dans un deuxième temps, pour avoir une exploitation maximale des transpondeurs du satellite tout en garantissant qu'il y ait le moins de collisions possibles.



Ce partage de la bande passante est aussi soumis à certaines prérogatives liées aux applications, aux particularités intrinsèques des types des satellites et à leur nombre.

Le cas le plus simple est celui du satellite géostationnaire seul .En effet le partage de la bande est réalisé ici de façon unique et les calculs pour la répartition des canaux ne tient pas en compte les baisses de puissances dues aux déplacements du satellite par rapport aux stations. En effet une station utilisera toujours le même satellite et son antenne aura une position fixe. A contrario lorsque l'on utilise plusieurs satellites ou lorsque ceux-ci sont mobiles il faut intégrer les positions des stations par rapports aux différents satellites pour attribuer les canaux de manière optimale.

Ce basculement de canal intra satellite ou inter satellites s'appelle le hand over, sa gestion est déterminante dans l'utilisation d'une solution satellite. Nous allons présenter brièvement ces concepts.

- Le hand over intra satellite

Il correspond à une réattribution de canal pour une ou plusieurs stations au sein du même satellite. Cela est réalisé pour optimiser les échanges lorsqu'un canal est peu utilisé ou très perturbé par exemple, cette technique peut aussi être utilisée pour la répartition de charge.

- Le hand over inter satellite

Cette situation est directement liée à la mobilité du satellite ou des stations. Le changement de canal pour la ou les stations est effectué dans ce cas lorsqu'une transmission est basculée sur un autre satellite.

Pour réaliser ces attributions de canaux on peut distinguer plusieurs approches :

- Le Soft Hand over

Dans ce cas le basculement d'un premier canal vers un second (sur le même satellite ou non) passe par un état de transition où la transmission est maintenue sur les deux canaux avant de se fixer sur le nouveau.

- Le Hard hand over

On fait basculer instantanément la transmission d'un canal à l'autre. Ces techniques dépendent des contraintes de temps et d'intégrité de nos besoins.

Une autre approche permet d'anticiper les basculements (en définissant des zones ou des seuils critiques) ou de réserver des canaux pour gérer ces hand over.



10.3. Le délai

Le délai d'un système par satellite géostationnaire est d'environ 480 ms : c'est le temps que prend un signal pour parcourir 35 800 Km dans l'espace et revenir.

En ajoutant à cette durée le temps requis pour le traitement des signaux par le matériel du satellite et de la bande de base, on obtient un délai total de près de 500 ms.

Certaines applications de par leur nature (les applications temps réel par exemple) ne pourront donc pas être supportées par toutes les structures satellites ou du moins pas avec les mêmes performances.

D'autant plus que ce délai, même s'il paraît important au vu d'autres technologies, peut être tout à fait acceptable pour certaines applications, pour les transferts de données par exemple qui privilégient la fiabilité et les débits.

La réponse aux problèmes occasionnés par le délai au sein des réseaux informatiques par satellite est fournie par l'emploi de protocoles perfectionnés ou de compensateurs de temps de propagation qui envoient un accusé de réception à l'échelle locale avant la transmission des données par satellite, ce qui élimine le retard dans la prise de contact des protocoles.

La nouvelle génération des stations terrestres à très petite ouverture d'antenne (VSAT) et certains multiplexeurs comportent des compensateurs de délai et des convertisseurs de protocoles, appelés assembleurs désassembleurs de paquets, qui assurent l'établissement de la liaison à l'échelle locale et modifient les protocoles pour répondre aux exigences du satellite.

11. Conclusion

Nous avons étudié dans ce chapitre les télécommunications par satellite. Nous avons pu voir leur structure, ainsi que leurs modes de transmissions (codage, modulation, ...).

De plus, l'heure est à la miniaturisation des satellites. Mini-satellites, micro-satellites et nano-satellites sont sûrement l'avenir des télécommunications par satellite. En effet, leur petite taille permettra des diminutions des coûts et l'on pourra donc en lancer plus qu'actuellement.

Les télécommunications par satellite ont donc encore de nombreux jours devant eux.



Chapitre II :
La technologie VSAT

1. Introduction

Après la présentation de quelques notions sur les satellites, nous focalisons dans ce chapitre sur le principe global de la technologie VSAT ainsi les composants constituant un réseau VSAT, les topologies, les avantages et les inconvénients de cette dernière.

2. Présentation de la technologie VSAT

Le VSAT est défini comme Very Small Aperture Terminal (terminal à très petite ouverture) qui désigne une technique de communication par satellite bidirectionnelle qui utilise des antennes paraboliques dont le diamètre est inférieur à 3 mètres.

La plupart des antennes VSAT ont un diamètre compris entre 75 cm et 1,2 m. Cette technique de communication nécessite donc peu de moyens au sol. Le VSAT peut donc être utile pour relier un petit site aux réseaux de communication, que ce soit pour la téléphonie, visioconférence ou pour l'accès à Internet.

3. Organisation du système satellite VSAT

Le VSAT est un système qui repose sur le principe d'un site principal (le hub) et d'une multitude de points distants (les stations VSAT). Le hub est le point le plus important du réseau, c'est par lui que transitent les données qui circulent sur le réseau.

Les stations VSAT permettent de connecter un ensemble de ressources au réseau. Dans la mesure où tout est géré par le hub, les points distants ne prennent aucune décision sur le réseau. Ce qui permet de d'utiliser des équipements relativement petits et surtout peu coûteux.

Dans la plupart de cas, une antenne d'environ 1 mètre permet d'assurer un débit de plusieurs centaines de Kb/s. Une station VSAT n'est donc pas un investissement important et l'implantation d'un nouveau point dans le réseau ne demande quasiment aucune modification sur le réseau existant. Ainsi des nouvelle stations peuvent être implantée en quelques heures et ne nécessite pas de gros moyens.

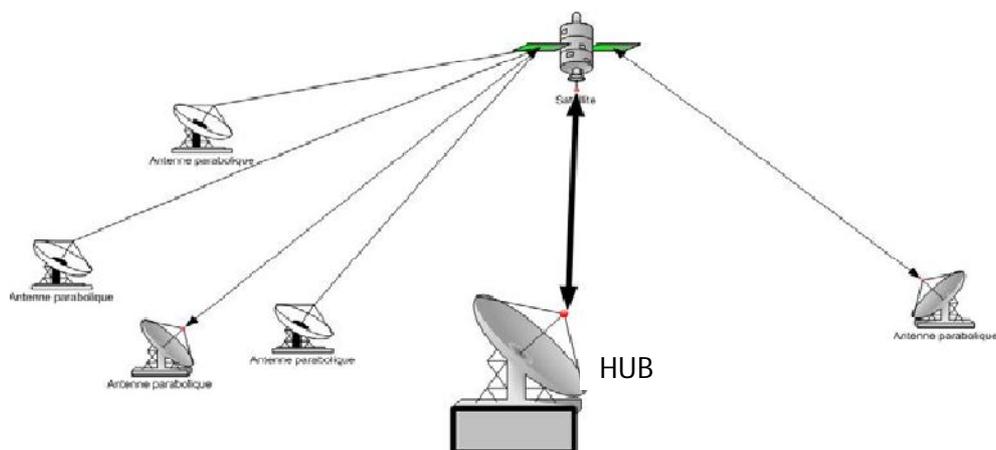


Figure1 : Architecture d'une plateforme VSAT

4. Gestion de la bande passante

Dans le cas des liaisons par satellites VSAT, la gestion de la bande passante est un élément très important car ce média est encore relativement cher.

Comme seul, le point central gère l'accès au segment satellite, il est capable d'optimiser la gestion de la bande par un système de double multiplexage temporel et fréquentiel.

Voici un schéma qui représente un segment spatial divisé en différents canaux. La taille des canaux est fixée selon les débits qui sont désirés sur les stations VSAT

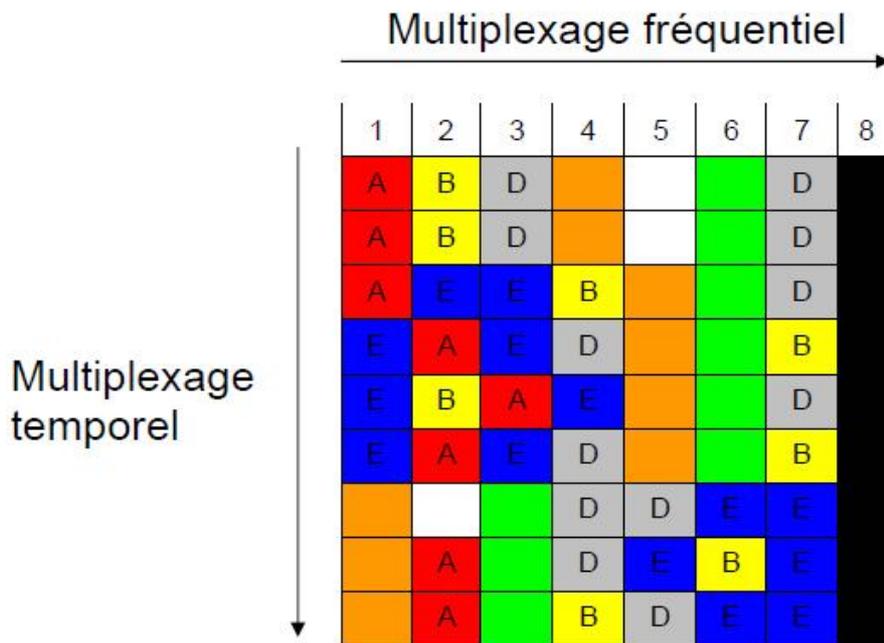


Figure2 : Illustration fonctionnement d'accès à la bande passante VSAT

Dans le schéma ci-dessus, il ya 4 stations émettrices (A, B, D, E) et huit canaux qui sont attribués pendant un laps de temps nommé (time slot) .le dernier canal est un canal de signalisation qui permet aux stations de demander un canal au hub pour envoyer des données et qui permet à un hub de dire aux stations sur quel canal écouter pour recevoir des données.

5. Le principe global des VSAT

Lorsqu'une station veut avoir accès à une ressource, par exemple une base de données se trouvant sur le site central, elle envoie une requête au hub pour que celui-ci lui donne un canal pour envoyer les données. Et lorsque la base renvoie de données la réponse, le hub envoie un message à la station pour lui dire de prendre tel ou tel canal pour recevoir les données. Selon le débit définit, un point peut avoir accès à plusieurs canaux en même temps (multiplexage fréquentiel).

Un canal peut être partagé par plusieurs stations (multiplexage temporel). Comme l'adresse de destination figure dans le paquet, chaque station sait si les données qu'elle reçoit lui sont destinées ou pas (comme avec un hub sur un réseau Ethernet).

Ce système permet ainsi une forte optimisation de la bande passante ce qui réduit le coût du segment spatial à louer.

6. Les composants du Réseau VSAT

Un réseau VSAT se compose généralement d'une station de grande terre, communément appelé un téléport, ainsi d'un Very Small Aperture Terminal (VSAT) et d'un modem avec les équipements nécessaire (PC, téléphone...).

Les équipements de réseau peut être divisé en deux ensembles d'équipements reliés entre eux par une paire de câbles: l'unité extérieure et de l'unité intérieure.

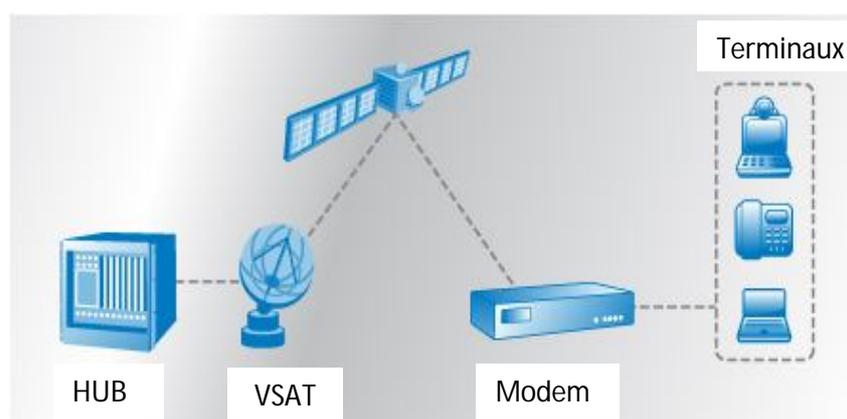


Figure 3 : Composants du réseau VSAT.

6.1.L'unité extérieure

Un ODU est situé à l'extérieur de du site et comprend l'antenne satellite, d'un bloc convertisseur à faible bruit (LNB), et un bloc-up-converter (BUC).

Le convertisseur LNB amplifie le signal reçu et convertit le signal du satellite vers le bas, tandis que le BUC amplifie le signal à transmission dans la liaison montante lorsque l'antenne est en émission (convertis le signal vers le haut).



6.2.L'unité intérieure

IDU L'équipement sur le téléport est généralement constitué d'un système hub monté en rack et l'équipement de réseau connectés à des réseaux terrestres, comme RTC ou Internet.

Il renferme les modems et l'interface bande de base. Cette interface, grâce à des ponts, permet aux terminaux usagers de se connecter sur le réseau VSAT, Les modems délivrent à leur sortie les fréquences intermédiaires (FI) en bande C (70 ou 140 MHz) et en bande L (950-2150MHz).

Il ya aussi un dispositif qui convertit entre les protocoles IP par satellite et pour les applications LAN locaux tels que les PC, les appels vocaux et vidéoconférences.

À l'emplacement distant, un routeur connecté à une antenne VSAT recevant la transmission IP à partir du hub et le convertit en véritables applications comme Internet, voix sur IP et de données.

7. Les applications

VSAT est un système qui est prévu pour mettre en place des réseaux de données. Mais depuis son apparition, des améliorations ont été apportées au système et les constructeurs ont réussi à augmenter considérablement le nombre d'applications possible avec un réseau de ce type.

Les terminaux VSAT possèdent des Slots permettant d'accueillir des cartes de différentes natures:

- Cartes réseaux : X25, Frame Relay, ATM, Ethernet.
- Cartes multimédia: Visioconférence, Streaming vidéo.
- Cartes de communication: lignes analogiques, lignes numériques, ports séries.

Grâce à toutes ces cartes, un réseau VSAT n'est plus seulement un réseau de données, mais il peu devenir un réseau téléphonique, un réseau de diffusion vidéo. Ces différentes technologies peuvent fonctionner en même temps ce qui accroît encore la modularité du système.

Voici un exemple possible de topologie VSAT utilisant différentes fonctionnalités fournies par le système:

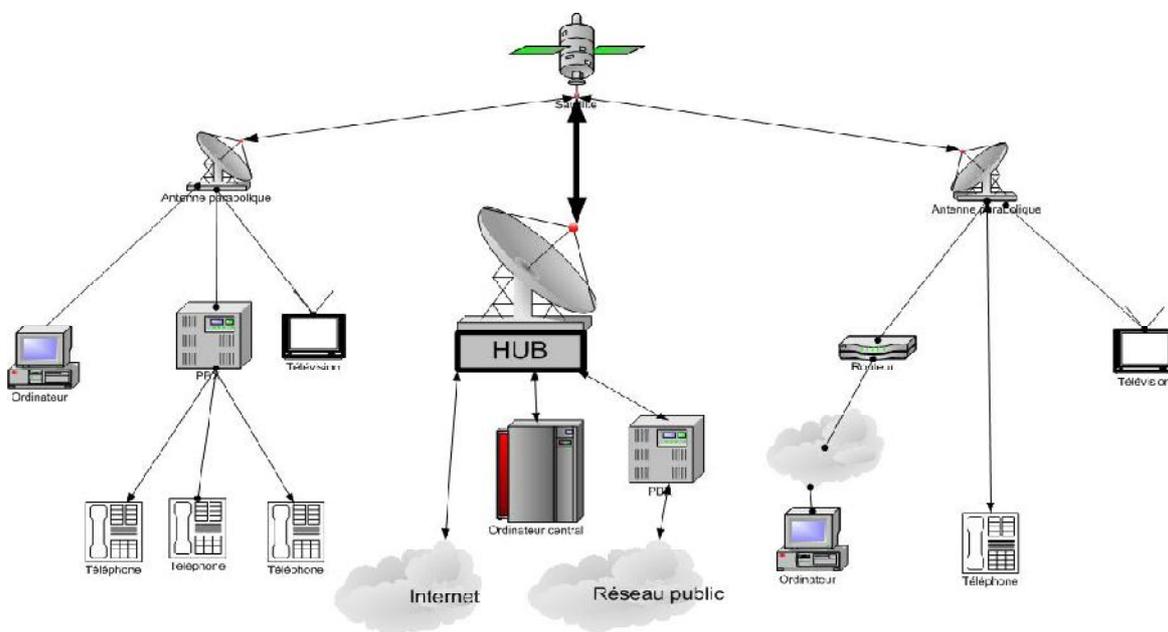


Figure 4 : les différentes fonctionnalités fournies le système VSAT.

8. Le système de gestion de VSAT

Souvent appelé **NMCC** « Network Management Control Center », le centre de gestion et de contrôle d'un réseau VSAT permet une gestion centralisée en temps des ressources du réseau. Il est très souvent relié à la station centrale. Son rôle se résume aux deux fonctions suivantes :

8.1.La fonction de gestion

Elle met en œuvre les différentes tâches de gestion du réseau notamment la configuration, la facturation, la sécurité et la gestion des données statistiques.

- La gestion de la configuration

Elle permet d'ajouter ou de supprimer des stations VSAT, des interfaces réseaux ou des canaux satellites. Par elle, il est possible de mettre en service ou hors service un composant du réseau et de mettre à jour les logiciels de gestion. Enfin, elle assure le routage des données et la conversion des protocoles.

- La gestion des données et de facturation

Cette fonction est le siège de toutes les informations relatives à la facturation (durée de connexion, temps de la communication et longueur du paquet de données).

- La gestion de la sécurité

La fonction de la sécurité préserve le réseau contre toute utilisation frauduleuse de ses ressources par la mise hors service de tout équipement détecté dont l'utilisation affecte le réseau.

- La gestion des données statistiques

Cette fonction permet de répartir les charges de trafic du réseau et de déterminer la performance et le degré de chaque station périphérique.

8.2. La fonction de supervision et de contrôle

- La collecte des données, l'archivage et la génération de rapports. Cette collecte de données permet aux planificateurs d'analyser à long terme les besoins tels que les projections de croissance et les reconfigurations.
- Suivi et contrôle pour fournir en temps réel l'état de surveillance. Un accent particulier devrait être mis sur l'alarme et la surveillance des événements, la journalisation et le filtrage des événements par VSAT.

9. Puissance apparente rayonnée (PIRE)

PIRE est une mesure de la puissance par satellite ou la force du signal satellite qui peut être reçu à un point donné sur la terre, ou transmise vers un satellite à partir d'un emplacement plat. Elle est mesurée en décibels watts (dBW).

Les valeurs de PIRE sont publiées par le fournisseur de satellites, généralement sous la forme de cartes de contours.

10. Les topologies VSAT

Une topologie permet de définir comment les emplacements distants se connectent les uns aux autres et au hub. La liaison hub vers le satellite est appelée la transmission sortante ou de liaison montante, tandis que la liaison entre le satellite vers le hub est dénommé entrante ou liaison descendante.

Les réseaux satellitaires sont principalement configurés dans l'une de ces topologies:

10.1. Topologie en point a point

Une topologie point-à-point implique une connexion dédiée entre deux antennes. Cette topologie est un pipeline direct avec une capacité de bande passante définie quelle que soit l'utilisation et est généralement conçue avec la technologie porteuse à canal unique (Single Chanel per Carrier (SCPC)).

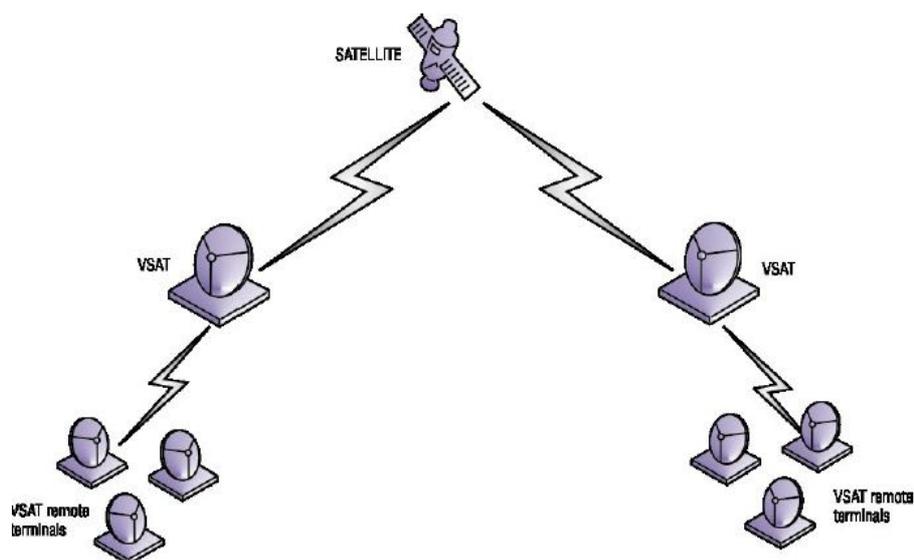


Figure 5 : La topologie point a point.

10.2. Topologie en étoile

L'architecture d'un réseau en étoile comporte deux éléments : le Hub et les stations distantes. Les stations distantes n'étant pas en mesure de communiquer entre elles, il importe donc de doter le Hub d'une antenne à fort gain pour amplifier et relier le trafic d'un VSAT à un autre. Le choix de cette topologie augmente le délai de transmission.

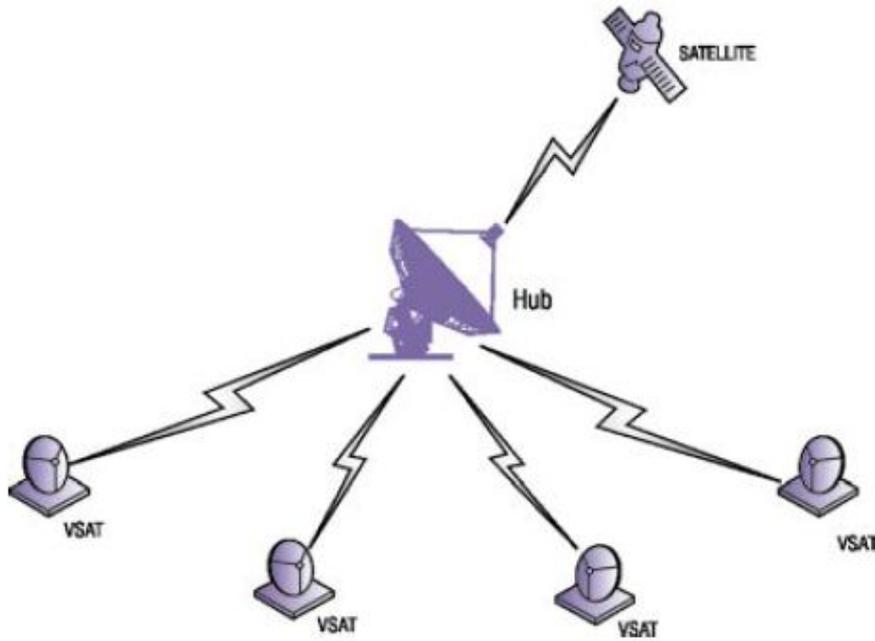


Figure 6 : la topologie en étoile.

10.3. Topologie maillée

Une topologie de réseau maillé permet à un emplacement distant VSAT pour communiquer avec un autre emplacement à distance sans passer par hub. Ce type de connexion réduit les retards et est souvent utilisé pour la voix très haute qualité et les applications de visioconférence.

Avec cette topologie, les grandes antennes sont nécessaires et plus de puissance est nécessaire à la transmission, ce qui augmente les coûts.

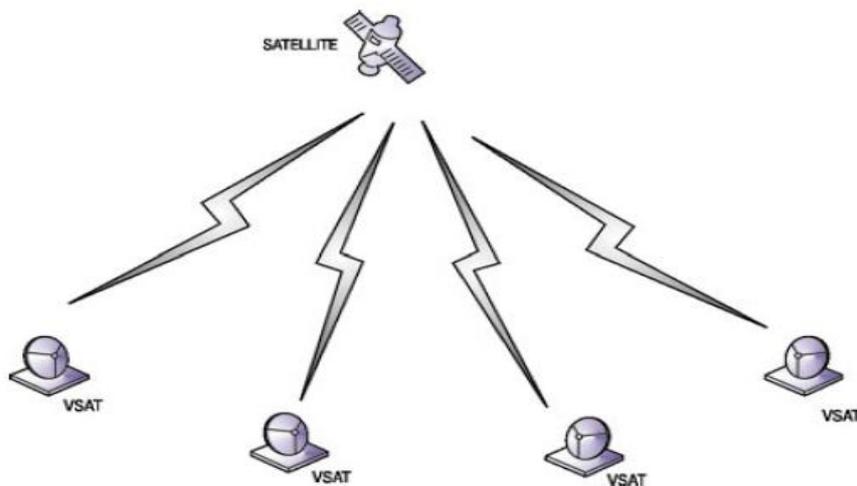


Figure 7 : La topologie maillée.

