

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté de Technologie

Département Ingénierie des Systèmes Electriques

Mémoire de Master

Présenté par

BENKHEROUF Amina Fatma & SAIDOUN Maroua El Housna

Filière : Télécommunications

Spécialité : Réseaux et Télécommunications

**Implémentation d'un Scénario de Basculement
Automatique du Trafic dans un Réseau WAN
D'entreprise**

Soutenu le 01/07/2024 devant le jury :

ACHELI	Dalila	Professeur	UMBB	Présidente
MESSAOUDI	Noureddine	Professeur	UMBB	Examineur
MERAIHI	Yassine	Professeur	UMBB	Promoteur
SACI	Abderaouf	Chef de Projet	Algérie poste	Co-Promoteur

Année Universitaire : 2023/2024

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu le Tout Puissant qui nous a donné la force et la patience pour accomplir cet humble travail.

Nous adressons nos remerciements en premier lieu à nos chers parents, et à notre promoteur M.MERAIHI Yassine, pour la qualité de son encadrement, ses conseils, ses encouragements, et son intérêt, du début à la fin de ce mémoire, pour nous une aide précieuse et une source d'équilibre pour réaliser ce travail.

Par ailleurs, nous remercions beaucoup Monsieur SACI Abderaouf, pour tous ses conseils et ses orientations qu'il nous a prodigués et son intérêt du début à la fin de ce mémoire, qui nous a beaucoup aidés et guidés durant notre stage en Algérie poste à Bab Ezzouar.

Nos respectueux remerciements sont dédiés aux membres du jury qui ont accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions également notre famille et nos proches pour notre succès aujourd'hui et les mots ne peuvent être trouvés pour leur exprimer notre gratitude pour leur éducation et leur aide par tous les moyens. Et enfin, merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Nous vous remercions beaucoup.

Dédicace

Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU
De m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Je tiens à dédier cet humble travail à :
Mon très cher père Idris et ma très chère mère Nabila, qui ont toujours été la
pour moi, sans leurs soutiens et leurs aides je n'aurai jamais pu arriver là

Ou je suis

Et je tiens à les remercier également, pour les efforts et les sacrifices qu'ils
Ont fait pour mon éducation, je le dédie aussi

A

Mes très chers frères Islem et Abd Elhakim

A

Ma seule petite sœur Fella

A

Toute la famille BENKHEROUF



Amina

Dédicace

Tout d'abord, je tiens à remercier DIEU
De m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Je tiens à dédier cet humble travail à :
Mon très cher père Ahmed et ma très chère mère Hamida, qui ont toujours été
la

Pour moi, sans leurs soutiens et leurs aides je n'aurai jamais pu arriver là

Ou je suis

Et je tiens à les remercier également, pour les efforts et les sacrifices qu'ils

Ont fait pour mon éducation, je le dédie aussi

A

Mes très chers frères Abd Elhak et El Hachemi

A

Toute la famille SAIDOUN



El housna

Résumé

La présente recherche traite de l'implémentation d'un scénario de basculement automatique du trafic dans un réseau WAN d'Algérie poste.

L'objectif principal de notre mémoire consiste à étudier et concevoir une solution permettant de garder les bureaux de postes toujours disponibles avec la création d'un autre chemin VSAT, en dépendance sur les protocoles de routages nous assurons le basculement automatique du trafic entre les deux réseaux (LS et VSAT).

Les Mots-clefs : Liaison spécialisées (LS) - Very Small Aperture Terminal (VSAT) – Protocoles de routages -EIGRP – Track – EEM – GNS3 – Algérie poste.

Abstract

This research deals with the implementation of an automatic traffic failover scenario in a WAN network of Algeria Post.

The main objective of our dissertation is to study and design a solution to keep post offices always available with the creation of another VSAT path, depending on the routing protocols we ensure the automatic switching of traffic between the two networks (LS and VSAT).

Keywords: Specialized Connection (LS) - Very Small Aperture Terminal (VSAT) – Routing protocols -EIGRP – Track – EEM – GNS3 – Algeria post.

ملخص

يتناول هذا البحث تنفيذ سيناريو تجاوز فشل حركة المرور التلقائي في شبكة WAN التابعة لبريد الجزائر. الهدف الرئيسي من أطروحتنا هو دراسة وتصميم حل لإبقاء مكاتب البريد متاحة دائمًا مع إنشاء مسار VSAT آخر، و بالاعتماد على بروتوكولات التوجيه التي نضمن التبديل التلقائي لحركة المرور بين الشبكتين (LS و VSAT).
الكلمات مفتاحية: الاتصال المتخصص (LS) – محطة ذات الفتحة الصغيرة جدًا (VSAT) - بروتوكولات التوجيه - EIGRP - المسار - GNS3 - EEM - بريد الجزائر.

Table des matières

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

Chapitre 1: Présentation de l'organisme d'accueil

Introduction	4
1. Présentation d'Algérie Poste	4
1.1 Situation géographique	4
1.2 Historique et création d'Algérie poste	4
1.3 Mission.....	5
1.4 Situation informatique de la structure d'accueil.....	6
1.4.1 Moyens humains.....	6
1.4.2 Moyens matériels.....	6
1.4.3 Moyens logiciels	6
1.5 Organisation de la structure d'accueil	6
1.6 Organisation d'Algérie poste	7
7.1 Organigramme général d'Algérie poste.....	17
1.8 Organigramme général de la Direction Informatique d'Algérie poste.....	18
Conclusion.....	18

Chapitre 2 : Généralités sur les réseaux informatiques

Introduction	20
2.1 Réseau informatique	20
2.2 Intérêt d'un réseau	20
2.3 Classification de réseau informatique	21
2.3.1 Le réseau local (LAN)	21
2.3.2 Les réseaux métropolitains (MAN)	21
2.3.3 Les réseaux étendus (WAN).....	21
2.4 Architectures des réseaux	22
2.4.1 Le réseau client/serveur	22
2.4.2 Le réseau poste à poste (peer to peer)	23
2.5 Le Routage	23
2.5.1 Routage par défaut	24
2.5.2 Table de routage	24
2.6 Types de Routage.....	24
2.6.1 Le routage statique.....	25

2.6.2	Le routage dynamique	25
2.7	Le protocole	25
2.7.1	Les protocoles de routage	25
2.7.1.1	RIP (Routing Information Protocol).....	27
2.7.1.2	OSPF (Open Shortest Path First).....	27
2.7.1.3	BGP (Border Gateway Protocol).....	27
2.7.1.4	EIGRP (Extended Interior Gateway Routing Protocol):	27
2.7.2	Fonctionnement	28
2.7.3	Avantages d'EIGRP	29
2.7.4	Inconvénients d'EIGRP	30