10.4. Topologie hybride

Elle n'est rien d'autre que l'association des deux topologies précédemment énoncées au sein d'un même réseau (étoile et maillé).

Ainsi, dans ce type de réseau, on distingue deux catégories d'utilisateurs qui sont : les utilisateurs à faible trafic et les utilisateurs à fort trafic dont les VSAT interagissent entre eux en configuration maillée.

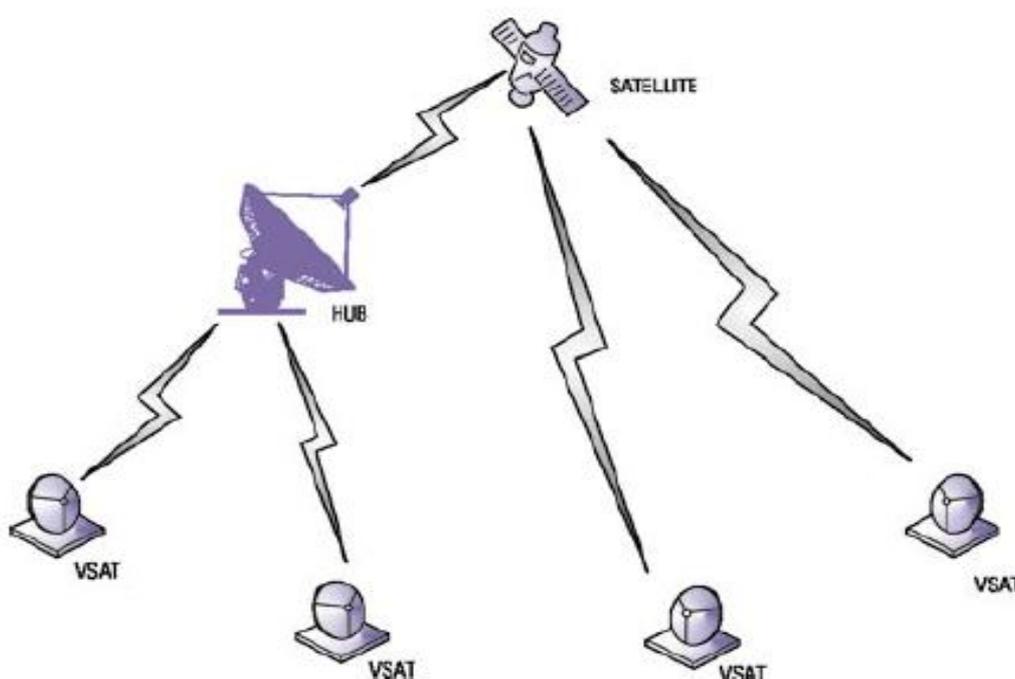


Figure 8 : La topologie Hybride.

11. Les avantages et les inconvénients de la technologie VSAT

11.1. Les avantages

Le VSAT est un système qui permet de connecter jusqu'à 10 000 points simultanément au réseau. Cette technologie permet aux grands groupes de mettre en place un intranet global sur plusieurs continents totalement privé sans avoir à traiter avec les opérateurs de chacun des pays dans lequel le groupe est implanté.

Ce système permet également d'installer une station sur une unité mobile; une fois que le modem VSAT est configuré, il faut juste pointer l'antenne dans la bonne direction.

Comme il a déjà été dit, le hub est le point central de tout le réseau, et en assure la gestion complète. Ceci permet donc de gérer et superviser l'ensemble du réseau d'un seul et même point.



Dans la mesure où toutes les connexions sont du même type, on se retrouve avec un réseau homogène. Ceci permet de faciliter la transmission.

Le fait d'utiliser un satellite géostationnaire pour la couverture permet d'avoir une large couverture (en moyenne presque un hémisphère). Ceci rend possible la création d'un réseau global intranet à une échelle intercontinentale très rapidement.

11.2. Les inconvénients

Le principal inconvénient du VSAT est son prix. En effet, le hub qui est l'élément central du réseau impose un investissement de base important: environ 1 M€

12. Conclusion

La technologie VSAT permet de mettre en place un réseau pouvant transporté simultanément des données, téléphoniques, vidéos ainsi de répondre au besoin des utilisateurs.



Chapitre III :
La plateforme iDirect

1. Introduction

L'Internet par Satellite est la solution par excellence pour une connectivité complète dans les régions éloignées et les pays où les infrastructures sont limitées. Dans ce chapitre nous allons voir le principe de fonctionnement de la plateforme iDirect avec service garanti qui offre un niveau élevé de connectivité disponible via satellite. Ainsi, ce service est conçu pour les réseaux de toute taille et les utilisateurs qui ont besoin d'un service VoIP ou VPN fiable. Enfin, cette plateforme peut être adaptée selon les besoins spécifiques de chaque client.

2. Historique

Dans l'industrie des satellites, les services de données étaient initialement délivrés via des circuits point à point dédiés connus sous le nom de Single Channel Per Carrier (SCPC), qui sont très semblables aux lignes louées point-à-point. Parce que les ressources de bande passante et de communication ne sont pas partagées, c'est coûteux.

Comme pour les avancées technologiques qui ont eu lieu dans l'industrie des services filaires dans le début des années 90, des solutions de ressources partagées sont désormais disponibles dans l'industrie des satellites, entraînant une baisse des coûts pour le raccordement des sites distants à Internet et/ou aux sièges des entreprises.

Plusieurs solutions satellite partagées à large bande qui sont disponibles aujourd'hui, sont basées sur la technologie appelée TDMA, et comme Frame Relay, ils profitent du fait que le trafic IP est très éclaté de nature. La plupart des applications nécessitent de courtes rafales d'informations demandant des données, suivie par le téléchargement de l'information demandée, puis une période d'inactivité le temps que ces informations soient examinées et traitées. Cela crée beaucoup de bande passante en veille ou gaspillée sur un circuit dédié SCPC.

La plupart des anciens services satellite haut-débit ont été développés principalement sur une technologie existante utilisée par les satellites pour transmettre des voix et données analogiques appelé DVB.

DVB est utilisé pour transporter des signaux de télévision, en encapsulant les paquets IP dans des trames vidéo MPEG qui sont transportés par DVB comme si c'était des données voix/vidéo. Le DVB/MPEG est d'une part une technologie avancée mais ce n'est pas une solution idéale pour le transport du trafic IP, car il y a beaucoup d'inefficacité et de surcharge inutile.

Aujourd'hui, il y a un certain nombre de solutions satellitaires à large bande disponibles qui fournissent des services à large bande pour les clients, mais beaucoup présentent des lacunes (latence, congestion...etc) ce qui a abouti à l'acceptation lente du haut débit par satellite comme une solution grand public pour les utilisateurs professionnels.

3. Accès Internet Satellite iDirect

Au début, les satellites ont été utilisés pour transporter les signaux voix et vidéo analogiques dans le monde entier, fournissant une excellente qualité et fiabilité.

Avec l'avènement de l'Internet, les sociétés de technologie satellitaire ont ajouté le support IP large bande ce qui a rendu possible la participation au 'World Wide Web', même pour les endroits les plus reculés.

La plupart des solutions satellite haut débit existantes ont été conçues pour transférer des données IP via la technologie DVB par satellite, conçue pour la télévision et la vidéo. Ces solutions sont inefficaces, lentes, et offrent généralement des performances de liaison montante qui sont pauvres et qui manquent de compatibilité pour des applications telles que la VoIP.

De nouvelles technologies iDirect, développées pour le transport des données IP par satellite, ont conduit à l'amélioration des performances de transfert de données en introduisant la notion de partage des ressources de satellite entre plusieurs stations, ce qui offre une solution fiable et de qualité pour les entreprises .

Afin d'offrir de meilleur rapport débit, coût, et performance iDirect utilise deux technologies DVB-S1 et DVB-S2 (qui est une amélioration de DVB-S1) qui seront décrites dans la section suivante.

4. Les technologies DVB-S et DVB-S2

4.1.DVB-S

Le DVB-S est un standard défini pour la transmission par satellite. Ce standard a attiré l'intérêt des opérateurs et des chercheurs dans le domaine de communications en vu de sa bande large et des contraintes non strictes par rapports aux autres supports de transmissions.

C'est un standard de diffusion relativement simple qui utilise la modulation QPSK (Quaternary Phase Shift Keying). Il utilise des canaux relativement larges (33 ou 36 MHz). Un code correcteur d'erreurs interne, dit de **VITERBI** est utilisé pour corriger les effets négatifs de la réception par satellite.

Une deuxième version de DVB-S a été proposée en 1997, c'est le standard DVB-DSNG (DVB, Digital Satellite News Gathering). Il introduit en plus, la modulation 8PSK et 16QAM (16 Quadrature Amplitude Modulation) et les services payants. Mais avec la progression technologique et les nouvelles exigences, le DVB-S et le DVB-DSNG n'arrivent pas à satisfaire beaucoup les nouveaux besoins. D'où la nécessité d'un nouveau standard qui soit plus flexible et plus performant. Le DVB-S2 est le nouveau standard qui vient pour répondre à ces besoins actuels dans le domaine de communication.

4.2.DVB-S2

Le **DVB-S2**, "Digital Video Broadcasting - Satellite 2", est une norme de diffusion des signaux audio / vidéo par satellite. Le **DVB-S2** permet d'économiser jusqu'à 30% de bande Passante par rapport au DVB-S. Prenant en charge les flux encodés en **H.264**, le **DVB-S2** est principalement utilisé pour les chaînes satellitaires HD.

4.3.Etude comparatif entre DVB-S et DVB-S2

La comparaison entre les deux normes DVB-S & le DVB-S2 se résume dans le tableau suivant :

Standard	DVB-S	DVB-S2
Codage	Viterbi, Reed Solomon	LDPC, BCH
Modulation	QPSK	QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK
Mode de codage et de modulation	CCM	ACM
Formats des données	MPEG-2	MPEG-2, MPEG-4, Données
Facteur de décroissance (Roll-Off)	0.35	0.35, 0.25, 0.2
Débit binaire	23.7 à 41.5 Mb/s	36 à 51 Mb/s

Tableau 2 : Les paramètres de comparaison de DVB-S et DVB-S

5. Modèle protocole Interconnexion Open Source :

La référence Open Systems Interconnexion est une description abstraite pour les communications et la conception des protocoles de couches des réseaux informatique.

Fondamentalement, il divise l'architecture de réseau en sept couches qui sont représentés par la figure suivante :

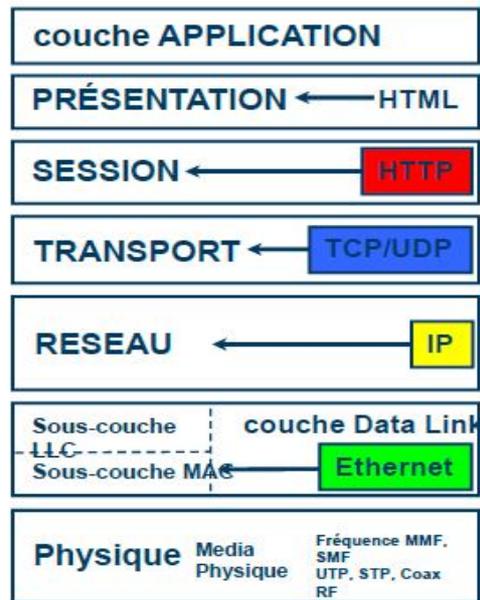


Figure 1 : Architecture du modèle OSI

- *Couche application* : permet de faire fonctionner les principaux services d'applications et supporte les processus utilisateur final (Telnet, FTP, e-mail, etc.).
- *Couche présentation* : performe ses services au niveau de la couche application pour différences syntaxiques dans la représentation des donnée au sein des systèmes utilisateur final.
- *Couche session* : gère les interactions entre les processus utilisateur final. Etablit des points de contrôle, arrêt et redémarrage des procédures.
- *Couche transport* : offre un transfert de données transparent entre utilisateurs finaux. Assure que les transferts de donnés sont bien achevés.
- *Couche réseau* : offre les moyens fonctionnels et procéduraux pour transférer des séquences de données de longueur variable d'une source à une destination tout en maintenant la qualité du service exigée par la couche transport. Performe les fonctions de routage réseau et de contrôle des erreurs.
- *Couche liaison de données* : offre les moyens fonctionnels et procéduraux de transfert des données entre entités réseaux, elle se compose de la sous-couche MAC (Media Access Control) qui contrôle les accès réseau et le la sous couche LLC (Contrôle des liens) pour le contrôle du flux et vérification des erreurs.
- *Couche physique* : établit et ferme les connexions vers un medium de communication. Représente le matériel offrant les moyens physiques d'envoi et de réception des données.

6. Les types de données

Dans la mesure où un réseau iDirect est concerné, par le trafic vocal et trafic vidéo qui sont généralement des applications temps réel RTP (Real Time Protocol).

Ces informations sont sensibles aux temps et livré en temps réel ou pas du tout et le contenu des informations sont directement affectés par un délai supplémentaire entre les paquets, et ne sont pas sensibles aux erreurs sur les bits (non compressé) et l'information n'est jamais retransmise. Tandis que le trafic de données n'est pas sensible à toute variation de retard ou délai.

- **Caractéristiques du trafic voix/vidéo**
 - Applications protocole Temps réel
 - Sensible aux Délais et aux Variations de délai (Jitter)
 - Livre l'information en temps réel ou pas du tout
 - Non sensible aux erreurs bits (non compressé)
 - L'information n'est Jamais transmise à nouveau.
 - Applications multimédia et traitement des images.

- **Caractéristiques du trafic de données (Data traffic)**
 - Pas en temps réel
 - Données haute vitesse (très sensible aux erreurs)
 - N'est pas sensibles aux délais ou aux variations de délai
 - Sensible à la moindre erreur bit (retransmissions)
 - Transferts de fichiers volumineux (ftp, etc.).

7. TCP/IP adapté au satellite

L'adaptation de TCP/IP aux réseaux satellite géostationnaires est l'un des points les plus étudiés dans le cadre d'IP sur satellite. En effet, La performance de bout-en-bout de TCP sur les liens satellite à délai élevé souffre des interactions avec les mécanismes de contrôle de flux.

8. Les données IP dans un réseau iDirect

En termes de fiabilité, le seul service offert par un protocole IP est de s'assurer que les en-têtes des paquets transmis ne comportent pas d'erreurs grâce à l'utilisation de somme de contrôle (*checksum*). Si l'en-tête d'un paquet comprend une erreur, sa somme de contrôle ne sera pas valide et le paquet sera détruit sans être transmis. En cas de destruction d'un paquet, aucune notification n'est envoyée à l'expéditeur (encore qu'un paquet ICMP peut être envoyé).

IP définit un ensemble de règles qui spécifient comment les routeurs doivent traiter les paquets (routage, ToS, la priorité, la fragmentation), préciser quand et comment générer des messages d'erreur ICMP et spécifier les conditions qui régissent l'élimination et/ou duplication de paquets (multicast).

Les garanties qu'un protocole IP n'offre pas sont déléguées aux protocoles de niveau supérieur. La raison principale de cette absence de gestion de la fiabilité est la volonté de réduire le niveau de complexité des routeurs et ainsi de leur permettre de disposer d'une plus grande rapidité.

9. TCP/UDP dans un réseau iDirect

9.1. UDP (User Datagramme Protocol)

Est l'un des principaux protocoles de télécommunication utilisés par Internet. Il fait partie de la couche transport. Le rôle de ce protocole est de permettre la transmission de données de manière très simple entre deux entités, chacune étant définie par une adresse IP et un numéro de port. Contrairement au protocole TCP, il fonctionne sans négociation : il n'existe pas de procédure de connexion préalable à l'envoi des données. Donc UDP ne garantit pas la bonne livraison des datagrammes à destination, ni de leur ordre d'arrivée. Il est également possible que des datagrammes soient reçus en plusieurs exemplaires.

La nature d'UDP le rend utile pour transmettre rapidement de petites quantités de données, depuis un serveur vers de nombreux clients ou bien dans des cas où la perte d'un datagramme est moins gênante que l'attente de sa retransmission. La voix/vidéo sur IP parmi les utilisations typiques de ce protocole.

9.2. TCP (transport control protocole)

Transmission Control Protocol (TCP) est un protocole orienté connexion qui fait partie de la couche transport. La destination doit accepter de recevoir de l'information, après l'établissement d'une session de 3 étapes qui sont :

- l'établissement de la connexion ;
- les transferts de données ;
- la fin de la connexion.

La retransmission est obligatoire, si l'acquittement n'est pas reçu dans le cas de perte ou de paquets corrompus.

9.2.1. Les limites du protocole TCP sur satellite

Une difficulté importante rencontrée dans le soutien des applications TCP/IP sur satellite est la latence inhérente ou le retard des systèmes satellitaires. Parce que les satellites sont situés à 36.000 km au-dessus de la terre, le temps qu'il faut pour un signal de partir du sol vers le satellite et de retourner vers le sol est d'un peu plus de 1/4 de seconde.

Le protocole TCP sur satellite a été conçu pour le transport garanti. Dans ce contexte, les pertes de paquets qu'elles soient dues à la congestion ou aux erreurs de transmission peuvent avoir d'importantes conséquences sur la transmission.

C'est le résultat de la nature même de cette catégorie de réseaux caractérisé par :

- Un délai de propagation élevé (500 ms aller-retour).
- Une asymétrie souvent forte entre lien Aller et Retour.
- Des méthodes d'accès dynamiques.
- Les erreurs sur le lien physique.

9.2.2. TCP et son adaptation aux communications par satellite

Les industriels et les organismes de recherches se sont intéressés à l'exploration des différents moyens d'amélioration des performances de TCP sur le lien satellite. Plusieurs approches ont été entreprises dans ce sens dont les suivantes :

9.2.2.1. Modification des paramètres de TCP

Une amélioration du comportement TCP passe par un paramétrage plus approprié qui le rend plus conforme à une transmission par satellite :

- ✓ Une augmentation de la taille de la fenêtre de congestion initiale pour permettre un démarrage plus « agressif » du protocole pour atteindre plus rapidement le seuil de la fenêtre de congestion.
- ✓ Le « *Path Memory Discovery* », vise à déterminer la valeur MTU pour laquelle les datagrammes IP ne seront pas fragmentés sur le réseau. Dans l'idéal, l'intégralité du datagramme IP est contenue dans le champ de données d'une trame physique, ce qui assure une transmission plus efficace sur le réseau physique.
- ✓ Le recours à une fenêtre de réception plus grande, en tenant compte des capacités de mémorisation de l'émetteur et du récepteur et de la taille des tampons.
- ✓ Traitement de la rémanence des numéros de séquences et la garantie de leur unicité pendant toute la durée de vie d'un segment.

- ✓ Le recours aux acquittements sélectifs qui permet de s'affranchir de la contrainte des ACKs cumulatifs de TCP en indiquant explicitement les blocs acquittés. De cette façon, le récepteur notifie dans ses acquittements la liste des blocs effectivement reçus, ce qui permet à l'émetteur de ne réémettre que les segments non reçus.

9.2.2.2. Les Proxies

Dans l'objectif d'éviter un impact sur l'ensemble des entités constituant le réseau, une autre démarche consiste à intégrer des techniques intermédiaires. On isole le problème de TCP uniquement sur le lien satellite et on développe les moyens qui apportent un gain en performances exclusivement sur cette partie.

Ces mécanismes sont regroupés sous l'appellation PEP (*Performance Enhancement Proxies*). Les *proxies* interceptent les données et implantent à ce niveau tout changement pour le lien satellite. Une des solutions consiste à considérer un protocole autre que TCP plus performant sur le lien satellite. À l'autre extrémité du lien satellite, un autre proxy restitue les données initiales en enlevant les changements effectués pour le satellite.

Cette fragmentation de la connexion TCP entre la source et le destinataire en trois morceaux se nomme *spoofing*. Se basant sur leur connaissance des caractéristiques physiques de la liaison satellite, l'extrémité du lien satellite envoie les accusés de réception à l'émetteur qui stocke les paquets en cours de transit sur le lien satellite dans une mémoire tampon en vue de les réexpédier en cas de pertes ou d'erreurs.

Cette configuration est complètement transparente pour le client et le serveur qui, en fait, communiquent avec leur *proxies* respectifs qui leur envoient les acquittements nécessaires dans les délais standards.

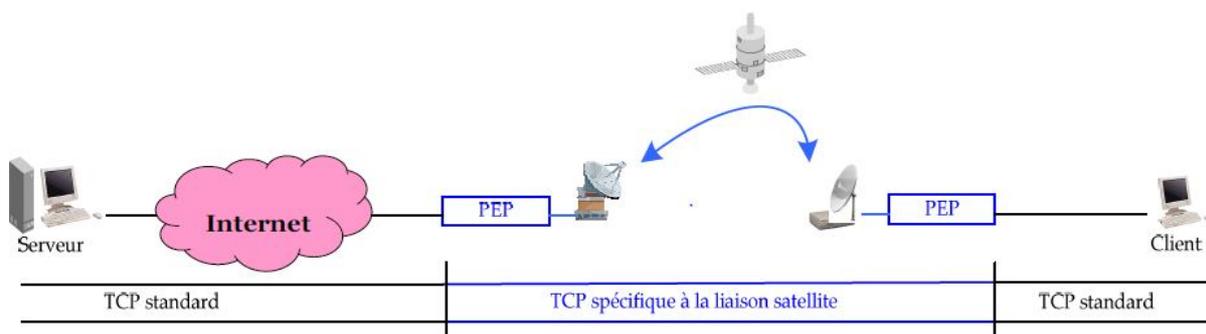


Figure 20 : Implantation des proxies PEP sur une liaison satellite

9.2.2.3. Accélération TCP

Les Fournisseurs de satellite ont contourné le problème en utilisant des techniques d'accélération TCP parfois appelées '**spoofing**', Beaucoup de solutions satellitaires ont besoin d'un périphérique externe pour assurer une accélération TCP et presque toutes les solutions existantes accélèrent le TCP dans une seule direction, ce qui présente la non gestion bout-a-bout de la session TCP.

iDirect fournit une accélération TCP bidirectionnelle, construite dans le routeur satellite sur le site distant et sur l'équipement hub du téléport.

En outre, la transmission des données est suivie, tamponnée et des accusés de réception occasionnels sont envoyés de bout en bout de sorte que si une erreur se produit, seule la partie corrompue a besoin d'être retransmise.

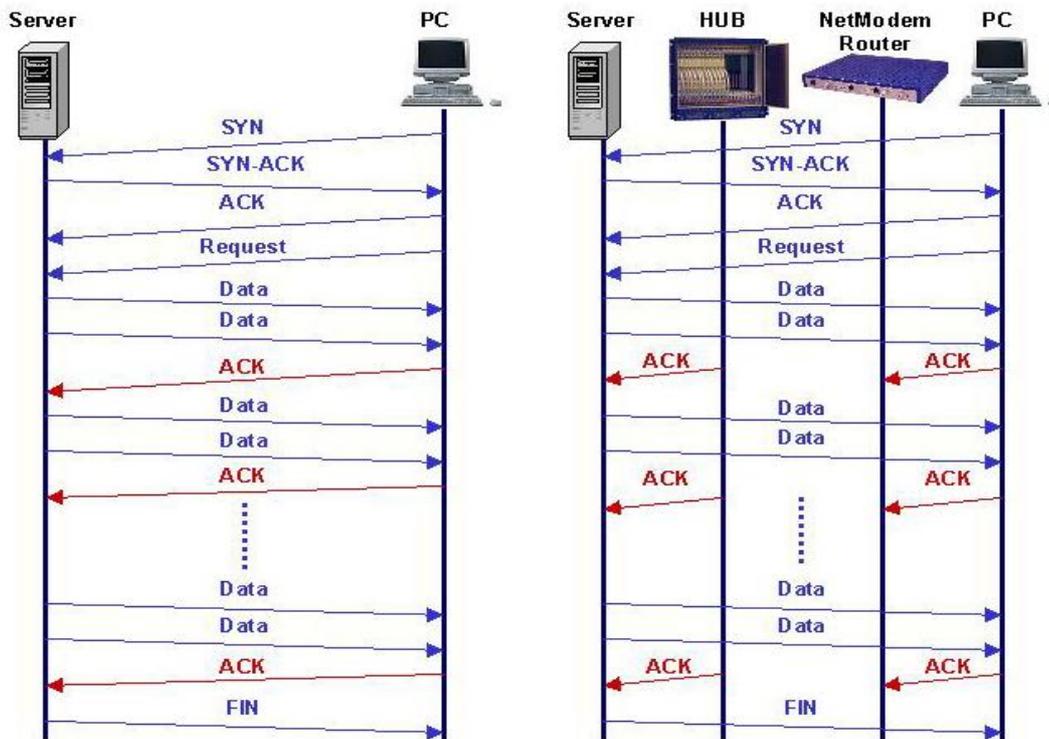


Figure 3 : Accélération TCP/IP

Une autre question connexe est la configuration de Session TCP. Cela peut être vu en chargeant une page Web qui a des liens multiples dessus. Chacun de ces liens doivent passer par un processus de connexion/reconnaissance qui doit être exécuté de façon séquentiel et directement affecté par la latence satellite.

iDirect fournit une accélération HTTP ou Web qui fonctionne dans les deux directions. Cela améliore considérablement la réponse Web en éliminant la nécessité pour les paquets d'accusé de réception de traverser la liaison par satellite. Cela a pour résultat le téléchargement facile et rapide des pages, comme si c'était une liaison terrestre.

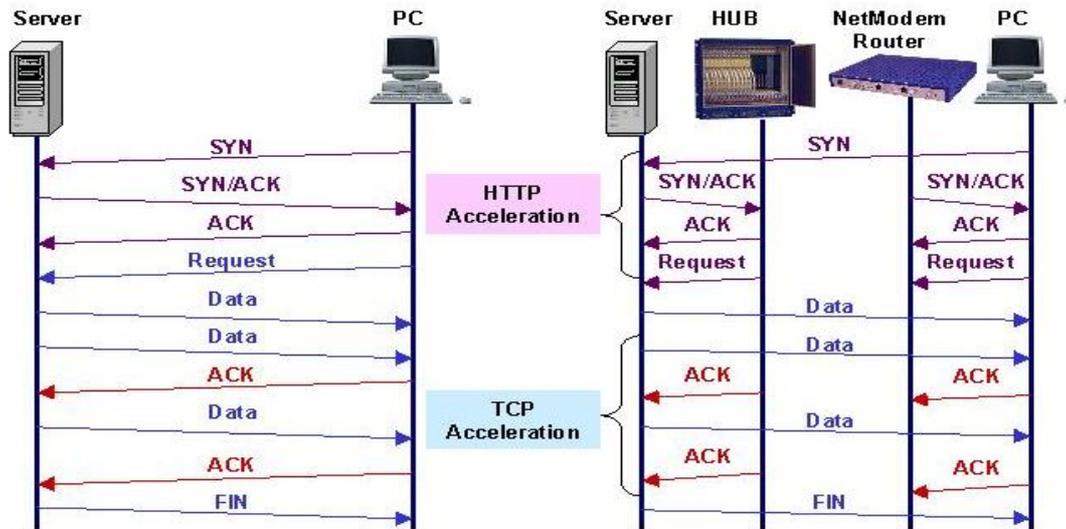


Figure 5 : Accélération http web

10. Fiabilité et Affaissement Pluie

10.1. Questions de Performance

Dans le cas de la solution **iDirect**, chaque routeur satellite a une adresse MAC et ne peut recevoir que les données spécifiquement adressées à son adresse.

iDirect utilise un format TDM qui est environ 60% plus efficace que la plupart des systèmes DVB, sinon l'opération est très semblable.

10.2. Fiabilité

La technologie TCP/IP exige de très faibles taux d'erreur binaire (BER 10^{-9}) pour fournir des données à pleine vitesse. Avec l'augmentation des taux d'erreur, les paquets doivent être retransmis, résultant une réduction significative du débit, pour ceci plusieurs techniques sont utilisées :

10.2.1. Code Correcteur d'Erreurs

FEC est la technique utilisé dans le réseau **iDirect** comme moyen de contrôle d'erreur associé à la transmission de données, de sorte que l'émetteur ajoute les données redondantes à son message. Ceci permet au récepteur de détecter et de corriger les erreurs sans la nécessité de demander à l'expéditeur des données supplémentaires. Plus le débit FEC sélectionné est important, plus le nombre de bits FEC qui devront supporter ce débit sera important.

Beaucoup de **codeurs FEC** peuvent calculer le taux d'erreur binaire (BER) du signal qui peut être utilisé comme rétroaction pour ajuster les paramètres de transmission.

Sur un service de diffusion IP par satellite, lorsque le Taux de 'Bit Error' est dégradé à 10^{-7} , le débit IP chute de environ 5%. Les Fournisseurs satellite ont intégré une correction des erreurs en aval (FEC) qui permet de corriger plus d'erreurs à la réception.

Une technologie récente appelée **Turbo Product Codes (TPC)** qui fonctionne en utilisant un processus itératif, Il corrige quelques-unes des erreurs, puis envoie les données à travers le processus, tentant de corriger toute la corruption de paquets qui pourrait s'être produite lors de la transmission. Il fait cela en utilisant un minimum de FEC. Le 'Turbo Product Coding' réduit la quantité de puissance requise pour les antennes afin de transmettre des signaux vers un satellite, tout en maintenant de hautes performances de correction d'erreur. En conséquence, les clients peuvent utiliser des antennes plus petites moins chères, ce qui permet aux applications voix, données et Internet d'être prises en charge de façon plus rentable. **iDirect** est le premier fournisseur de technologie satellite à mettre en œuvre cette nouvelle technologie dans leurs produits, et c'est le seul (à ce moment) qui l'utilise dans les deux directions.

Il y a en fait deux implémentations différentes de Turbo Codes : Les 'Turbo Convolutional Codes' (ou TCC), et les 'Turbo Product Codes ou TPC'. Selon les experts, la mise en œuvre la plus prometteuse est représentée par les Turbo Product Codes, ou TPC, car ils fournissent un avantage significatif en termes de fiabilité et de performances accrues. Les TCC limitent au maximum le taux d'erreur possible.

11. iDirect pour l'image et VoIP

La solution **iDirect** est excellente pour la VoIP et la Vidéo/IP et cela pour plusieurs raisons :

- 1- En raison de la bande passante dédiée, il n'y a aucun conflit pour commencer une transmission, gérant les bugs pour ces applications sensibles.
- 2- Beaucoup de systèmes plus anciens effectuent un envoi de données régulier chaque 250 ms. Cela signifie que l'échantillonnage est seulement de 4 fois/seconde ce qui donne une réponse Web faible et une qualité de voix très pauvre. Tandis que iDirect a réduit le temps de transmission à 125 ms, ce qui signifie que l'échantillonnage est de 8 échantillon /seconde et variable en fonction de l'application. Cela donne une réponse web utilisateur précise et une qualité de service **VoIP** de classe supérieur.

12. Puissance du signal et Affaiblissement Pluie

La solution **iDirect** protège de l'affaiblissement pluie de deux manières :

- 1- l'utilisation de la technologie de correction d'erreur **TPC** signifie que beaucoup moins d'énergie est requise pour fournir la même bande passante ce qui est le cas d'un système plus ancien utilisant la technologie **VRS**.
- 2- la solution **iDirect** intègre le contrôle automatique de puissance qui augmente automatiquement la puissance d'émission quand le signal se dégrade en raison des intempéries.

La marge de puissance supplémentaire fournie par la correction d'erreurs TPC peut être utilisée pour amplifier le signal sans dépasser les limites de puissance imposées par le fournisseur satellite sur leur transpondeur. L'équipement hub situé sur le téléport surveille en permanence le signal de chaque site distant. Alors que de mauvaises conditions météorologiques se déplacent dans une zone particulière, le(s) VSAT distant(s) dans cette zone sont commandé à distance et automatiquement pour stimuler leur puissance d'émission. Quant les conditions météorologiques s'améliorent, la puissance d'émission est augmentée.

Le système **iDirect** utilise des tailles de trames différentes qui diffèrent selon les conditions météorologiques, à cette effet, il utilise la plus petite taille qui est de 53 bits pour l'information utile et 73 bits pour le FEC lors de la dégradation des conditions au pire des cas, et des que les conditions météorologiques s'améliore la taille des trame sera augmenté d'une manière dynamique par le hub est cela en augmentant le nombre de bits de l'information utile et réduisant le nombre de bits de FEC jusque a atteindre la taille maximal qui est de 1800 bits pour l'information utile et 246 bits pour le FEC. La figure ci-dessus illustre ce concept dans le cas de la technique **SCPC** :

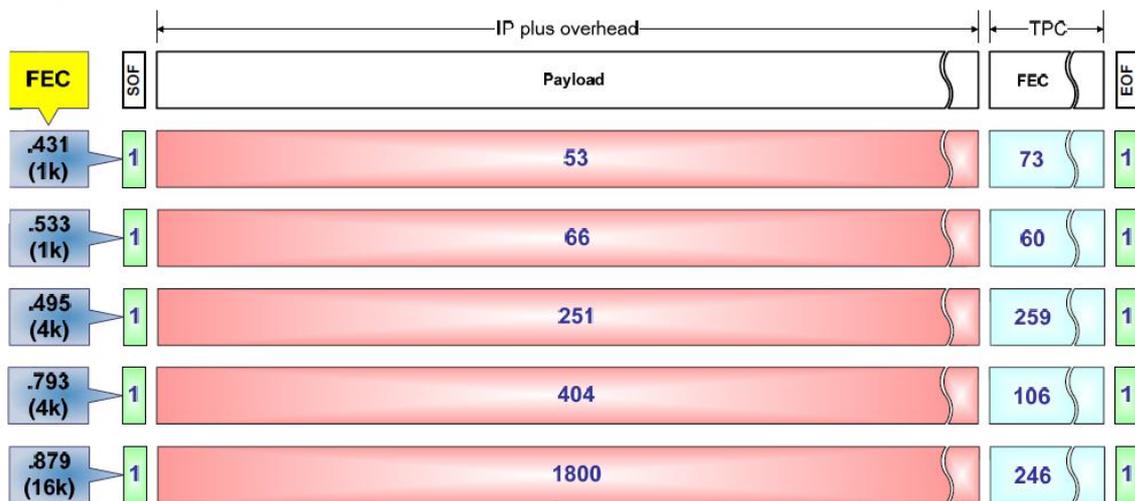


Figure 5: les différentes trames selon le taux de FEC.

13. Qualité de Service (QoS) dans iDirect

Les réseaux satellite appartiennent aux technologies d'accès au même titre que l'ADSL, l'UMTS ou le Wifi. Ils sont ainsi amenés à acheminer un nombre croissant de services de natures fortement hétérogènes (VoIP, E-mail, FTP, VoD, Streaming...).

La mise en œuvre de mécanismes de différenciation de traitement entre ces services par rapport aux contraintes spécifiques (délai, débit constant ou variable, gigue, perte de paquets ...) que posent chacun, est nécessaire.

L'ensemble de ces techniques peut être inclus sous l'appellation de qualité de service.

L'application QoS basée 'fil d'attente', permet à l'administrateur d'allouer un pourcentage de bande passante aux applications ou aux protocoles spécifiques et de fixer le niveau de priorité

afin de fournir la qualité désirée. QoS fonctionne dans les deux directions, de sorte qu'un appel **VoIP** ne sera pas retardé par un autre téléchargement de fichier volumineux.

Lorsque l'application prioritaire est inactive, la bande passante est disponible pour un usage général.

La hiérarchisation du trafic peut être effectuée sur :

- Adresse IP de destination
- Adresse IP source
- Numéro de port TCP Source
- Bits Diffserv et TOS
- Protocole Internet (TCP, FTP, UDP, RTP, ICMP).
- VLAN ID

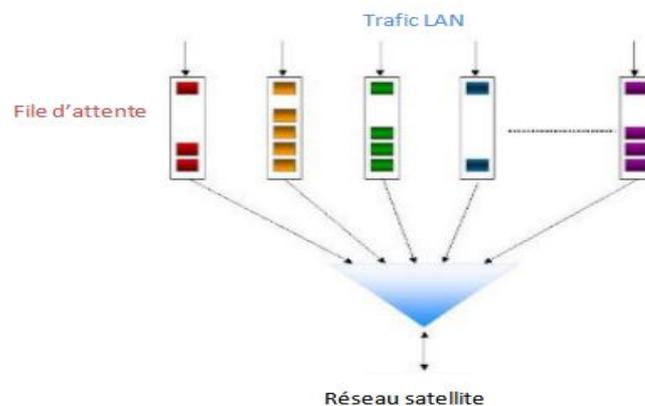


Figure 6 : Schéma qui illustre le concept QoS avec file d'attente

La fonction **QoS** peut aussi être utilisée pour filtrer les données non désirées ou les rejeter sur la base des mêmes critères, essentiellement par l'affectation d'une bande passante de zéro (0%) pour l'application ou le protocole indésirable.

13.1. Niveaux de service

Le terme « **niveau de service** » (en anglais *Service level*) définit le niveau d'exigence pour la capacité d'un réseau à fournir un service point à point ou de bout en bout avec un trafic donné. On définit généralement trois niveaux de QoS :

- **Meilleur effort** (*best effort*), ne fournissant aucune différenciation entre plusieurs flux réseaux et ne permettant aucune garantie. Ce niveau de service est ainsi parfois appelé *lack of QoS*.
- **Service différencié** (*differentiated service* ou *diffserv*), permettant de définir des niveaux de priorité aux différents flux réseau sans toutefois fournir une garantie stricte.
- **Service garanti** (en anglais *guaranteed service* ou *hard QoS*), consistant à réserver des ressources réseau pour certains types de flux. Le principal mécanisme utilisé pour obtenir un tel niveau de service est RSVP (*Protocole de réservation de ressources*)

13.2. Concept de Communication SAR

Un avantage est la capacité unique de la solution **iDirect** à faire la fragmentation et l'entrelacement. Ceci élimine le cas où le système a commencé à transmettre un gros paquet de données et un paquet de petite voix vient derrière est retardé (même si elle a une priorité dans la file d'attente). Lorsque des gros paquets sont fragmentés, alors le paquet voix doit attendre un emplacement

Segmentation et réassemblage se réfère au processus utilisé pour fragmenter et réassembler les paquets de longueur variable en cellules de longueur fixe de manière à leur permettre d'être transportés à travers les réseaux. Des paquet de données de plusieurs types (voix,image) qui doivent être transmis à travers le réseau sont découpé en segments de 70 octets se qui permet d'envoyer un segment de type voix après chaque transmission d'un ou plusieurs segments de l'autre type . A l'autre bout, ces morceaux sont regroupés ensemble pour reconstituer les paquets d'origines.

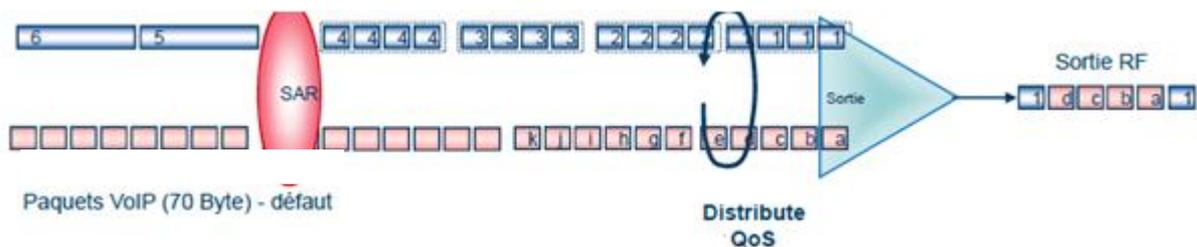


Figure 7 : Schéma du concept de communication SAR.

13.3. Débit Minimal Garanti (Committed Information Rate: CIR)

Chaque routeur satellite VSAT distant **iDirect** se voit attribuer une petite quantité de bande passante dédiée, ce qui élimine la nécessité de lutter pour pouvoir transmettre, et garantissant que peu importe l'occupation du réseau, cette partie de la bande passante sera toujours disponible.

La bande passante CIR supplémentaire peut être dédiée de façon permanente ou allouée dynamiquement sur une base de site pour répondre aux besoins spécifiques, pour un coût supplémentaire. Le CIR supplémentaire alloué en permanence aux emplacements distants ne peut pas être utilisé par n'importe quel autre VSAT.

Le CIR Dynamique est alloué à des sites spécifiques quand ils ont des données à envoyer, sinon les intervalles de temps d'allocation de bande passante sont partagés pour un usage général parmi tous les VSAT.

Un facteur clé de différenciation est la rapidité avec laquelle le CIR dynamique peut être affecté. La plupart des systèmes qui fournissent une capacité de CIR prendront 10 secondes pour établir une bande passante dédiée, tandis que le système iDirect, sera disponible en moins d'une seconde.

13.4. Collision de Bande passante

Plusieurs VSAT distants doivent disposer de la bande passante afin de transmettre leurs données. Certains systèmes satellite large bande exigent de la bande passante, en s'appuyant sur une technologie qui fonctionne un peu comme l'**Ethernet partagé**. Alors que de plus en plus d'utilisateurs sont ajoutés au système, il y a des collisions qui se produisent lorsque plusieurs utilisateurs demandent de la bande passante en même temps.

Le système **iDirect** minimise le temps de connexion en attribuant une petite quantité de bande passante dédiée ou CIR (Committed Information Rate) à chaque routeur satellite, de sorte qu'un VSAT n'a jamais besoin de soutenir l'accès, Il a toujours une connexion sur le hub.

Un pool supplémentaire de bande passante partagé est alloué dynamiquement à chaque site distant jusqu'à 8 fois/seconde en utilisant un algorithme d'accès équitable pour empêcher les sites à l'utilisation élevé de gêner les autres sites.

Le hub alloue dynamiquement la bande passante pour chaque site en fonction des limites de taux configurés QoS, CIR. Avec tous les avantages de performance fournis par cette solution. L'efficacité de la bande passante augmente de 10 à 20% pour la plupart des systèmes existants, à plus de 95% sur un système **iDirect**.

14.4 Conclusion

iDirect est la plateforme de choix pour les gouvernements, l'armée, l'industrie pétrolière et minière ainsi que la plupart des industries qui œuvrent dans des régions éloignées ou bien qui ont besoin d'une redondance satellite pour leur accès à Internet.



Chapitre IV :
La visioconférence



1. Introduction

Pour permettre toute communication entre des interlocuteurs géographiquement distants, une solution consisterait à une interconnexion par différents supports de transmission. A cet effet, dans ce présent chapitre nous allons voir les principes de fonctionnement de la visioconférence utilisant la transmission par satellite précisément la technologie iDirect. Ainsi les protocoles utilisés et enfin, les avantages et les inconvénients de cette dernière.

2. Historique

Les débuts de la vidéoconférence datent de l'époque où la télévision a commencé à se répandre. Très rudimentaire à l'époque (transmission par câbles), la vidéoconférence a ensuite évolué avec la maîtrise des télécommunications hertziennes et de la démocratisation des radiofréquences. C'est ensuite avec l'utilisation des communications via des satellites que la vidéoconférence a évolué et attiré un public plus large.

La vidéoconférence a commencé à se développer vers la fin des années 90. Tout d'abord grâce à l'arrivée de l'ADSL, offrant une connexion Internet plus rapide et permettant ainsi de bénéficier d'une meilleure qualité d'affichage de la vidéo. Puis, la baisse du prix des webcams a donné la possibilité aux particuliers de s'équiper en matériel. Ensuite, les ordinateurs commençaient à être de plus en plus puissants, ce qui est très utile pour gérer plusieurs conversations, car cela nécessite beaucoup de ressources.

La vraie révolution ayant permis à la vidéoconférence de s'imposer a été l'apparition des transmissions via IP (internet Protocol). Cette technologie a apporté à la visioconférence un gain sans précédent en termes de compression de données, de rapidité de transfert, si bien que les vidéoconférences d'aujourd'hui n'ont plus rien à voir avec les visioconférences des débuts de l'ère numérique. La vidéoconférence a su entrer dans les foyers via par exemple des services de messagerie instantanée (msn, skype, etc...).

3. La visioconférence et la visiophonie

3.1. La visioconférence

La visioconférence est une technologie qui permet, depuis un micro-ordinateur, de communiquer avec un ou plusieurs interlocuteurs distants et de les voir en temps réel dans une fenêtre virtuelle à l'écran. Elle permet à ses participants, disséminés sur plusieurs sites distants, de communiquer en bénéficiant d'une transmission du son, de l'image et de tout autre type de données.

3.2.La visiophonie

Quand on parle de visiophonie on parle du même concept que la visioconférence (communication avec le son et l'image) cependant seuls deux interlocuteurs communiquent entre eux. C'est une version simplifiée de la visioconférence qui peut être utilisé dans certains cas. Cependant, ce terme reste peu utilisé et remplacé dans la majorité du temps, par la visioconférence peut importe le nombre d'intervenants.

4. Les concepts de la visioconférence

Contrairement a la visiophonie, la visioconférence permet de faire dialoguer plus de deux personnes en même temps et donc de simuler une conférence à plusieurs interlocuteurs, lorsque tous les membres ou partie d'entre eux sont éloignés géographiquement.

Pour arriver à cela, il existe plusieurs façons de s'organiser qui seront détaillées dans ce qui suit, mais tout d'abord, il faut définir ce qu'on appelle un « point ».

4.1.Notion de point

On appel point chaque équipement permettant de faire participer de la visioconférence .par exemple : une salle équipée, un ordinateur ou même un téléphone portable sont des points qui vont servir à se connecter avec un ou plusieurs interlocuteurs.

4.2.Les modes d'utilisation de la visioconférence :

La mise en place d'une réunion par visioconférence peut différer selon les outils que l'on dispose, cette mise en place est appelée «mode de diffusion ». Elle représente l'organisation d'une visioconférence .Elle peut être constituée de plusieurs personnes disposant chacune de son propre système pour interagir dans la conférence, ou alors d'un seul système dédié a plusieurs personnes en même temps.

4.2.1. Le Mode point à point

Une simple visiophonie est un mode point à point, c'est-à-dire que seul deux interlocuteurs sont en relation avec chacun leur dispositif nécessaire .A ce niveau, il est encore Tôt de parler de visioconférence.



Figure 1 : schéma du mode points à point

4.2.2. Le broadcast ou mode diffusé

Dans ce mode de diffusion, plusieurs point écoutent un seul point .Ce type de système est utilisé lorsqu'un message important doit être diffusé a plusieurs endroits et que les autres points n'ont aucune raison d'interagir entre eux.



Figure 2 : schéma de mode diffusé

4.2.3. Le mode multipoints

Le dernier mode de diffusion appelé « multipoints » va faire interagir tous les points entre eux. Dans ce mode, le partage de la conférence est complet et égale pour tous. Chaque interlocuteur pourra ainsi s'exprimer et se faire entendre par tous les autres. Ce mode est celui qui correspond le mieux à une situation réelle.

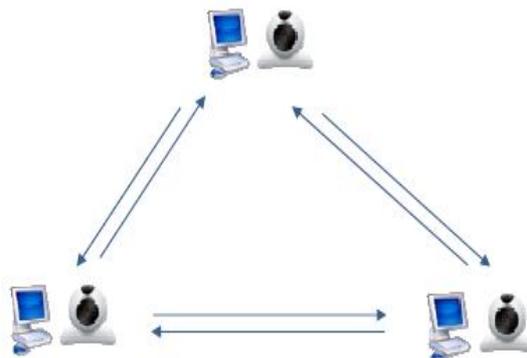


Figure 3 : schéma du mode multipoint

5. Les champs d'applications de la visioconférence

Aujourd'hui la visioconférence est utilisée dans bien des domaines, privés comme professionnels .Sa simplicité et la diminution des coûts relatifs à son utilisation lui permettent d'être en constante augmentation sur de nouveaux marchés.



Ci-dessus quelques exemples de marchés sur lesquelles la visioconférence est très présente.

5.1. Le e-Learning

Est un système qui permet de suivre certaines formations sans se déplacer de chez soi, en regardants des cours données a distance par visioconférence.

Le système varie en fonction de besoin, ainsi le cours peut être donné de façon diffusé ou privé .En effet, un professeur donnant un cours à une classe par visioconférence le fera de façon diffusée et la communication ne se fait que dans un sens ,du professeur vers l'étudiant . Dans le cadre d'un cours privé, le professeur est en relation avec l'étudiant et les deux interagissent selon le même fonctionnement qu'un rendez-vous face à face .Ces cours particuliers sont, la plupart du temps, données en ligne et leur tarifs sont adaptés en fonction du cours et du temps écoulé.

5.2. Médecine

5.2.1. La télémédecine

Dans le domaine médical, des médecins, infirmiers et autres spécialistes utilisent des réseaux d'information servant à regrouper et partager leurs connaissances, ce qui facilite le suivi et le traitement de patients. Le passage des ces informations a travers différant medias est appelé « télémédecine » et est réservé au personnel travaillant dans le monde médical. Les médecins ont ainsi la possibilité d'échanger des informations en montrant en direct le patient lors d'une consultation ou même durant une opération.

5.2.2. La télésanté

Toujours en cours de développement, la télésanté est un procédé permettant aux patients eux-mêmes d'interagir visuellement avec leur médecin. Ils peuvent ainsi être suivis depuis chez eux sans avoir à se déplacer, ce qui représente un gain de temps et surtout d'effort pour des personnes à mobilité réduite.

5.3. En entreprise

L'utilisation de la visioconférence en entreprise est en constante augmentation .Ces technologies leurs permettent de communiquer a l'interne entre succursales ou entre partenaire de façon rapide, et fiable et surtout peu coûteuse. Elle y apporte des avantages sur le plan financier et peut améliorer l'image innovante de l'entreprise.

5.4.La recherche

- Réunir un ensemble de chercheur travaillant sur un même projet
- Gestion de projet international
- Jurée de thèses éloignées

5.5.Grand publique

Pouvoir communiquer avec sa famille, ses amis ou toutes autres personnes dans des conditions proches du face à face.

6. Le streaming

Le streaming, ou le webcasting, est une lecture directe du flux audio ou vidéo sans phase de téléchargement à travers un réseau informatique, l'utilisateur clique sur le lien vidéo ou audio, et quelques secondes plus tard il visualise ou écoute les éléments qu'il a choisis, presque instantanément.

6.1.Les Protocoles utilisés

- RTP/RTCP pour le transport temps réel
- RTSP pour la gestion d'une session de streaming

6.1.1.Le RTSP(Real-Time Streaming Protocol)

Le protocole RTSP est un protocole qui permet à l'utilisateur de commander le flux multimédia en cours (avance rapide, pause etc.). Cette sorte de télécommande lui servira à commander un ou plusieurs serveurs en parallèle et pourra être partagée simultanément entre plusieurs utilisateurs.

6.1.1.1. Fonctionnalités de RTSP

Le protocole RTSP permet de réaliser les scénarios suivants :

- Récupération d'un contenu multimédia à partir d'un serveur. La description du contenu multimédia est récupérée via HTTP par exemple. La récupération du flux multimédia peut se faire en unicast aussi bien qu'en multicast.
- Invitation d'un serveur multimédia à une conférence, afin d'incorporer à la conférence un flux multimédia existant sur ce serveur, ou d'effectuer un enregistrement d'une partie ou de la totalité de la conférence sur le serveur invité.

- Ajout d'un contenu multimédia à une présentation en cours. Dans ce cas, lors d'une diffusion en direct par exemple, le serveur prévient le client qu'un flux supplémentaire est disponible pour la transmission.

Les principales méthodes qui permettent la connexion et la navigation dans le fichier multimédia sont :

SETUP: Le client demande au serveur l'allocation des ressources pour un flux et commence une session RTSP.

PLAY: Le client demande la transmission des données d'un flux alloué selon SETUP.

PAUSE: Le client arrête temporairement le flux sans libérer les ressources du serveur.

TEARDOWN: Le client demande de libérer les ressources associées au flux. La session RTSP cesse d'exister sur le serveur

La figure ci-dessous représente les différentes étapes d'une session RTSP. Nous pouvons ainsi voir concrètement comment sont utilisés les mécanismes détaillés précédemment.

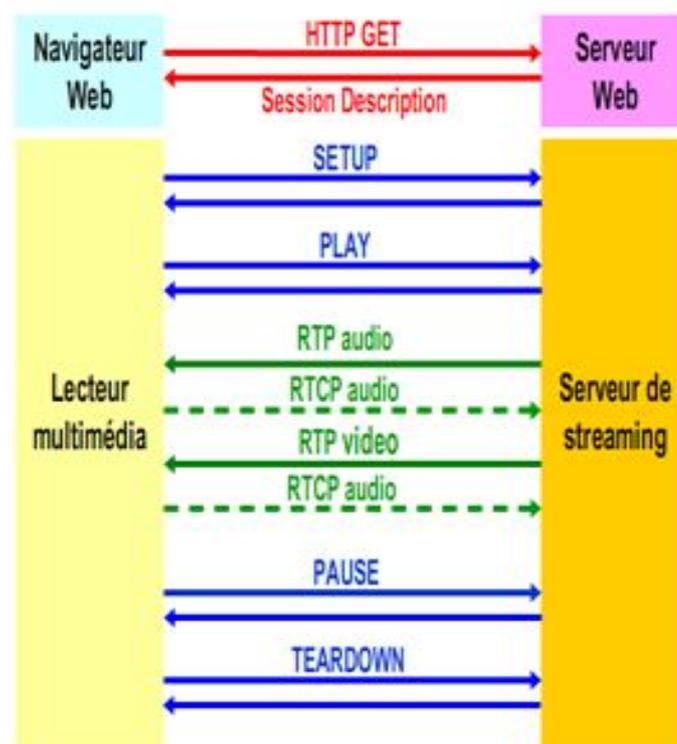


Figure 4: fonctionnement du protocole RSTP



7. Transmission à travers un réseau

Un signal transportant du son et de la vidéo nécessite une certaine organisation et un matériel adapté .Pour cela, plusieurs critères sont à prendre en compte tel que :

- La bande passante.
- Les différents protocoles à utiliser.
- Les algorithmes de compressions.

La bande passante disponible à l'envoi du message sera déterminante quant à la qualité de ce dernier. En effet, avec une bande passante élevée il est possible de faire transmettre plus d'informations relatives à la vidéo afin d'avoir une qualité d'image améliorée.

Cependant, la compression permet de transmettre à des débits inférieurs tout en gardant la haute qualité des vidéos.

Malheureusement, tout cela n'est pas suffisant car, même si l'on dispose du matériel nécessaire, une communication entre deux dispositifs ne peut pas avoir lieu s'ils ne parlent pas la même langue .pour remédier a ce problème, des normes ont été développées par l'ITU qui permettent d'assurer une compréhension du message entre les points. Il en existe plusieurs qui varient en fonction du type du matériel utilisé .Elles ont pour objectif principal de respecter une compatibilité matérielle et logicielle entre des équipements de marque différentes. C'est pour cette raison qu'il est impératif que les constructeurs suivent des normes établies afin que les utilisateurs n'aient pas à se soucier du type d'équipement qu'ils emploient.

7.1.Compression/décompression vidéo, audio (Codecs)

Des les débuts de la visioconférence, la qualité d'information demandées pour un appel a vite été le problème des constructeurs et la simple amélioration des équipements ne permettait pas d'y remédier .Il a fallu se pencher sur des solutions logicielle pour alléger la quantité d'information transmises.

Afin de décharger les réseaux de cette quantité de données, l'utilisation de codecs est nécessaire .Un codec est un procédé servant a compresser et décompresser le signal afin de respecter certaines normes ; et il est utilisé de façon à ce que le flux vidéo ou audio puisse être lu dans un format léger .il existe plusieurs codecs avec pour chacun une méthode compression /décompression différente .Cependant ,deux machine désirant communiquer doivent utiliser les mêmes codecs des deux coté afin de coder et décoder le signal de la même manière .Sans cela, le signal ne serait pas lisible par le récepteur.

7.2. Les normes

La transmission d'un flux d'informations à travers un réseau requiert l'utilisation de plusieurs normes afin de faciliter la communication entre plusieurs machines. La visioconférence fait l'usage de plusieurs d'entre elles qui se regroupent en catégories distinctes.

Ces catégories ont une fonction propre à elle-même et contiennent plusieurs normes plus ou moins récentes. Afin de faciliter la compréhension de ce chapitre, seules 3 catégories contenant quelques-unes de leurs normes seront abordées dans l'ordre suivant :

- Audio.
- Vidéo.
- Contrôle de signalisation.

7.2.1. Les normes audio

Normes	Description
G.711	Norme de compression audio pour la visioconférence en H.323 et H.320
G.722	Norme permettant d'obtenir une qualité de voix haute définition
G.723	norme de compression audio pour la visioconférence ainsi que la téléphonie IP
G.726	Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif allant de 40, 32, 24, 16 kbit/s
G.729	Normes découpant un flux en un codage de voix sur 8bit/s

Tableau 4 : norme audio

7.2.2. Les normes vidéo

Norme	Description
H.261	Norme pour l'audiovisuel à 64 Kbits/s
H.263	Norme vidéo pour les lignes à bas débits
H.264	Norme vidéo flexible plus efficace que ses prédécesseurs
MPEG-2	Norme développée pour le transport sur des réseaux pour la TV numérique.
MPEG-4	Evolution de la MPEG-2 en ajoutant de nouvelles applications multimédias.

Tableau 5 : norme vidéo

7.2.3. les normes de contrôle et signalisation

Norme	Description
H.225	Sert à la gestion des appels (établissement et contrôle d'un appel)
H.245	le protocole H.245 permet l'établissement de canaux RTP/RTCP permettant le transfert de données multimédia et le contrôle de ce transfert.

Tableau 6 : Normes de contrôle et signalisation

8. Les protocoles de la visioconférence

Il existe à l'heure actuelle plusieurs protocoles différents servant à faire communiquer des machines, ou des logiciels ensemble.

Il est important de bien comprendre que le message transmis est un regroupement de plusieurs normes avec pour chacune des fonctions bien distinctes. On y retrouve notamment des normes dédiées à la vidéo, à l'audio ainsi qu'au contrôle et à la signalisation.

Cependant un protocole n'utilise pas forcément une seule de ces normes par catégorie mais plusieurs. Ex : si dans une communication entre deux machines l'une d'elles ne reconnaît pas une norme vidéo, le protocole va alors en choisir une autre, reconnu par les deux, afin d'assurer la communication.

8.1.H.323 et SIP

Ces deux protocoles, bien que différents, ont le même objectif : faire passer des informations audio/vidéo sur un réseau en maximisant la qualité tout en utilisant le moins de bande passante possible.

Pour assurer une interopérabilité entre des équipements ou logiciels, ils ont recours à des techniques différentes et présentent chacune des avantages et inconvénients.

8.1.1. Le protocole H.323

➤ Zone H.323 et entités H.323

Les entités H.323 sont regroupées dans des zones. Une zone est un ensemble de terminaux, passerelles (Gateway, GW) et ponts de conférence (Multipoint Control Unit, MCU) gérés par un même portier (Gatekeeper, GK). La zone comprend au moins un terminal et, éventuellement, des Gateway ou des MCUs. Une zone n'a qu'un seul Gatekeeper. La zone peut être indépendante de la topologie du réseau et peut être constituée de plusieurs segments de réseau connectés à l'aide de routeurs ou d'autres dispositifs. H.323 permet l'échange de signalisation afin d'établir des canaux de communication pour le transport de flux multimédia entre endpoints (terminal, un Gateway ou un MCU).

➤ Terminal (participant)

Un terminal est un endpoint permettant des communications en temps réels avec d'autres endpoints. Il s'agit d'un équipement utilisateur tel qu'un PC ou un téléphone IP qui supporte au moins un codec audio et éventuellement d'autres codecs audio et vidéo.

➤ Gateway

Une Gateway assure en temps réel des communications bidirectionnelles entre des terminaux H.323 et d'autres terminaux (e.g : terminaux RTC, RNIS, GSM).

La Gateway traduit d'une part les protocoles de signalisation et permet de faire communiquer des équipements de visioconférence quelque soit le réseau utilisé. Elles se présentent sous la forme d'une carte interface complémentaire intégrée au matériel.

➤ Gatekeeper

Un Gatekeeper est le composant le plus important d'un réseau H.323. Il agit comme étant le point central pour tous les appels dans sa zone et contrôle les endpoints. Un Gatekeeper H.323 agit comme un commutateur virtuel.

Le Gatekeeper exécute deux fonctions importantes qui sont :

- La translation d'adresse d'un alias LAN d'un terminal ou d'une passerelle (Gateway) vers une adresse IP, comme le définit la spécification RAS. Ainsi que l'acceptation de canal d'information.
- La gestion de la bande passante, aussi décrite dans la spécification RAS. Par exemple, si un administrateur réseau a spécifié un seuil pour un nombre simultané de conférences sur le LAN, le Gatekeeper peut refuser toutes les connexions qui seront au-delà de ce seuil. Ceci a pour effet de limiter la bande passante pour de l'usage en conférence à une fraction de la bande passante totale.



La bande passante restante est réservée aux e-mails, aux transferts de fichiers, et autres protocoles du réseau. L'ensemble des terminaux, des Gateways et des Multipoint Control Units (MCUs) dirigé par un seul Gatekeeper constitue une Zone H.323.

Le Gatekeeper n'est pas obligatoire dans un réseau H.323 mais lorsqu'il existe, tous les équipements de la zone doivent dialoguer avec lui pour établir des communications.

➤ Multipoint Control Unit (MCU)

Un MCU est un terminal qui supporte des conférences entre 3 (ou plus) terminaux. Il peut s'agir d'un équipement indépendant (e.g. PC) ou peut être intégré dans un Gateway, un Gatekeeper ou un terminal. Un MCU consiste en deux entités qui sont :

- Contrôleur multipoint (Multipoint Controller, MC)
- Processeur multipoint (Multipoint Processor, MP)

La fonction MC met en œuvre le contrôle et la signalisation pour le support de la conférence alors que la fonction MP reçoit les flux des terminaux, les traite, et les retourne aux terminaux participant à la conférence

Il existe deux types de MCUs :

- **MCU centralisé** : Il met en œuvre la signalisation (MC) et le traitement des flux (MP). Tous les terminaux envoient les flux audio et vidéo et les flux de contrôle au MCU en mode point à point. Sa fonction MC gère de manière centralisée la conférence en utilisant les fonctions de contrôle **H.245** qui définissent entre autres les capacités de chaque terminal. Le MP réalise le mixage du trafic audio et vidéo. Puis, il émet les flux résultants à chaque participant. Le MP doit aussi convertir si nécessaire les différents codecs et débits utilisés entre terminaux.
- **MCU décentralisé** : Il met en œuvre la signalisation uniquement. Les flux sont échangés directement entre les terminaux. Dans ce cas, le MCU fonctionne avec la fonction MC mais sans fonction MP.

8.1.2. Famille de protocoles H.323

H.323 est un regroupement de plusieurs normes et sert à encapsuler un signal de visioconférence sur des réseaux IP. Il se présente comme un des premiers protocoles adaptés dans le transfert de données multimédias sur un réseau.

H323 normalise aussi la signalisation à utiliser pour l'établissement d'une communication. La voix/vidéo est transmise en utilisant le protocole UDP, associé aux protocoles RTP et RTCP pour le transfert des données en temps réel.

Il regroupe entre autres les normes suivantes, dont certains ont été vus dans la section précédente :

Types de normes	Normes
Normes vidéo	H.262, H.263, H.263+, H.264
Normes audio	G.711, G.722, G.723, G.726, G.728, G.729
Normes contrôle et signalisation	H.225, H.245

Tableau 7 : Famille de protocoles H.323

Il existe cependant deux version de H.225 qui sont :

- **H.225 RAS (Registration, Admission and Status)** : La signalisation RAS est utilisée entre les endpoints et le Gatekeeper qui les contrôle. RAS permet donc au Gatekeeper de contrôler les endpoints présents dans sa zone. Ce protocole permet de localiser le gatekeeper, d'enregistrer, de demander l'autoriser pour faire un nouvelle appelle.
- **H.225 Call signaling (Q.931)** : Cette signalisation permet d'établir et de libérer des connexions entre endpoints H.323. Les messages utilisés sont ceux du protocole de signalisation Q.931 modifiés par la recommandation H.225.
- Les protocoles temps réel sur IP utilisés sont RTP et RTCP
 - RTP fournit un transport de bout en bout sur un réseau pour les applications transmettant des données en temps réel, telles que la voix/vidéo, en unicast et en multicast. RTP ne se préoccupe pas de la réservation de ressources et ne garantit pas la qualité de service des transferts de données en temps réel.
 - RTCP qui fournit un contrôle minimal et des fonctions d'identification particulièrement utiles dans le cas de réseaux multicast. RTP et RTCP sont conçus pour être indépendants des réseaux sous-jacents.
- **RSPVP** : a pour rôle l'allocation de la bande passante

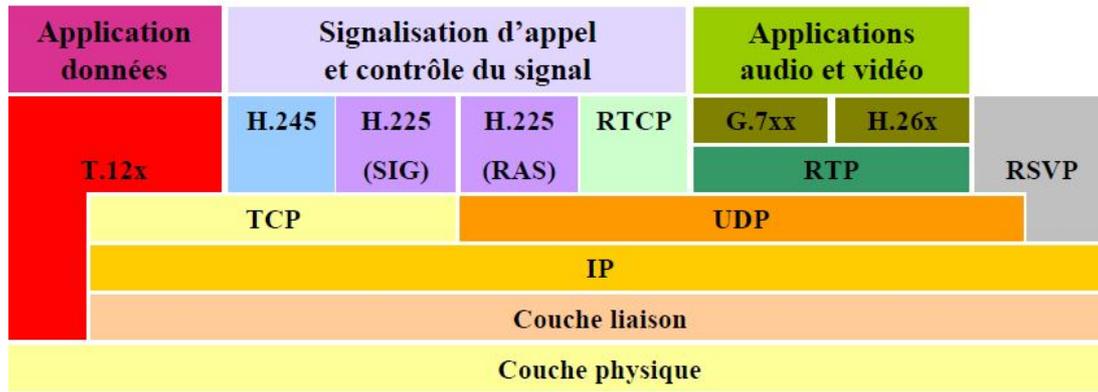


Figure 5 : couche et famille de protocole H323

8.2.1. Fonctionnement

Le fonctionnement du protocole H.323 diffère selon les cas d'utilisation (le nombre d'interlocuteurs ou de la structure utilisée). Par exemple : dans un schéma simple comme le point à point ou les deux points sont directement connectés entre eux, l'utilisation d'autres éléments servant à la multi connexion ne sont pas requis.

➤ Cas d'utilisation n°1 : le fonctionnement point à point

Dans ce premier cas, l'appelant va entrer l'adresse IP du destinataire pour pouvoir demander la connexion. Le destinataire répond en fonction de son état « libre » ou « occupé ». En cas de réponse « libre » à l'appelant, les deux points se mettent d'accord sur les codecs audio et vidéo qu'ils vont utiliser et la connexion s'établit.

Une fois la connexion établie, les données seront transmises sur des ports différents, en effet, l'information audio et vidéo passera sur des ports UDP et les données utiles à la connexion sur des ports TCP. Mais pourquoi cela ?

Des données importantes relatives à la connexion, sont envoyées avec le protocole TCP car celui-ci va s'assurer qu'elles arrivent à destination. Cela coûte plus cher en termes d'information à passer sur le réseau dû aux données de vérification qui doivent voyager. Contrairement aux données sensibles, les données audio et vidéo peuvent se permettre de la perte. En effet, une perte d'audio ou de vidéo de quelques millisecondes ne représente pas un gros problème pour la compréhension du message au sens humain. Ces données passent donc avec un protocole UDP qui s'occupe de transporter les données sans vérifier qu'elles arrivent à destination afin d'éviter l'engorgement du réseau.

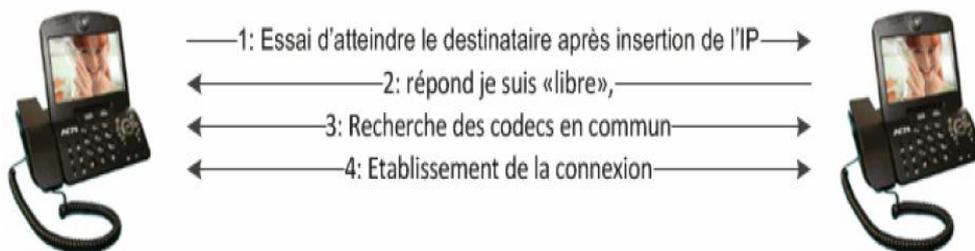


Figure 6 : fonctionnement H323 en mode point a point

➤ **Cas d'utilisation n°2 : utilisation de « Gatekeeper »**

Un autre cas d'utilisation est l'ajout d'un Gatekeeper entre les points, qui a pour rôle de traduire les numéros de téléphone en adresse IP ainsi que de gérer les autorisations. Il sert de passerelle d'accès pour pouvoir se connecter ensuite directement au destinataire.

Tout d'abord, l'appelant doit demander une autorisation au Gatekeeper pour ce connecter avec le destinataire si il n'est pas occupé, le Gatekeeper transmet l'adresse du destinataire à l'appelant. La suite des opérations se passe comme dans le premier cas ou une fois mis en relation, les deux points communiquent indépendamment sans passer par le gatekeeper. Cependant, ce dernier est informé lorsque la conversation prend fin et rétablit les états des intervenants à « libre ».

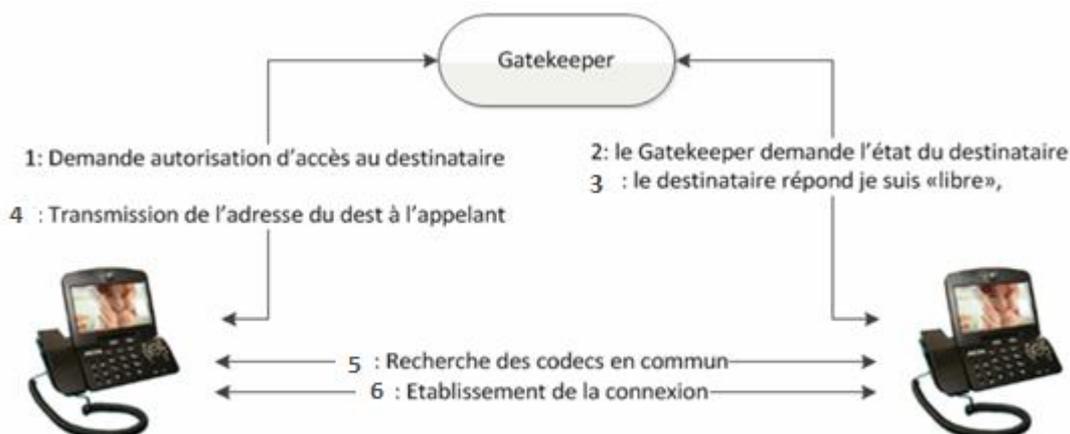


Figure 7 : fonctionnement H 323 avec un Gatekeeper

➤ **Cas d'utilisation n°3 : utilisation de MCU**

Lors d'une utilisation multipoints, l'utilisation de MCU (Multipoint control unit) est requise. Ils peuvent être sous forme de logiciel ou machine et ont pour rôle d'établir plusieurs communications simultanément. Lors de la vidéoconférence ce sont les MCU qui vont permettre aux utilisateurs de se retrouver dans la même conversation. Ces MCU sont prévus pour les modes « diffusé » et « multipoints ».

Ils ont également l'avantage de servir de passerelle entre deux points dont les codecs sont incompatibles, ce qui leur permet d'élargir les possibilités de connexion entre les équipements.

Par rapport au cas précédent, les points ne seront plus directement connectés entre eux après la demande de résolution d'adresse par les Gatekeeper, mais seront en relation directe avec le MCU. Ils peuvent être plus que deux connectés à ce dernier ce qui représente une salle virtuelle de communication.

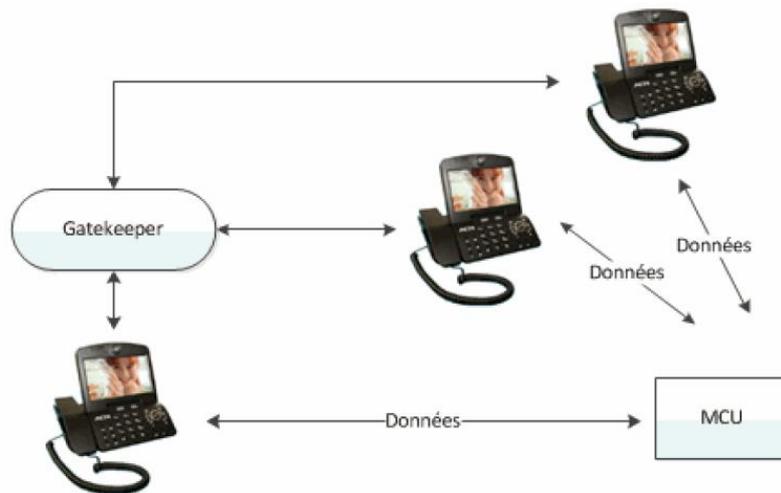


Figure 8 : fonctionnement H323 avec un MCU

8.2. Le protocole SIP

SIP (Session initiation Protocol) est un protocole destiné à établir, modifier ou fermer des sessions multimédia. Il a été conçu spécifiquement pour la VoIP, il n'est pas chargé de faire passer des données vidéo ou audio, mais il offre une compatibilité élargie avec d'autres protocoles. En effet, il a des particularités d'être flexible et peut fonctionner avec bon nombre de codecs vidéo, audio, ainsi que des protocoles de transport différents.

Le protocole est bâti sur une architecture Client/Serveur et utilise des messages textuels. Les messages sont transportés par les protocoles de transport réseaux TCP ou UDP. Le message possède un en-tête et un corps

.L'en-tête définit les paramètres nécessaires au routage du message et à l'établissement de la session. Le corps définit les caractéristiques de la session à l'aide d'un protocole de description de session. Le protocole recommandé (mais non obligatoire) est SDP.

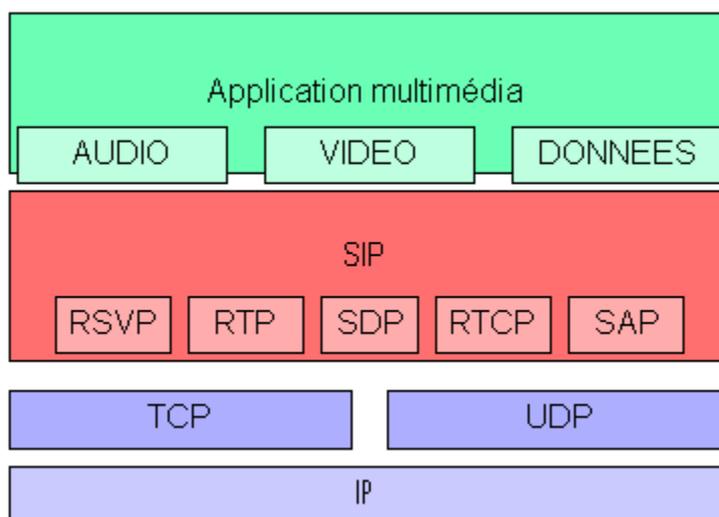


Figure 9 : Couches et familles de protocole SIP.

8.2.1. Fonctionnement

Les principales fonctions d'un protocole de signalisation sont :

- localiser un terminal.
- contacter un terminal pour déterminer sa volonté d'établir une session .
- échanger des informations sur les média pour permettre l'établissement d'une session.
- modifier des sessions media existantes.
- clore une session média existante.

SIP peut être utilisé pour le contrôle de conférences multimédia, d'appels téléphoniques sur IP et bien d'autres types de communications. Les communications peuvent être en unicast ou en multicast. Les participants sont des utilisateurs finaux, des serveurs de media (audio, vidé...), des serveurs de pure signalisation SIP, ou bien des passerelles vers d'autres réseaux.

Les requêtes sont les suivant :

Libellé de la requête	Description
INVITE	Demande d'une nouvelle connexion
ACK	Confirmation d'ouverture de la connexion
CANCEL	Annulation de la demande en cours
BYE	Termine la session
OPTIONS	Demande de capacité de serveur
REGISTER	Envoie de l'adresse de l'agent au serveur

Tableau 8 : Requête d'envoi du protocole SIP

Requête de réponse :

Libellé de la requête	Description
100 Trying	Essai d'établissement de connexion
180 Ringing	Réponse provisoire
200 OK	Réponse final
404 Not Found	Erreur
486 Busy	Occupé

Tableau 9 : Requête de réponse SIP

8.2.2. Exemple de communication avec le protocole SIP

Une source d'appelle son destinataire qui répond d'abord par une réponse provisoire. Une fois que les deux agents ont répondu positivement, une session est ouverte et laisse place à un échange de données, entre autres les flux vidéo et audio, qui se fera grâce à l'aide du protocole de transport choisi. Quand l'un d'eux raccroche, un signal est envoyé à l'autre de façon à l'avertir que la communication a été arrêtée.

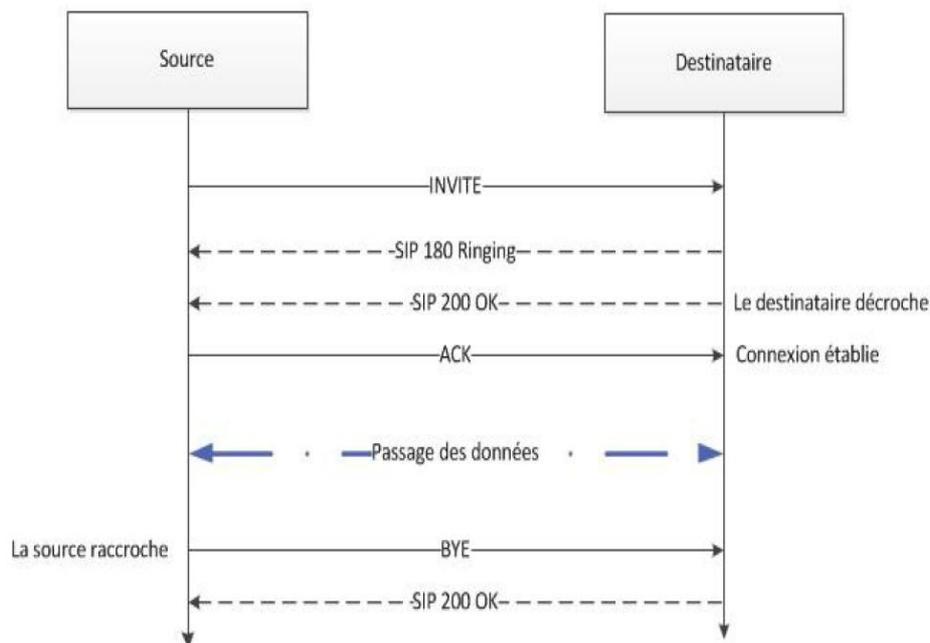


Figure 10 : schéma de communication SIP

8.2.3. L'utilisation de Registrar

Afin de signaler leur emplacement, les équipements, téléphone, ordinateurs ou autres, peuvent s'inscrire auprès d'un registrar qui s'occupe d'enregistrer leur adresse. Ces adresses sont enregistrées sous la forme d'IP associées à une courte chaîne de caractères qui sert d'identifiant unique. Une fois reçues par le serveur Registrar, elles sont stockées dans une base de

données chargée de récolter toutes les adresses des équipements connectés afin de simplifier l'acheminement des informations.

8.2.1. Inconvénients et avantages

Le protocole SIP, tout comme H.323, contient certaines faiblesses dans sa structure. En effet, les logins et mot de passe, lors de la gestion de sessions passent en clair sur le réseau. Il existe cependant des solutions permettant de crypter les données qui sont indépendantes du protocole. De plus, comme SIP est basé les adresses IP, cela pose problème à l'entrée d'un réseau local car il ne traverse pas le NAT (Network Address Translation).

Malgré ces inconvénients, le protocole SIP est en pleine croissance et dépasse peu à peu le protocole H.323. Sa flexibilité et son utilisation moins complexe le rend plus adapté dans bien des domaines, notamment dans la visioconférence. Il reprend quelques fonctionnalités du protocole H.323 en y améliorant certains aspects, comme le renforcement de l'interopérabilité qui aujourd'hui a son importance étant donné le nombre d'équipements différents existants sur le marché.

4.1. Comparaison entre H.323 et SIP

Critères	H.323	SIP
Comité	ITU	IETF
Origines	Issu du monde de la téléphonie	Développé pour internet (Réseau IP)
Flexibilité	Fonctionne avec un nombre de normes et protocoles limités	Flexible pouvant fonctionner avec bon nombres de normes et protocoles différents
Complexité de la communication	Entre 6 et 7 échanges nécessaires à l'établissement d'une connexion	Entre 1 et 5 échanges nécessaires à l'établissement d'une connexion
Latence	Latence pouvant aller jusqu'à 8 secondes	Latence minimale
Evolution	Doit tenir compte de ses versions précédentes pour évoluer	Evolue avec moins de complications pour s'adapter à de nouveaux codecs

Tableau 10 : comparaison H.323 et SIP

9. les équipements et les logiciels de la Visioconférence

Il existe plusieurs outils pour faire la visioconférence sous différentes formes avec pour chacun d'entre eux des avantages et inconvénients. Le choix de leur utilisation va dépendre du besoin. Il est clair qu'une réunion professionnelle est plus importante qu'un simple appel vidéo et que cela nécessite des équipements plus sophistiqués.

9.1. Les équipements

9.1.1. Les Salles équipées

Ces salles spécialement aménagées pour faire de la visioconférence sont équipées d'un ou plusieurs écrans et d'une caméra. La caméra film les interlocuteurs ainsi qu'une partie de la table afin de donner l'impression que ces tables, bien qu'éloignées en réalité ne font plus qu'une.

Ces installations coûteuses permettent d'obtenir un niveau de réalisme proche de la réalité .D'ailleurs, certains équipements.

Permettent également de voir la personne à une échelle 1 :1.

Avec ce procédé, les interlocuteurs ont l'impression d'être en réunion face à face, ce qui facilite la communication et la rend plus agréable.



9.1.2. L'équipement sur Pc

Faire de la visioconférence à l'aide d'un PC est très facile et un peu coûteux .il suffit d'avoir à sa disposition une webcam ,un micro ,un logiciel permettant de faire des appels Vidéo , et d'être connecté à internet avec une connexion haut débit, c'est le système le plus accessible pour une utilisation simple .

Aujourd'hui, quasiment tous les nouveaux PC **portables** disposent déjà d'une webcam.

Il n'y a donc pas besoin d'acheter du matériel supplémentaire pour faire de la visioconférence.



9.1.3. Les téléphones adaptés à la visioconférence (Visiophones)

Beaucoup de constructeurs proposent des solutions de bureau intégrées pour faire de la visiophonie .Certains périphériques comme des téléphones incluant un écran commencent peu à peu à voir le jour dans le milieu professionnel.

Les appels sont de bonne qualité et leur utilisation est aussi simple qu'un téléphone ordinaire. L'ergonomie pour des appels vidéo à l'interne comme à l'externe reste leur point fort face aux autres solutions. Bien entendu, ces périphériques restent à l'heure actuelle réservés à un usage professionnel et ne sont pas ou peu utilisés dans le privé.

9.1.4. Les périphériques mobiles

La visiophonie mobile commence lentement à faire son apparition, il est aujourd'hui possible de passer des appels vidéo depuis un appareil mobile de type Smartphone ou tablette PC sur différents réseaux. La plupart doivent être connectés en Wifi pour pouvoir fonctionner et d'autres peuvent se connecter d'un réseau 3G. Cependant, un appel vidéo sur le réseau 3G reste d'une qualité médiocre et particulièrement instable.



9.2. Les logiciels

Plusieurs logiciels de messagerie instantanée offrent la possibilité d'effectuer une communication audio/vidéo. De même, certaines sociétés offrent un service de visioconférence payant, associé à un logiciel spécifique. Généralement, ces logiciels ne peuvent communiquer qu'avec les utilisateurs du même service et ils ne sont pas ouverts sur l'extérieur.

10. Les avantages et les inconvénients de la visioconférence

10.1. Avantage

- Communiquer sans se déplacer.
- Économie d'argent et du temps.
- Organiser des réunions efficaces en travaillant d'une façon plus productive.
- plus convivial et plus « intime » que le téléphone
- accélère les processus de décision
- Fréquence et participation accrues (visioconférence de deux heures au lieu d'un déplacement de deux jours).

10.2 Inconvénient

- Risque du piratage des informations et / ou des données échangées.
- Problème du coût d'investissement.
- Nécessite un matériel et une installation spécifique
- Importance du respect du temps (retards ...)
- Absence de l'aspect ; présence physique 'face à face'

11. Conclusion

La visioconférence est un dispositif qui permet l'amélioration des échanges inter sites, par la simplification de l'organisation des réunions ou conférences, la possibilité de contacter plus rapidement et plus facilement un nombre de participants important. Le gain de temps, l'accessibilité à une logistique complexe et le couplage voix-image sont donc les points forts de cette technologie.

Chapitre V :

La simulation d'un cas pratique

I. Introduction

A ce stade, nous allons nous intéresser à l'implémentation d'un système de visioconférence. Nous présenterons en premier lieu, les différents matériaux et logiciels utilisés afin d'implémenter et de gérer notre visioconférence, ainsi les caractéristiques de ces derniers. En second lieu, nous exposerons les étapes de la simulation à travers quelques captures.

II. Présentation des équipements VSAT et HUB

1. Présentation du HUB

Représente le cœur du réseau VSAT, Le HUB assure la gestion dynamique des ressources de satellite. Il permet aussi la configuration des réseaux, le contrôle à distance des activités et les performances du réseau pour chaque station distante.

Dans le cas d'une interconnexion entre les réseaux locaux d'entreprises et de l'accès à l'Internet, le HUB réalise les fonctions de routage et de conversion des protocoles de communication entre les réseaux.

La figure suivante représente les composants d'un HUB.

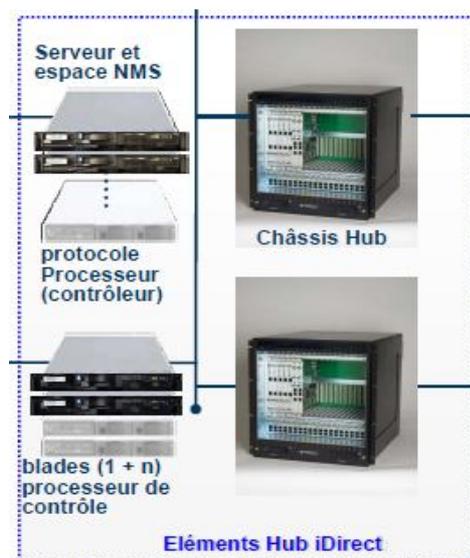


Figure 1 : Les éléments du Hub iDirect.

1.1. Châssis Hub iDirect 15000 (5IF/20 Slot)

Le châssis hub **iDirect** représente le premier équipement qu'un signal traverse après avoir été reçu par le LNB, afin que les signaux reçus en RF puissent être traités, filtrés puis acheminés vers d'autres destinataires.

La série 15000 est la plus grande et la plus flexible des systèmes hub satellite de **iDirect**, il Peut intégrer jusqu'à 20 cartes d'acquisitions HLC II+ ou INFINITI se qui fait de lui un système satellite idéal pour les prestataires de services.

La figure ci-dessus représente une image d'un châssis hub iDirect 15000.



Figure 2 : Châssis Hub Idirect 15000.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- 5IF permet un accès plus simple aux satellites multiples et/ou aux transpondeurs simultanément.
- Le châssis iNFINITI inclut un port d'accès LAN sous les slots.
- Il permet une extension des réseaux sur plusieurs HCL, avec des jumpers logiciels.

1.2. Système d'Acquisition de Données Ethernet (EDAS):

Est un équipement indispensable pour un châssis HUB, il peut être Configuré à l'aide d'un logiciel fourni avec l'équipement **EDAS SYSCHECK 3.0** il Permet d'assigner une adresses IP au châssis, se qui lui donne la possibilité d'être gère et configuré et qui présente les caractéristiques suivante :

- Ports LAN Mode 10 Mbps, Half-Duplex,
- Ports modem DB9 pour connexion PC/ Par châssis.



Figure 3 : image EDAS

1.3. Carte d'acquisition

Chaque transport réseau nécessite un type de carte particulier. Qui se résume dans les types suivants :

- **M1D1** (1 Modulateur –1 Démodulateur) : signifie que la carte HLC est utilisée pour l'émission et la réception de signal en même temps.
- **MOD1** (No Modulateur, 1 Démodulateur) : Signifie que la carte est utilisée pour la transmission seulement.

1.3.1. HLC NM II+

Les cartes d'acquisition représente le noyau du hub VSAT, et cela est du aux fonctions qu'il remplis, elles se composent d'un modulateur/démodulateur, des ports de réception et transmissions des signaux **RF** du/vers l'équipement extérieur (avec une fréquence de 950 Mhz a 1700 Mhz) et des ports LAN afin d'acheminer vers le réseau internet et un port console pour la gestion et la configuration.

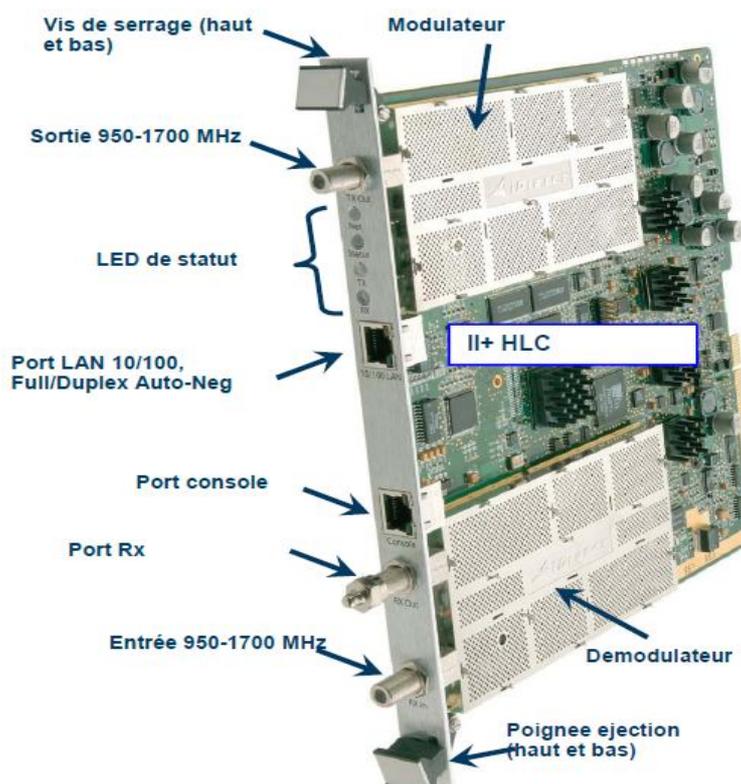


Figure 4 : une carte d'acquisition HLC NM II+

1.4. Serveur protocole processeur (PP)

Protocole processeur est un équipement qui fait partie du HUB, c'est un serveur d'IBM xSeries3550 avec un système redhat entreprise.



Figure 5 : Serveur protocole processeur.

Il exécute plusieurs processus sont :

- **Processus de surveillance et de contrôle (samnc) :**
 - ✓ Un processus **samnc** actif sur chaque blade.
 - ✓ Démarre et éteint les autres processus.
 - ✓ Gère une console unifiée pour l'ensemble des autres processus fonctionnant sur une blade.
- **Allocation dynamique de bande-passante (sada) :**
 - ✓ Gère d'allocation dynamique de bande-passante pour l'ensemble des chaînes ascendantes.
 - ✓ Un seul processus **sada** par blades.
- **Gestionnaire d'allocation de bande-passante (sana) :**
 - ✓ Gère l'allocation de bande-passante pour toutes les chaînes descendantes.
 - ✓ Un seul processus **sana** par blades.
- **Gestionnaire de la pile protocole à distance (sarmt) :**
 - ✓ Le nombre de processus **sarmt** varie : dépend du nombre de modems par blades.
 - ✓ Gestion de l'accélération TCP : LL, PAD, SAR, etc.
- **Processus routeur (sarouter) :**
 - ✓ Gère l'ensemble des routes des paquets, ascendant et descendant.
 - ✓ Un seul processus **sarouter** par processus **sarmt**.
- **Processus de contrôle PP (hpb_monitor) :**
 - ✓ Contrôle et relance le processus **samnc** si ce dernier s'est terminé de manière anormale.

1.5. Serveur de Gestion de Réseau (NMS)

Il est du même type que le PP, serveur IBM xSeries3550 il permet de faire en générale les taches suivantes :

- ✓ Permet de contrôler la connectivité réseau
- ✓ Maintient à jour la base de données des activités client
- ✓ Permet un rapport direct avec statistiques
- ✓ Génère les messages d'alerte.

Le serveur NMS se compose réellement de plusieurs composants qui lui permettent de réaliser ses taches et qui sont le suivant :

- **Serveur de configuration (essentiellement dans iBuilder)**
 - ✓ Gestion de la base de données de configuration.
 - ✓ Apporte une liste des éléments aux clients serveurs.
 - ✓ Génère tous les fichiers de configuration (**Option file**).
 - ✓ Applique les changements, prend en charge les téléchargements logiciels, le multicast etc.
- **Serveur NRD (Network Real-time Data, données réseau temps-réel) :**
 - ✓ Collecte les statistiques et les archive.
 - ✓ Fournit les statistiques brutes aux clients (temps réel et historique).
 - ✓ Fournit les statistiques brutes au serveur d'événement.
- **Serveur d'événement :**
 - ✓ Collecte les événements systèmes bruts et les archive.
 - ✓ Archive les changements d'état.
 - ✓ Fournit l'historique en temps réel, conditions et événements aux clients.
- **Moniteur NMS :**
 - ✓ Relance les serveurs en cas d'interruption anormale.
 - ✓ Envoie optionnellement un email aux destinataires désignés.
- **Latence serveur :**
 - ✓ Mesure et archivage de la latence.
 - ✓ Fournit les valeurs de latence aux clients (temps réel et historique).
 - ✓ Fournit les valeurs de latence en temps réel au serveur d'événements.

- **Consolidateur :**
 - ✓ Consolide et enlève les anciens enregistrements statistiques
 - ✓ Informations de consolidation stockées dans la base de données
 - ✓ Destiné aux besoins spécifiques des clients

- **Contrôleur de protocole processeur (PP virtuel) :**
 - ✓ Gestion d'un groupe de blades de protocole processeur (PP virtuel)
 - ✓ Les processus du serveur de contrôle gèrent le contrôleur PP sur le serveur NMS
 - ✓ Un processus par blades.

- **Serveur de révision :**
 - ✓ Gère automatiquement, une fois configuré, les processus de mise à jour
 - ✓ Permet aux opérateurs de contrôler manuellement le processus de révision et de mise à jour.

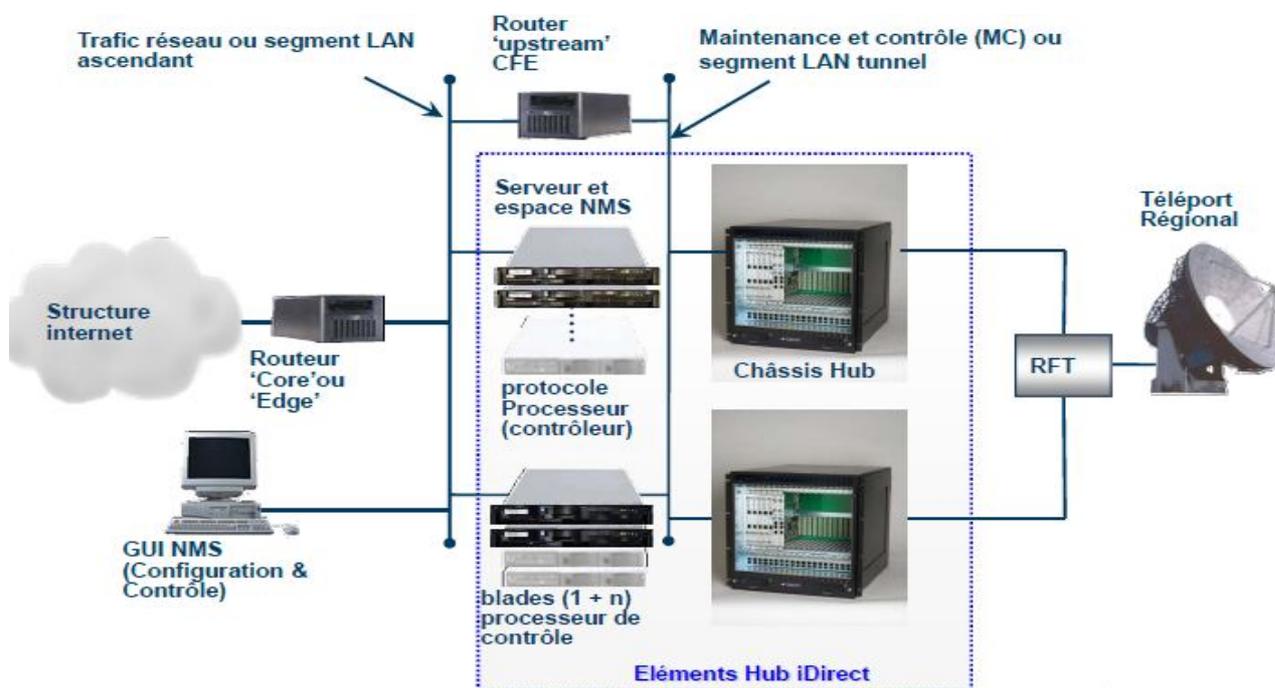


Figure 6 : schéma complet d'un Hub iDirect

1.6. Routeur (Upstream)

Il représente un routeur **Cisco** qui effectue des opérations de routage, acheminement et filtrage des paquets de données au réseau internet ou bien au réseau LAN du fournisseur pour les fonctions de gestion et de contrôle réseau.



Figure 7 : Routeur Cisco 2800

Généralement fourni avec le hub/ téléport, Doit être de technologie compatible avec les séries **Cisco 2600/2800**. Nécessite un nombre minimum de port d'interface (2 physiques) à 10/100 Mbps pour iDirect. (Les sous-réseaux eth0 & eth1) et d'autres interfaces supplémentaires pour accès au-delà du hub. Devient un hub/passereau réseau pour des composants majeurs (Serveurs, Châssis, HLC, etc...).

2. Équipements client

Le côté client, se compose d'une antenne et d'un routeur iDirect série 5000.

2.1. Routeur iDirect 5100.



Figure 8 : Routeur iDirect 5100.

Le Routeur **iDirect 5100** est un routeur satellite qui joue trois rôles principaux : le routage, la commutation et Modulation/Démodulation, et il supporte tous les protocoles IP pour acheminer les données et voix, conçu pour faciliter le déploiement, l'intégration d'un modem satellite, accélération TCP, et une QoS avancée et les capacités de priorisation.

Le Routeur **iDirect 5100** est Caractérisé par :

- **Haute flexibilité**

Appuyé sur plusieurs topologies comme étoile, maille, et des réseaux hybrides ainsi que le point-à-point (SCPC), permet un maximum de flexibilité quand il s'agit de l'intégration d'une variété d'applications sur une seule plateforme. L'option AES ajoute le cryptage des données pour personnaliser le réseau aux exigences des entreprises les plus exigeantes.

Soutien à un riche ensemble de protocoles IP et des fonctionnalités telles que TCP, UDP, multicast, NAT, VLAN et DHCP garantissant la compatibilité avec une large gamme d'applications lorsqu'elles fournissent des extensions de réseau d'entreprise.

- **Qualité de service**

Qualité souple des capacités de service et la hiérarchisation permettant aux opérateurs de réseaux, non seulement pour hiérarchiser le trafic et les applications sur leurs réseaux, mais avec Groupe QoS de **iDirect** ils peuvent déterminer la hiérarchisation du trafic à travers de multiples applications.

- **Efficacité de la bande passante**

Compatible avec une large variété de codes Turbo les plus avancés (TPC) de FEC, la série 5000 offre plus de souplesse pour la conception de réseau et d'optimisation. Des fonctionnalités telles que TCP et l'accélération HTTP et DNS cache locaux d'augmenter les performances de débit.

- **Simplicité**

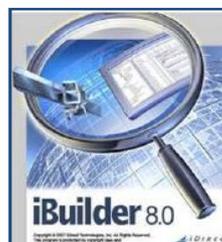
Fonctionnant avec tous les HUB iDirect, la série 5000 peut être facilement configuré, suivie et contrôlée par le système de gestion de réseau. On utilise une suite complète d'outils logiciels pour la configuration, la surveillance et le contrôle des réseaux par satellite.

3. Les logiciels de gestion

Afin d'installer et configurer un réseau VSAT, on utilise des outils logiciels nécessaires a la gestion de se réseau, et ceci se fait grâce a trois logiciels qui sont :

- **iBuilder :**

- ✓ Configuration et contrôle.
- ✓ Création d'éléments réseau.
- ✓ Contrôle des paramètres opérationnels.



- **iMonitor :**

- ✓ Rapport d'événements, Alarmes, rapports préventifs.
- ✓ Accès aux données réseau en temps réel et à leur historique.
- ✓ Transport de porteuse continue (CW) à distance à partir de la sonde



- **iSite :**

- ✓ Outils d'installation de site.
- ✓ Connexion directe à un modem.



II. Les Equipements de visioconférence

1. La camera VSX 6000

Est une caméra de visioconférence de type **Polycom VSX 6000** haute gamme proposant toutes les fonctionnalités essentielles pour assurer une haute qualité vidéo et audio.

Il représente les caractéristiques suivantes :

- Possède une Caméra PTZ haute qualité.
- Qualité audio exceptionnelle, comprenant la restitution audio stéréo.
- Elle permet de lancer des appels vidéo.
- Codec avec caméra intégrée
- Débit IP H323 jusque 768 kbps
- Vidéo en H264.



Figure 9 : Polycom VSX 6000.

2. Codian MSE 80000

Le **TANDBERG Codian MSE Série 8000** est une solution de vidéoconférence extrêmement puissante, tolérante aux pannes, conçu pour la communication vidéo à grande échelle. Supportant jusqu'à 10 lames et 1 Gbit/s de conférence audio/vidéo, le châssis de la série TANDBERG Codian MSE8000 offre plus de 10 fois de débit que les solutions existantes. Ce qui le rend un produit idéal pour les grandes entreprises, prestataires de services et les installations gouvernementales.



Figure 10 : Codian MSE 8000



Le TANDBERG Codian MSE Série 8000 est caractérisé par :

- Ce compose d'un MCU, passerelle, enregistreur, Gatekeeper.
- Option de conférence multipoint, streaming, lames d'enregistrement et la passerelle.
- débits de données vidéo à partir de 56 kbit/s à 4 Mbit/s sont pris en charge sans perte de nombre de ports.
- Prise en charge combinée H.323 et SIP pour les environnements mixtes et à faciliter la migration.
- De 40 à 360 ports de la visioconférence dans un seul châssis.
- Plus de 1 G bits/s de bande passante totale de conférence.

IV. La simulation

Cette simulation est effectuée au téléport LAKHDARIA, en supposant deux sites distants dont les noms sont UMMTO et DJ-AIB

Plan de la simulation

La simulation du cas pratique se compose de deux parties successives ainsi chaque partie se compose de plusieurs étapes qu'on doit simuler l'une après l'autre :

- Partie I : création et interconnexion de deux sites distants
 - ✓ Etape 1 : côté Hub
 - Ajouter les deux terminaux au Hub.
 - Génération de fichier de configuration.
 - ✓ Etape 2 : côté Client
 - La mise à jour du terminal.
 - Injection du fichier de configuration au terminal.
 - Installation de VSAT.
 - Alignement de l'antenne.
 - Teste de connectivité entre les deux sites.
- Partie II : Implémentation et gestion d'une visioconférence entre les deux sites
 - ✓ Création et configuration de la visioconférence.
 - ✓ Gestion de la visioconférence.

1. Architecture de la simulation

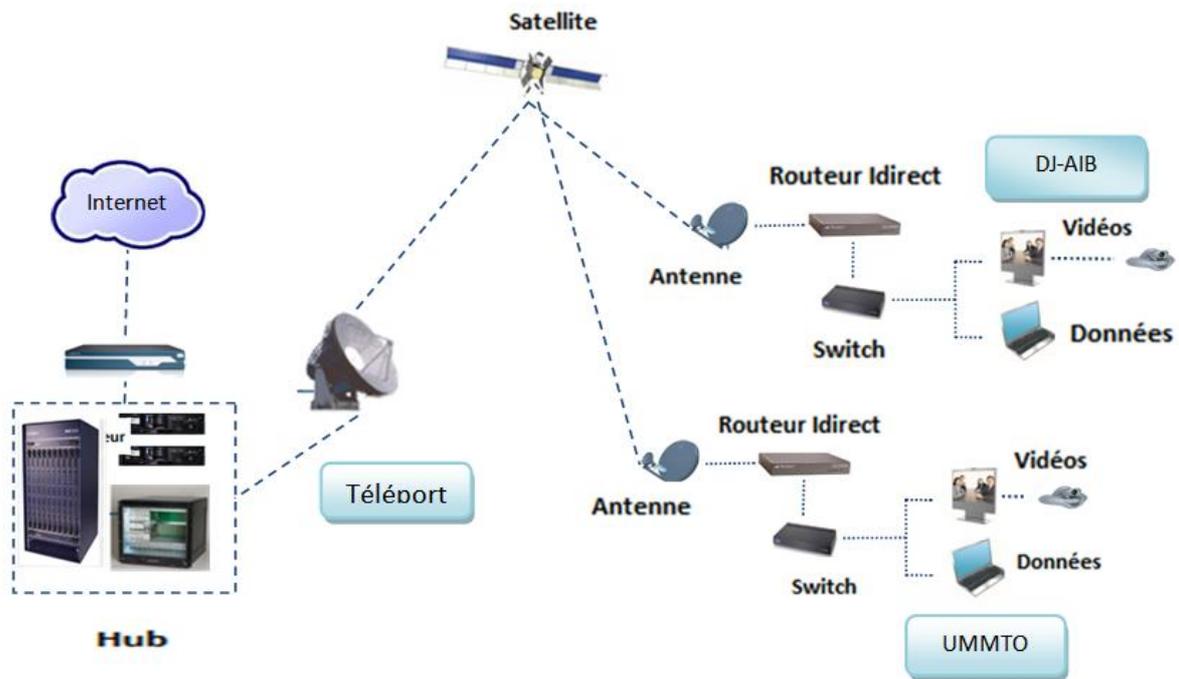


Figure 11 : architecture générale de la simulation.

2. Partie I : interconnexion de deux sites distants

2.1.Côté Hub

Sur le coté hub, on va ajouter les 2 routeurs iDirect dans la base de données du serveur NMS et appliquer toute les configurations nécessaires, puis généré un fichier de configuration qui sera injecté dans l'équipement satellite distant lors de l'installation, Mais, avant de commencer en doit d'abord spécifier un satellite et un transpondeur ainsi qu'un réseau et sa topologie.

2.1.1. Choisir un satellite

Dans notre cas pratique nous avons choisi le satellite Intelsat 901 dont la puissance isotopique (PIRE) est au pique au nord africain et précisément en Algérie.

La figure suivante nous donne un aperçu sur la couverture ainsi que le PIRE du satellite Intelsat 901 selon la situation géographique.



Figure 12 : INTELSAT IS901 342° EST (Bande Ku)

Après le choix du satellite on a choisi le transpondeur 6363 de ce dernier.

2.1.2. Choisir un réseau et une topologie

Le réseau satellite dans lequel on place nos équipements et la topologie choisie sont les suivants :

- ✓ Le réseau qui est nommé STAR MFEP (Ministère de la Formation et Enseignement Professionnel)
- ✓ La topologie choisie est une topologie STAR, qui présente la topologie idéale pour les applications de visioconférences.

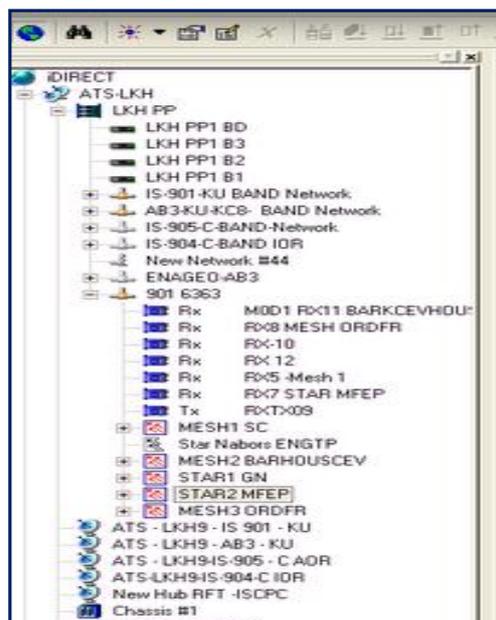


Figure 13 : fenêtre du choix d'un réseau satellite.

2.1.3. Ajouter les terminaux

2.1.3.1. Le client UMMTO

Le routeur iDirect nommée UMMTO (qui devait être a BASTOS), doit être paramétré avec les paramètres suivant afin d'assurer un bon contrôle et un fonctionnement du terminal dans le réseau, dont les paramètres sont les suivantes :

La liste des paramètres ainsi que les configurations effectuées son ci-dessus

- Définition des paramètres INFORMATION

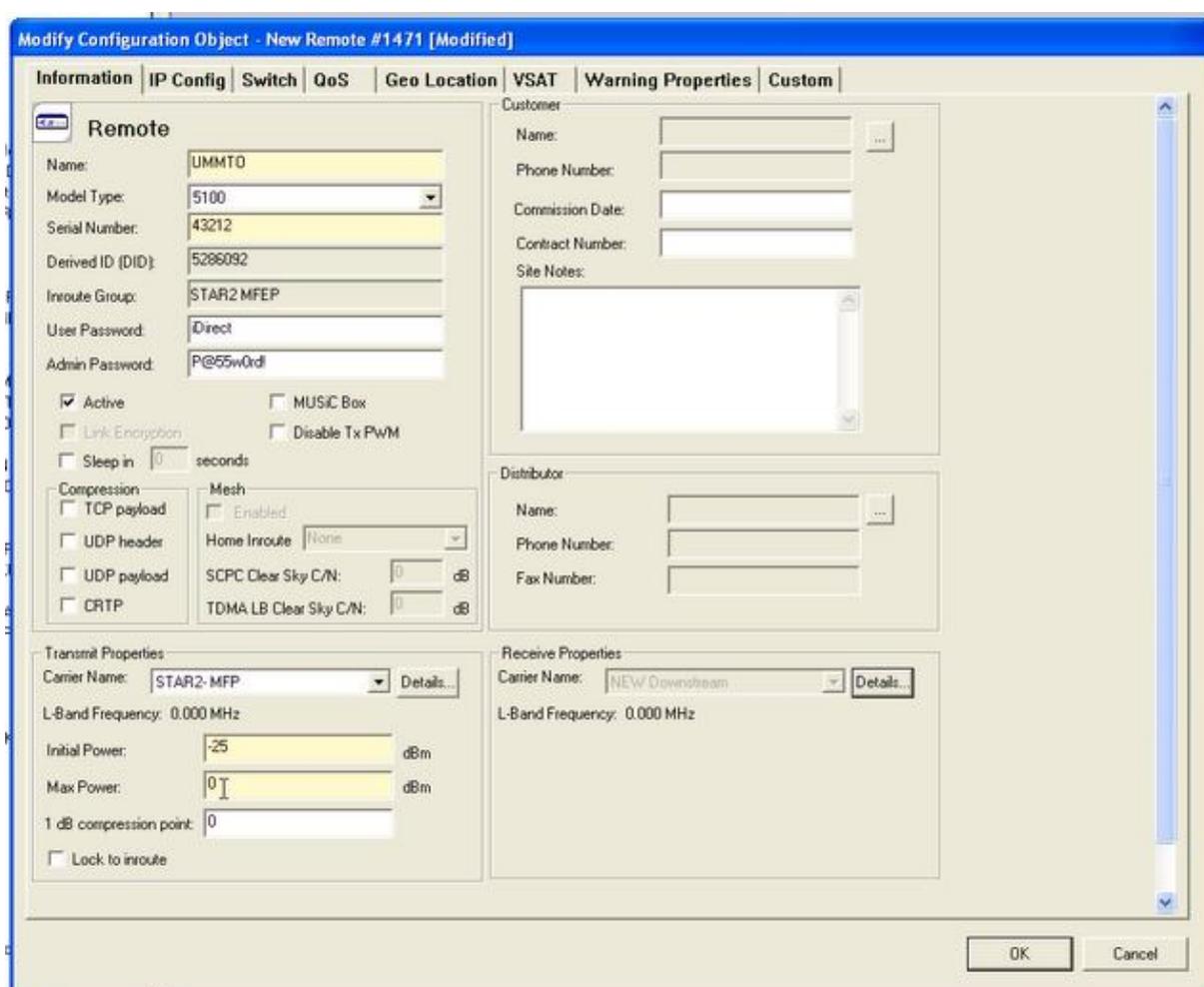


Figure 14 : fenêtre d'information du Routeur UMMTO

- Définition des paramètres IP :

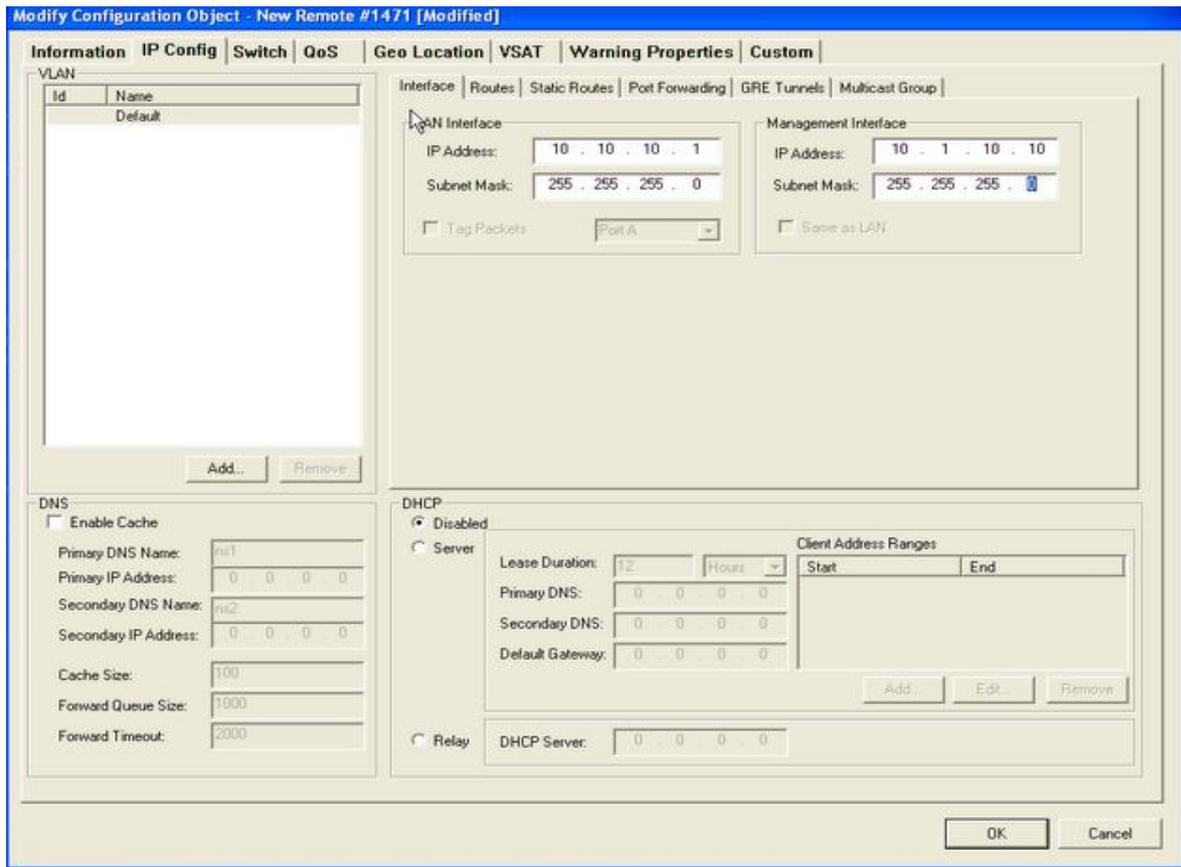


Figure 15 : Fenêtre de paramètres IP.

- Définition des paramètres Qos :

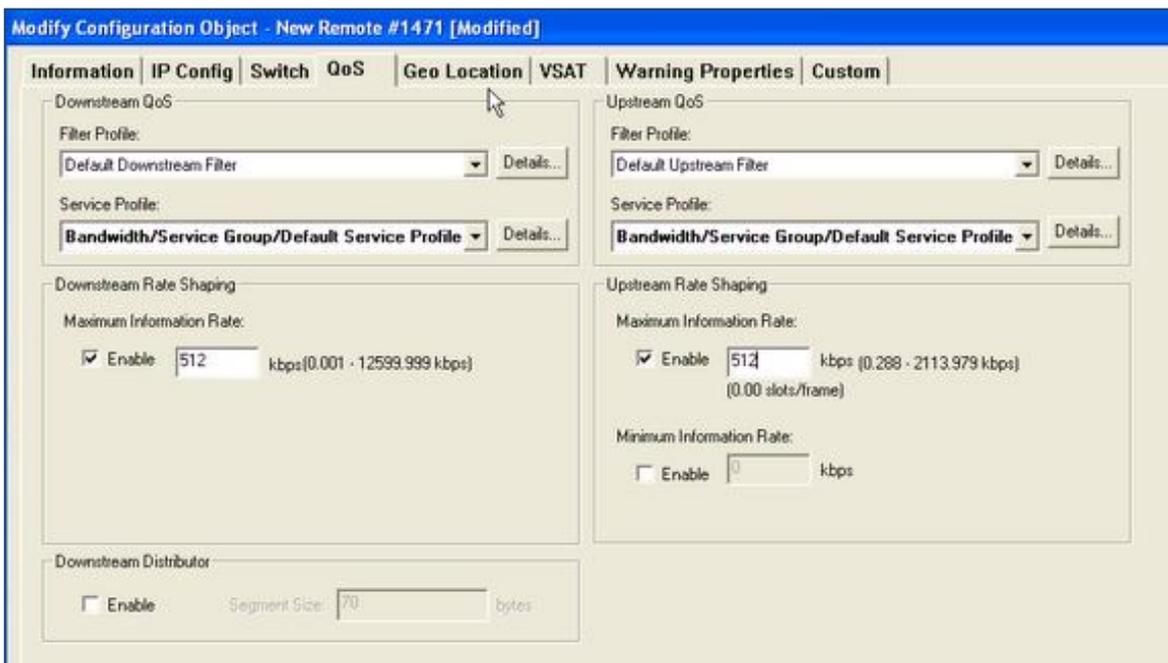


Figure 16 : Fenêtre des paramètres de Qos.

- Définition des paramètres de géo-localisation :

Figure 17 : Fenêtre des paramètres de géo-localisation.

- Définition des paramètres VSAT :

Figure 18 : fenêtre des paramètres VSAT.

- Génération du fichier de configuration « option file »

Après l'ajout et la configuration du routeur au Hub, on doit procéder à la génération d'un fichier de configuration qui sera injecté sur l'équipement du client.

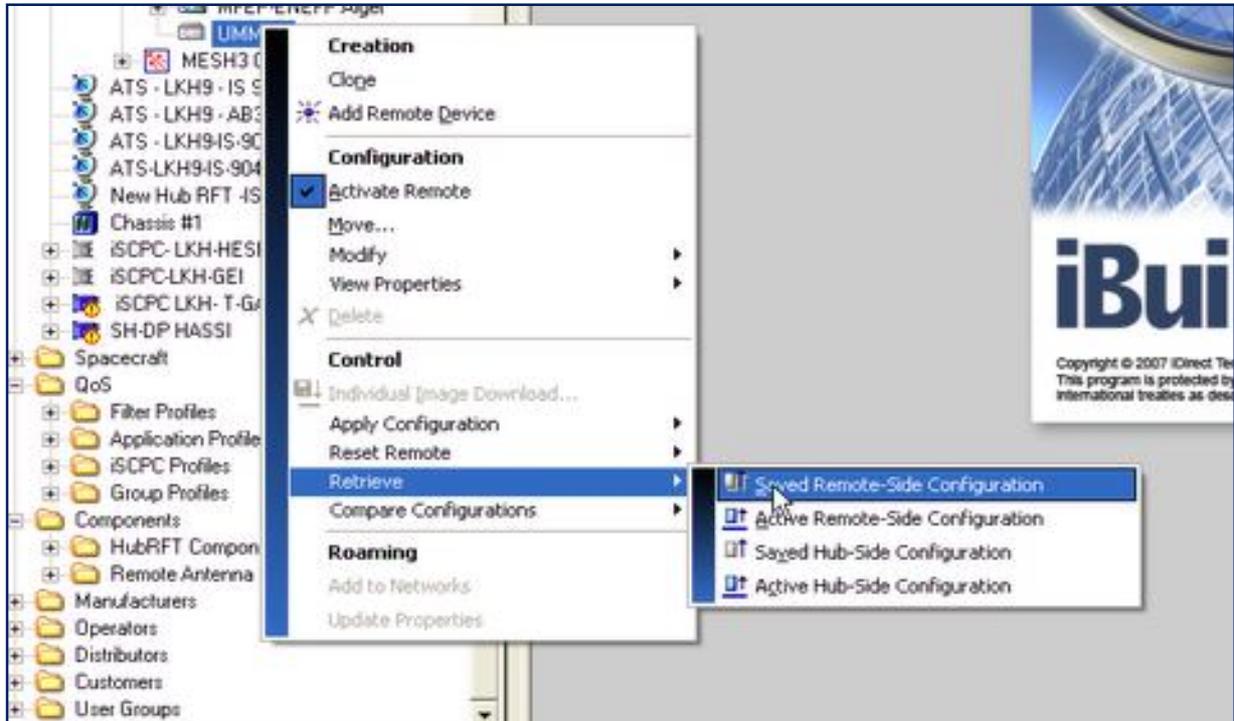


Figure 19 : Génération du fichier de configuration

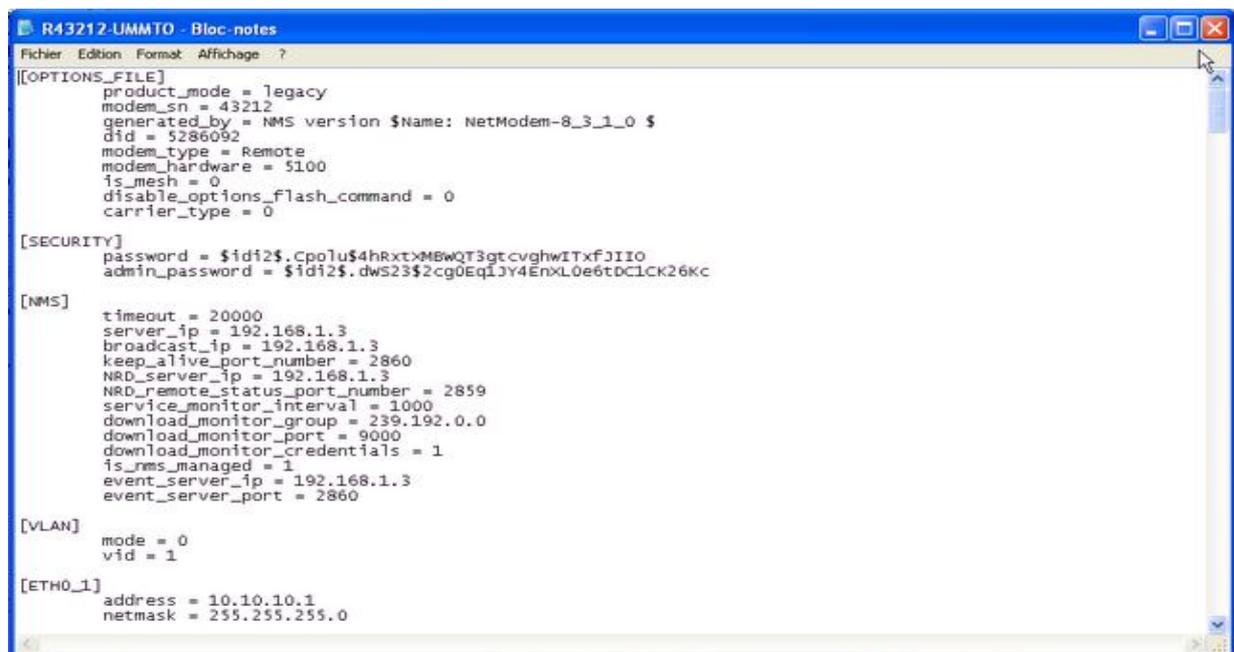


Figure 20 : fichier de configuration du Routeur UMMTO

2.1.3.2. Le client DJ-AIB

Le deuxième client aura presque les mêmes configurations que le client UMMTO, avec quelque différences qui seront présentés par ce qui suit :

- L'information sur l'équipement :

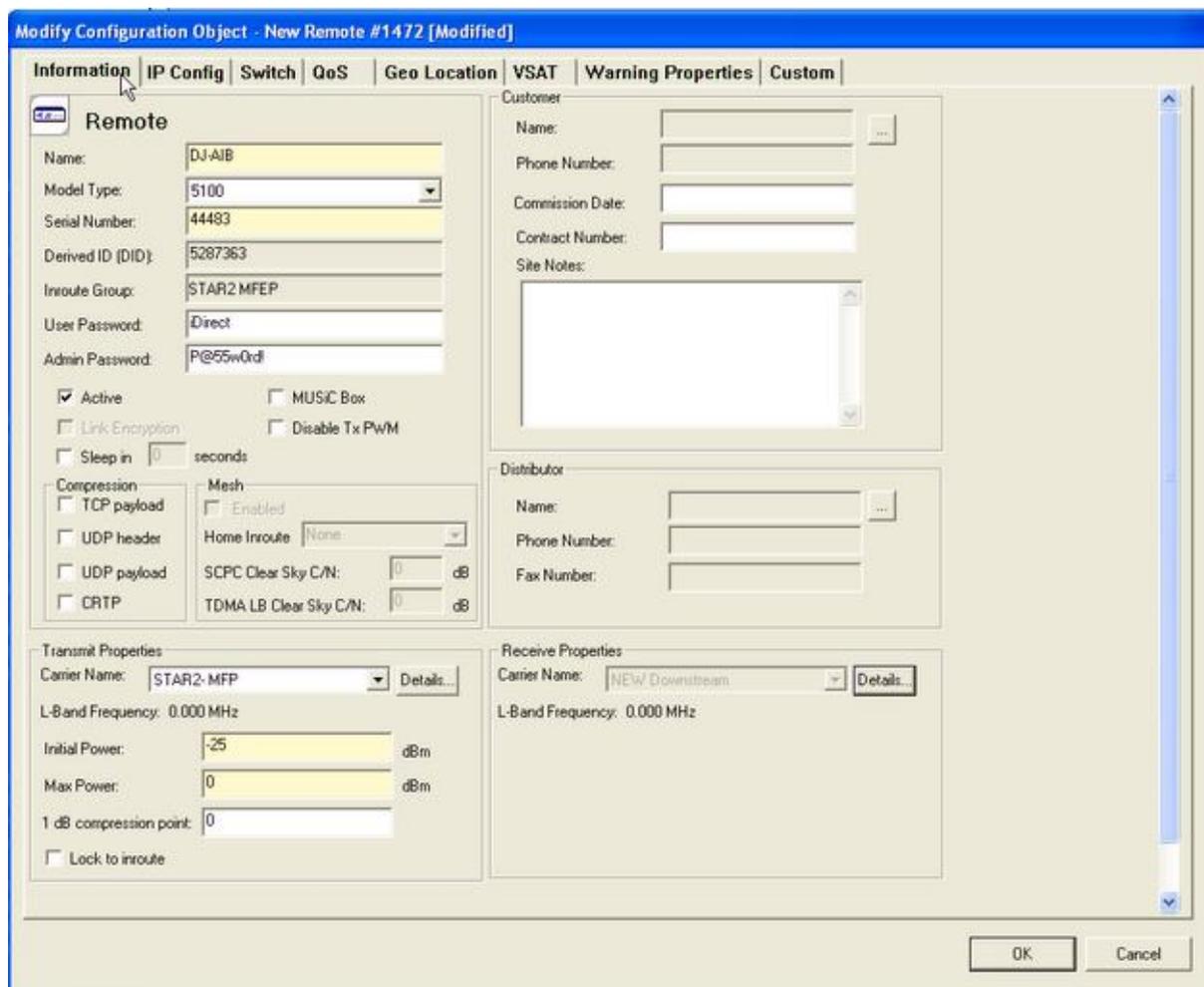


Figure 21 : Fenêtre des paramètres d'informations du « DJ-AIB ».

- Les paramètres de configuration IP

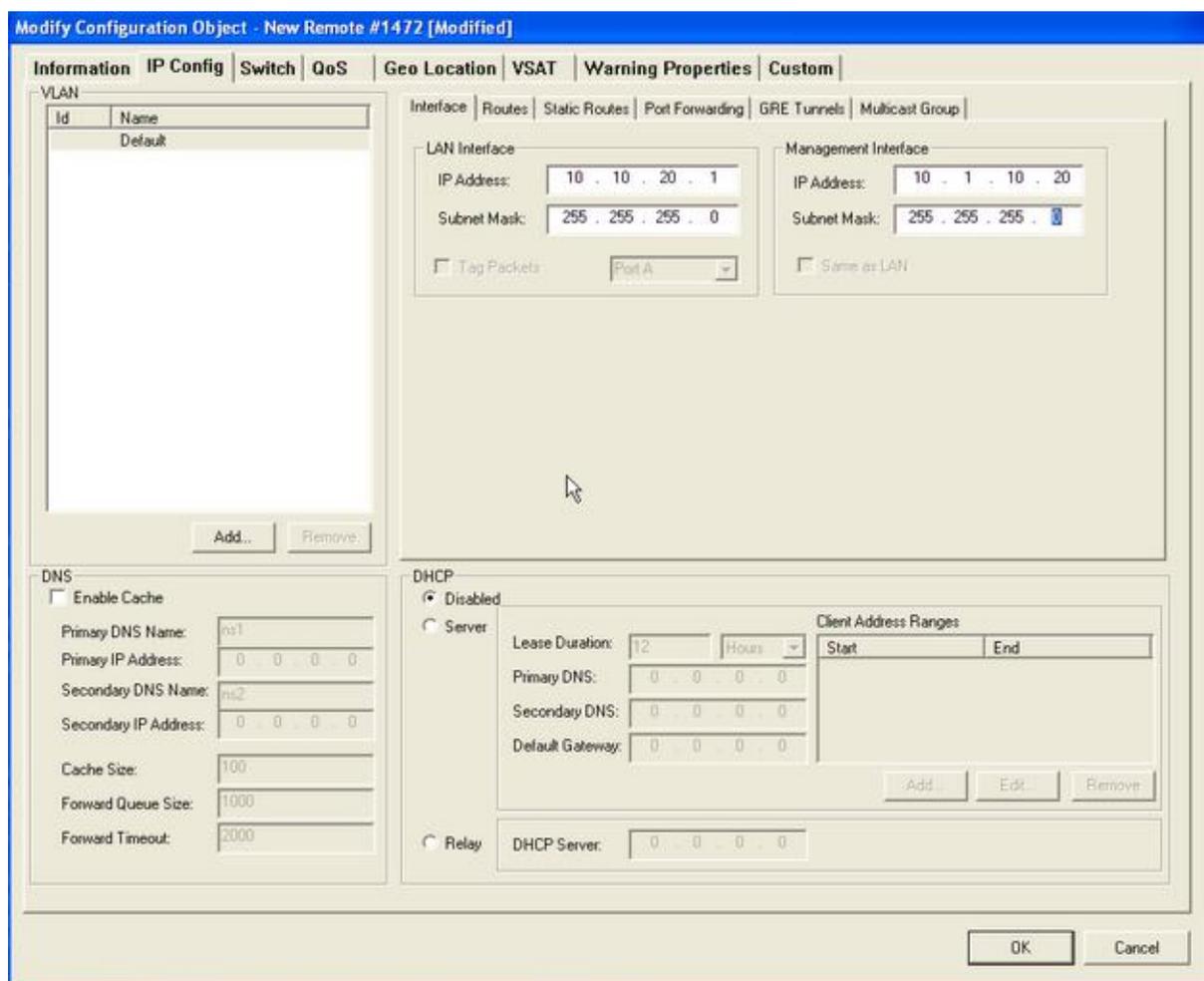


Figure 22 : fenêtre des paramètres de configuration IP « DJ-AIB ».

2.2.Côté Client

Après l'ajout des terminaux au hub et la génération des deux « **option file** », l'équipe travaillant sur le Hub envoie ses deux fichiers au technicien travaillant sur les sites vont accomplir l'installation. Sur le site distant on procède de la manière suivante :

2.2.1. mise à jour du routeur

Afin d'assurer le bon fonctionnement du routeur on doit améliorer sa versions logiciels afin de corriger les bugs rencontrés dans la version précédente.

Et pour ceci, il suffit de connecter le routeur à un PC et de lancer client NMS **iSite**, puis télécharger la mise à jour du routeur depuis le site officielle d'iDirect.

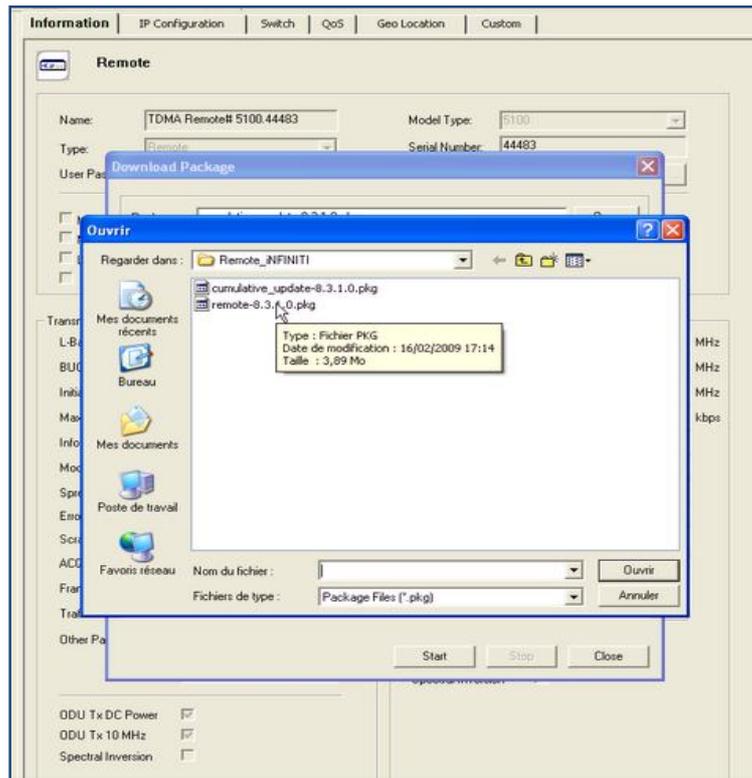


Figure 23 : Fenêtre de téléchargement de mise à jour.

Vers la fin de la mise à jour on aura la figure suivante :

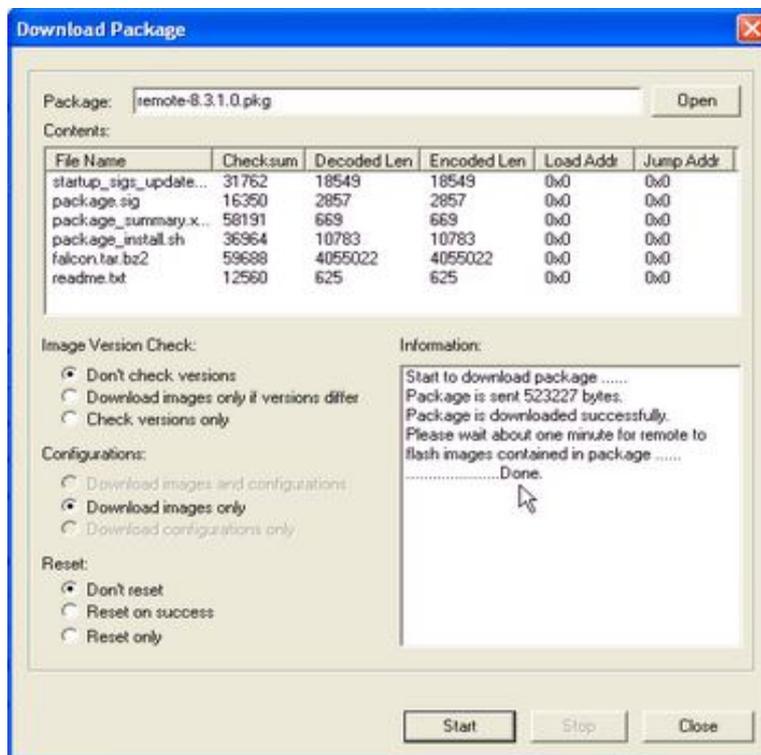


Figure 24 : Fenêtre de fin de mise à jour.

2.2.2. Injection du « option file » dans le routeur

Cette opération consiste à taper sur « **download option from disc** ». Et télécharger le fichier de configuration puis redémarrer le routeur pour que les modifications soient prises en compte.

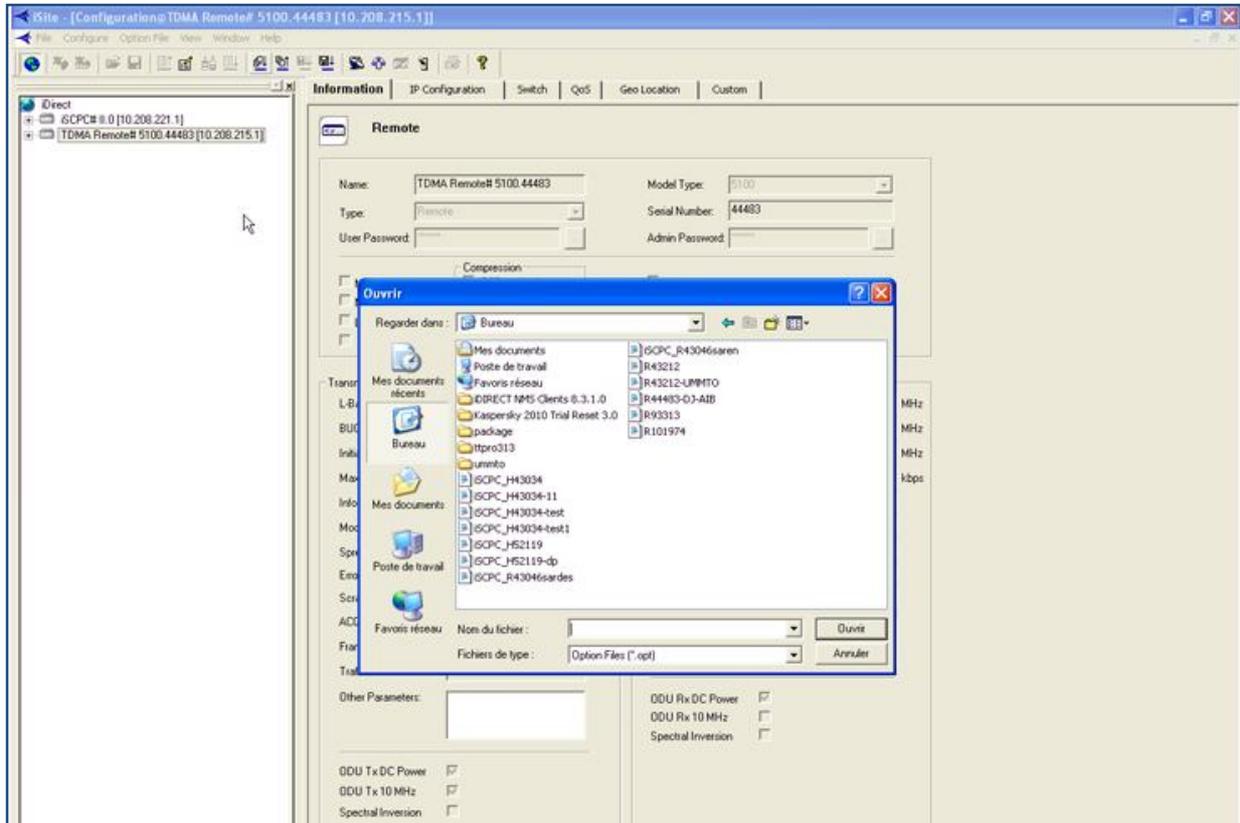


Figure 24 : Fenêtre d'injection de fichier de configuration.

2.2.3. Installation du VSAT

2.2.3.1. installation de l'antenne

Dans cette étape nous allons installer l'antenne ainsi le câblage nécessaire entre les équipements afin de donner au client la possibilité de connecter au satellite. Et pour cela, les équipements nécessaires sont les suivants :

- ✓ Une antenne de 1.2 mètre
- ✓ Un LNB de 10 Giga.
- ✓ Un BUC de 2 Watt.
- ✓ Un câble de type RJ6.



Figure 25 : Antenne VSAT

2.2.3.2. Alignement de l'antenne

➤ pointage

Est une tache a effectué a chaque installation de VSAT qui consiste a orienter l'antenne VSAT de tel sorte a obtenir un maximum de signal du satellite ,et ceci en utilisant un analyseur de spectre et logiciel **iSite** pour mesurer le signal reçu (qui est envoyé par la station HUB) .

Le signal reçu par le modem peut être visualisé avec le logiciel **iSite**, le figure suivante montre se dernier :

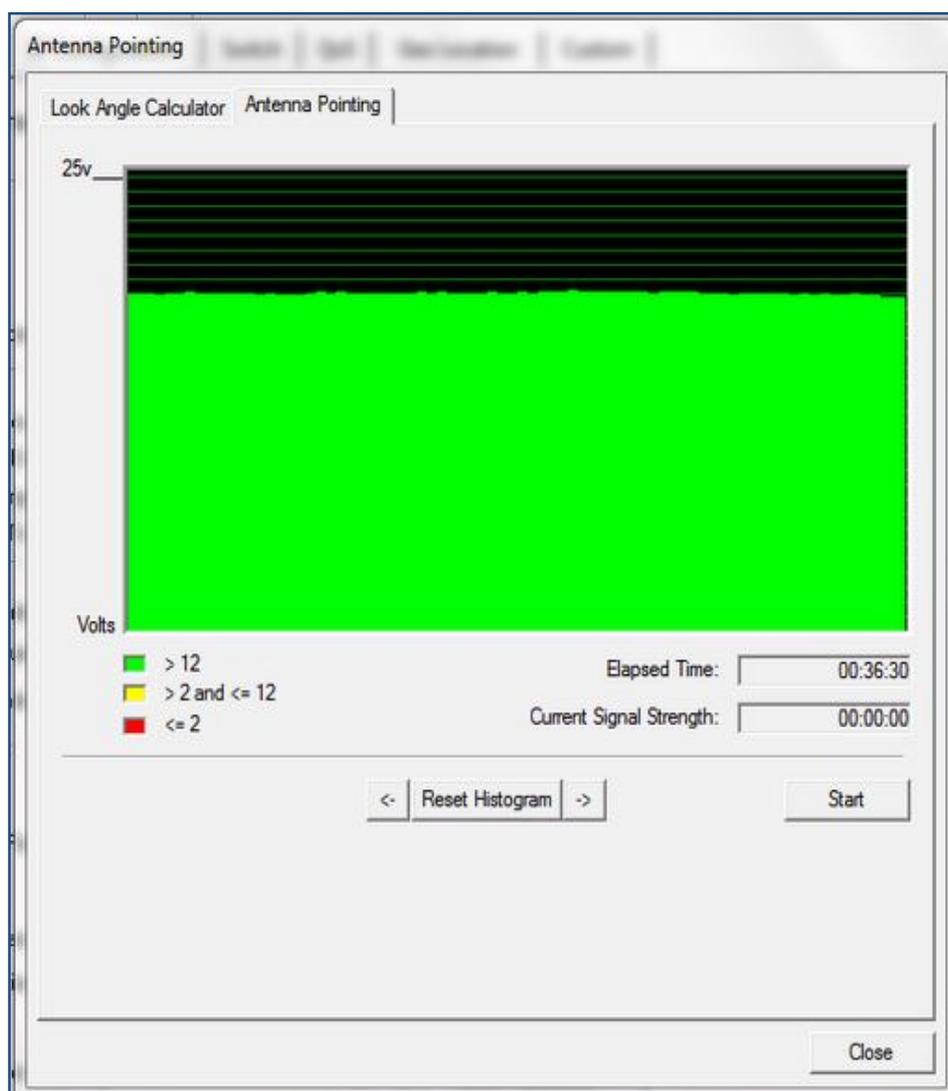


Figure 26 : Fenêtre de pointage de l'antenne.

➤ Commissioning

Consiste à envoyer une porteuse pure (sans modulation) sur la fréquence 14188, puis d'ajuster la polarisation jusqu'à obtenir un niveau de signal au maximum dans une polarité désiré et minimum dans la polarité inverse.

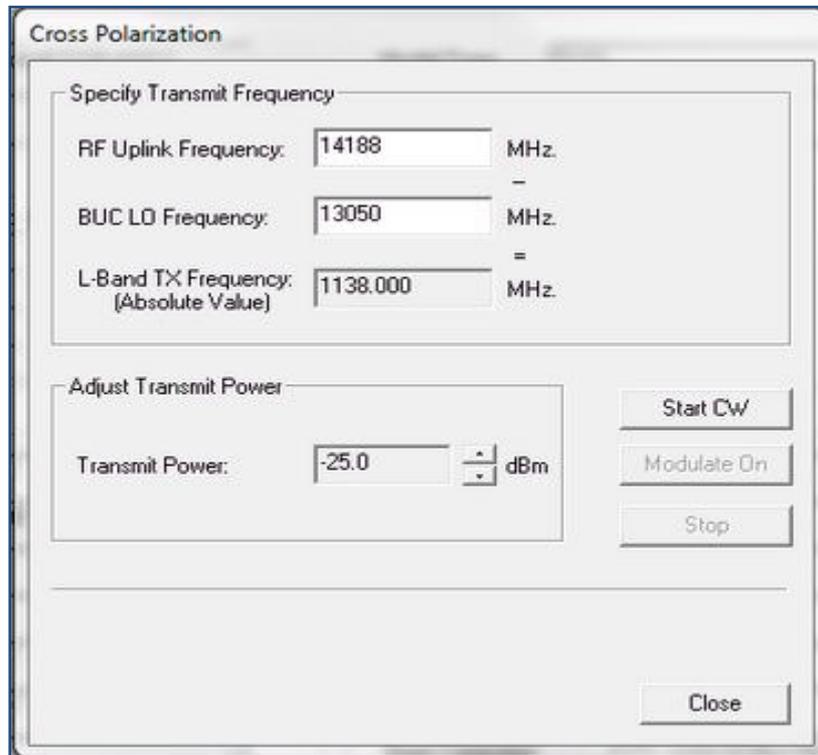


Figure 27 : Fenêtre la polarisation croisée.

La Visualisation de la porteuse pure via l'analyseur de spectre sur les deux polarités H et V est représenté par les figures suivantes:

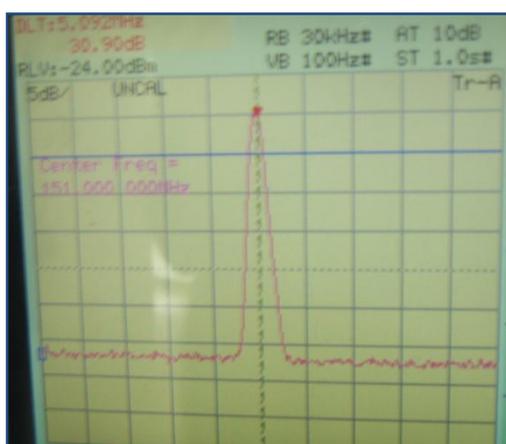


Figure 28: La réception de la porteuse en H

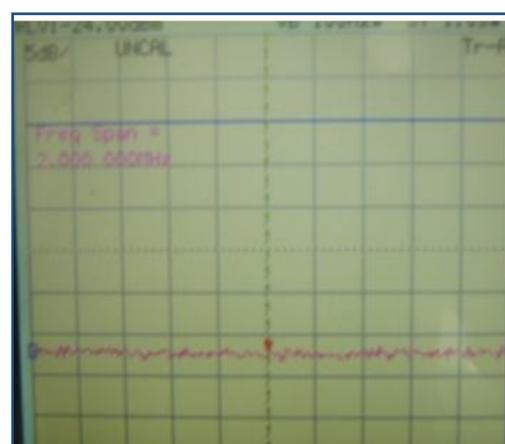


Figure 29 : La réception de la porteuse en V

2.2.3.3. Test de connectivité

Le test de connectivité consiste à vérifier que les deux terminaux, peuvent communiquer entre eux et peuvent s'échanger des données avec un débit spécifié.

Afin de simuler un test, on lance des sessions de transfert entre les deux sites

- Test ping de DJ-AIB a UMMTO:

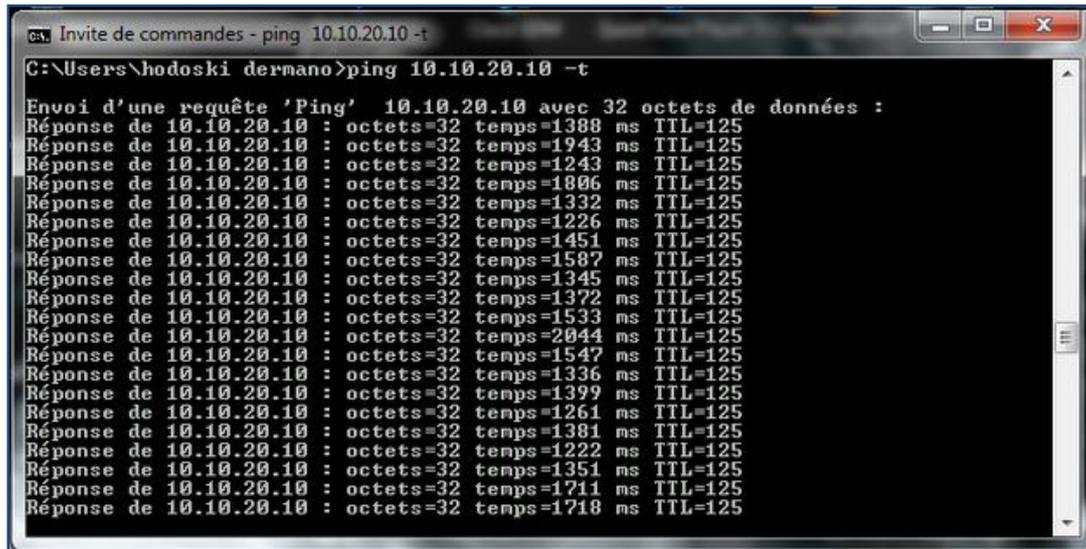


Figure 30: Teste de Ping entre les sites.



Figure 31: les graphes de teste Ping.

- Test de transfert TCP :

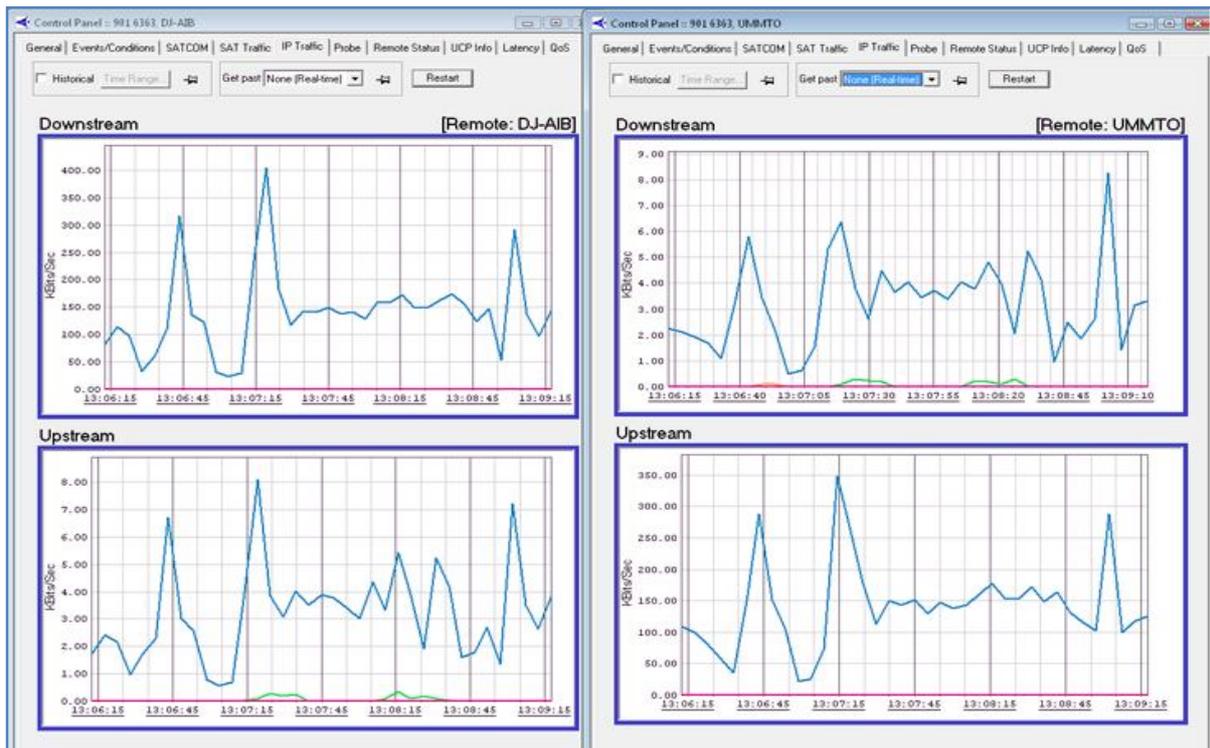


Figure 32 : Les graphes de transfert TCP.

- Test de Transfert UDP :

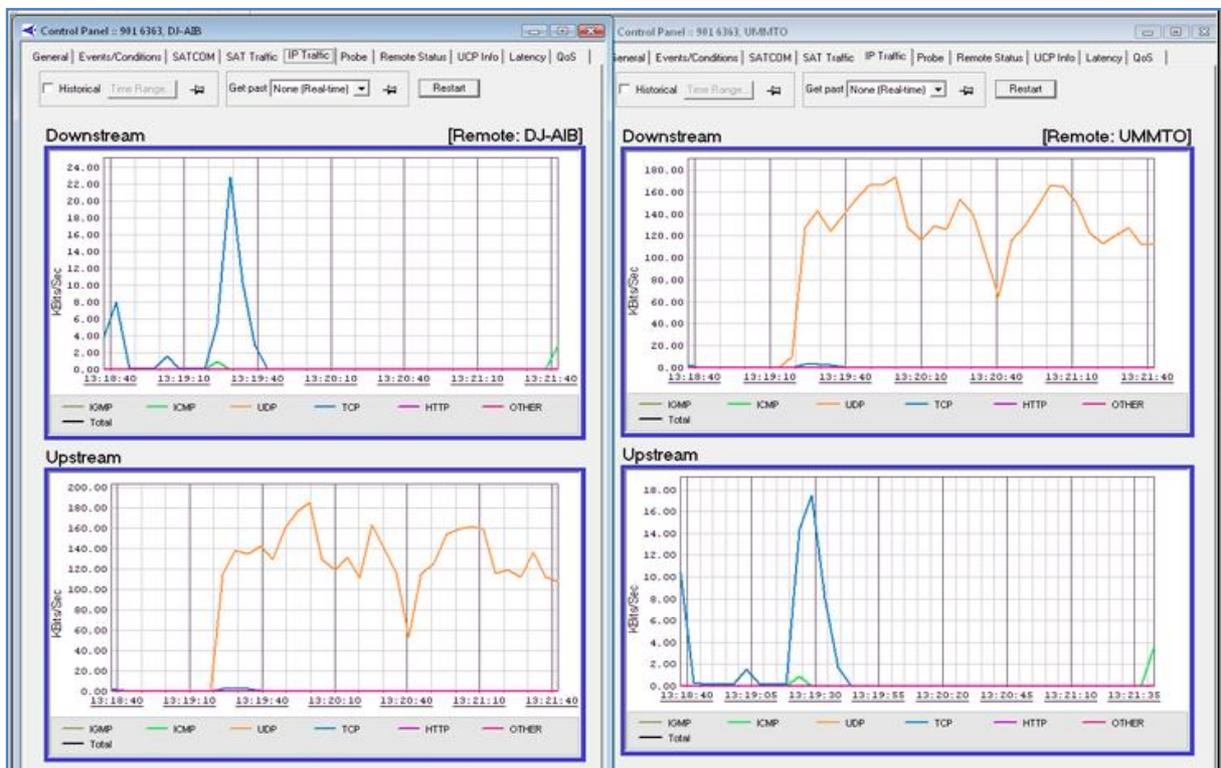


Figure 33 : Les graphes de transfert UDP.

3. Partie II : Implémentation et gestion d'une visioconférence entre les deux sites

3.1. Création et configuration de la visioconférence

Avant de lancer une visioconférence entre deux interlocuteurs, celle-ci doit d'abord être créée sur l'MCU, une conférence créée sur la MCU doit avoir les au minimum paramètres suivants :

- Nom de la conférence
- La description
- Identifiant de la conférence

The screenshot shows the Codian web interface. At the top, there is a navigation menu with links: Home, Status, Network, Settings, Conferences, Users, Endpoints, Gateways, Gatekeeper. Below the menu, the breadcrumb trail reads: Home > Conference list > Conference "UMMTO soutenance". There are five tabs: Participants, Configuration (selected), Custom layout, Statistics, and Send message. The main content area is titled "Conference 'UMMTO soutenance'" and includes an "Update conference" button. Below this is a "Parameters" section with the following fields:

Name	UMMTO soutenance	
Description	Memoire fin d'etude	(optional)
Numeric ID		(optional)
PIN		(optional)
Guest numeric ID		(optional)
Guest PIN		(optional)
Numeric ID registration	<input type="checkbox"/> H.323 gatekeeper	<input type="checkbox"/> SIP registrar

Figure 33 : fenêtres des paramètres de la visioconférence.

Une fois la conférence créée on aura la figure

The screenshot shows the Codian web interface for an active conference. The navigation menu is the same as in Figure 33. The breadcrumb trail is: Home > Conference list > Conference "UMMTO soutenance". There are three tabs: Participants (selected), Configuration, and Custom layout. The main content area is titled "Conference 'UMMTO soutenance', no active participants". It displays the following statistics:

- Video port usage: 0 (no configured limit)
- Audio-only port usage: 0 (no configured limit)
- Streaming: not in use
- Content channel: not active

At the bottom, there are three buttons: "End conference", "Add participant", and "Add VNC".

Figure 34 : Fenêtre de la création de la conférence.

Afin d'optimiser la qualité de la visioconférence, on effectue le paramétrage sur :

- Les codecs de la voix.
- Les codecs de l'image.
- Les codecs de signalisation.
- Les débits à prendre en charge.
- Les résolutions à prendre en charge dans la conférence.

La figure suivante nous donne un aperçu sur les paramètres à configurer lors de la création de la visioconférence « **UMMTO soutenance** ».

Conference settings	
Maximum video size	Receive MAX, transmit MAX
Motion / sharpness tradeoff	Favor sharpness
Transmitted video resolutions	Allow all resolutions
Default bandwidth from MCU	4.00 Mbit/s
Default bandwidth to MCU	4.00 Mbit/s
Default view family	1 focused pane, many small panes
Use full screen view for two participants	Enabled
Active speaker display	Red border
Media port reservation	Disabled
Audio notifications	<input checked="" type="checkbox"/> Conference timing <input checked="" type="checkbox"/> Conference status <input checked="" type="checkbox"/> Join and leave indications
Overlaid icons	<input checked="" type="checkbox"/> Important participant <input checked="" type="checkbox"/> Unsecure conferences
	<input checked="" type="checkbox"/> Tunneled camera control <input checked="" type="checkbox"/> Layout changes
	<input type="checkbox"/> Recording indicator <input type="checkbox"/> Audio participants <input type="checkbox"/> Media quality
Overlaid text	<input checked="" type="checkbox"/> Conference status <input checked="" type="checkbox"/> Conference timing <input checked="" type="checkbox"/> Join and leave indications
	<input checked="" type="checkbox"/> Text messages <input checked="" type="checkbox"/> Content channel text chat
Conference welcome message	
Conference welcome message duration	<never show> no message set
Time to show participant names	1 minute
Advanced settings	
Audio codecs from MCU	<input checked="" type="checkbox"/> G.711 <input checked="" type="checkbox"/> G.722 <input checked="" type="checkbox"/> G.728 <input checked="" type="checkbox"/> G.729 <input checked="" type="checkbox"/> G.723.1
	<input checked="" type="checkbox"/> Polycom(R) Siren14(TM) <input checked="" type="checkbox"/> G.722.1 Annex C <input checked="" type="checkbox"/> AAC-LD <input checked="" type="checkbox"/> AAC-LC
Audio codecs to MCU	<input checked="" type="checkbox"/> G.711 <input checked="" type="checkbox"/> G.722 <input checked="" type="checkbox"/> G.728 <input checked="" type="checkbox"/> G.729 <input checked="" type="checkbox"/> G.723.1
	<input checked="" type="checkbox"/> Polycom(R) Siren14(TM) <input checked="" type="checkbox"/> G.722.1 Annex C <input checked="" type="checkbox"/> AAC-LD <input checked="" type="checkbox"/> AAC-LC
Video codecs from MCU	<input checked="" type="checkbox"/> H.261 <input checked="" type="checkbox"/> H.263 <input checked="" type="checkbox"/> H.263+ <input checked="" type="checkbox"/> H.263 interlaced <input checked="" type="checkbox"/> H.264
	<input checked="" type="checkbox"/> H.261 <input checked="" type="checkbox"/> H.263 <input checked="" type="checkbox"/> H.263+ <input checked="" type="checkbox"/> H.263 interlaced <input checked="" type="checkbox"/> H.264
Video transmit size optimization	Dynamic codec and resolution

Figure 35 : fenêtre de création de la visioconférence «UMMTO soutenance ».

Une fois les paramètres généraux de conférence sont établis et le débit d'échange sont vérifiés, les deux interlocuteurs **UMMTO** et **DJ-AIB** peuvent désormais effectuer un appel à la MCU pour participer à la conférence déjà créée et peuvent alors lancer une conversation entre eux.

La conférence peut être gérée et contrôlée via le MCU, on peut contrôler lequel des interlocuteurs va prendre parole, lancer des appels au interlocuteur et gérer le positionnement de la camera des interlocuteurs



Figure 36 : Fenêtre d'appel, d'ajout, suspension des participants.

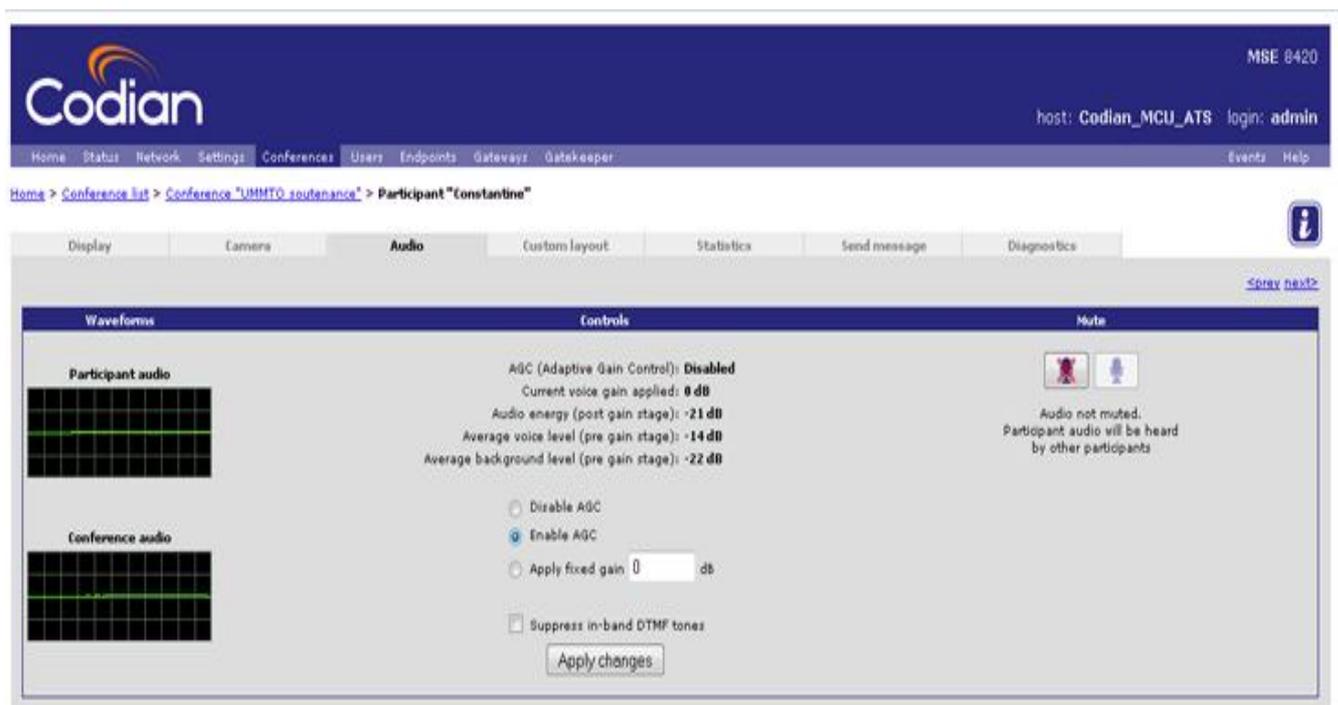


Figure 37 : Fenêtre de contrôle du microphone.

Gestion de la camera a travers le MCU



Figure 37 : Fenêtre de gestion de la camera via le MCU.

5. Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons donné un aperçu général sur l'implémentation de notre simulation ainsi fonctionnement de la visioconférence en donnant des exemples réels de cas d'utilisation.

Avec ce chapitre, on terminera notre projet qui sert à Implémenter un système de visioconférence utilisant la technologie VSAT sous la plate forme iDirect.



Conclusion générale



Les nouveaux usages des réseaux de télécommunications se traduisent par la volonté des utilisateurs d'être connectés partout, n'importe quand et à partir de n'importe quel terminal. Cela implique un besoin de convergence dans les réseaux de communication rendant homogène l'accès à des services et des réseaux hétérogènes. Pour ne pas être marginalisés, les systèmes de communication par satellite doivent relever ce défi.

Un état de l'art général des systèmes de télécommunication par satellite nous a permis d'illustrer les problématiques de convergence liées à la technologie VSAT ainsi, la plate forme iDirect.

Notre travail s'est soldé par l'implémentation d'un système de visioconférence utilisant la technologie VSAT sous la plate forme iDirect, qui offre la possibilité de réunir plusieurs interlocuteurs qui se situent dans des emplacements distants. Aussi, ce système à énormément d'avantages, le plus important est le gain du temps (une conférence de deux heures au lieu d'un déplacement de deux jours).

Espérons que nous avons bien réalisé notre projet, et que notre application va attirer d'avantage les entreprises et toute personne souhaitant implémenter un système de visioconférence.

Annexe

- ***Un signal***

Un signal est une information qui transite à travers un canal de communication. Il permet de transmettre une donnée brute entre deux machines de manière adaptée au support de communication.

- ***Porteuse***

La porteuse est une onde sinusoïdale, utilisé pour transporter des informations utilisables vers et à partir du satellite. L'information est combinée avec le **signal porteur** par un processus appelé **modulation**.

- ***Modulation***

La Modulation du signal est une opération de traitement du signal qui permet de l'adapter à un canal de communication qui sert à transmettre un signal $S_0(t)$ (source) à l'aide d'un autre signal $P_p(t)$ (porteuse) d'une fréquence plus élevée.

- ***Signal modulant*** : C'est l'information à transmettre. Ce signal modifie un des Paramètres (amplitude, fréquence ou phase) de la porteuse.
- ***Signal modulé*** : C'est le signal résultant de la modulation

- ***Supra-haute fréquence (SHF)***

Bande de radiofréquences qui s'étend de **3 GHz** à **30 GHz** (Les SHF font partie des micro-ondes).

- ***GHz***

GHz (Giga-Hertz) équivaut à un million de cycles par seconde. Il s'agit d'une mesure de la vitesse d'horloge d'un processeur. Plus un processeur comporte de GHz, plus grande sera sa vitesse de calcul.

- ***Bande Passante***

Est la différence entre les fréquences supérieures et inférieures d'un canal analogique. La bande passante est mesurée Hz.

- ***Up Converter***

Le BUC peut être considéré "l'émetteur", et ses actions sont effectivement à l'opposé de la LNB. La BUC est constitué de l'UP Converter et HPA.

- **Capacité :**

Est une mesure de la quantité d'informations qu'un système de communication peut transférer d'un endroit à l'autre, mesurée en bps, kbps, Mbps, Gbps. Capacité ou le débit de données est toujours mesurée à la quantité de données transmises par seconde.

- **Fréquence**

Le nombre de cycles par seconde du signal donnée en Hertz.

- **Bande de fréquences**

Intervalles de fréquences dans laquelle une onde électromagnétique peut être transmis ou reçus. Trois bandes de fréquences principales sont utilisées pour les communications par satellite: la bande C, Ku, Ka, on distingue de catégorie :

- Les basses fréquences sont comprises entre 30 et 300 KHz.
- Les hautes fréquences sont comprises entre 3 et 30 Mhz.

- **Ondes radioélectriques ou ondes hertziennes**

Ondes électromagnétiques dont la fréquence est inférieure à 3000 GHz, se propagent dans l'espace sans guide artificiel.

- **Spectre radioélectrique**

Ensemble des fréquences comprises dans l'intervalle 3 kHz à 3000 GHz

- **Le spectre de fréquence**

Est la partie du spectre électromagnétique qui achemine les ondes radio

- **Transposition de fréquence**

Transposition de fréquence, consiste donc à décaler la fréquence centrale du signal pour respecter les caractéristiques imposées par le canal

- **Canal**

partie du spectre des fréquences comprises entre deux fréquences spécifiées et destinée à être utilisée pour une transmission. Un canal peut aussi être caractérisé par sa fréquence centrale et la largeur de bande associée, ou par toute indication équivalente.

- **Fréquence centrale**

Fréquence moyenne de la bande passante d'un canal.

- ***Bande Intermédiaire Satellite (BI)***

Plage de fréquences exploitée par le **tuner** satellite, après conversion par le LNB, allant de 950 à 2050, voire 2150 MHz. La BIS est souvent utilisé dans la réception collective. On parle alors de Fréquence intermédiaire (**FI**).

- ***Éclatement***

Éclatement se réfère à la capacité d'un système VSAT à utiliser la bande passante au-delà de son allocation normale. Débordant n'est possible que lorsque plusieurs VSAT partagent un pool commun de bande passante. Il se produit uniquement lorsque la bande passante est «libre» ou disponibles dans la piscine.

- ***Hub***

Est une station terrienne spéciale qui agit comme le «cœur» d'un réseau en étoile VSAT, à travers lequel tous les flux de communications. Stations VSAT individuels sont connectées au concentrateur comme une roue et des rayons.

- ***signaux satellite***

Forme d'ondes électromagnétiques transportant des informations vers ou à partir du satellite.

- ***Vast***

Désigne une technique de communication par satellite bidirectionnelle qui utilise des antennes paraboliques dont le diamètre est inférieur à 3 mètres. Cette technique de communication nécessite donc peu de moyens au sol et peut donc être utile pour relier un petit site aux réseaux de communication, que ce soit pour la téléphonie ou pour l'accès à Internet.

- ***congestion***

Est la condition dans laquelle une augmentation du trafic (flux) provoque un ralentissement global de celui-ci

- ***Dial-up Internet***

Est la connexion d'un ordinateur à Internet en utilisant une ligne téléphonique POTS (système téléphonique de base). Les données numériques sont converties en un son analogique à transmettre via une ligne téléphonique à un serveur en attente sur l'autre extrémité. Le serveur transmet ensuite les données vers la cible, demander des informations, et de le renvoyer sur la ligne téléphonique du client.

- ***Le BER(Bite Error Rate)***

C'est le nombre de bits erronés reçus sur le nombre total de bits reçus. Si sur 1000 bits reçus, il y en a un de faux, on a un BER de 1/1000.

- **CIR (Committed Information Rate)**

Est la bande passante moyenne pour un circuit virtuel garantis par un fournisseur d'accès Internet pour fonctionner dans des conditions normales.

- **Terminologie – conversions de débit de données iDirect**

Débit utilisateur IP + charge iDirect = débit **Info**

(TX) débit Info / débit FEC = débit de **Transmission**

(RX) débit Info x FEC = débit de **Réception**

débit de transmission ou de réception = débit **Symbole (BPSK)**

débit de transmission ou de réception / 2 = débit **Symbole (QPSK)**

débit symbole x 2 = débit de **Transmission ou de réception (QPSK)**

débit symbole x Espace Chaîne=BP **Allouée**

- **Ordre de modulation supérieur**

L'ordre modulations QPSK, 8PSK, 16 APSK et 32 APSK sont présentés par la figure suivante

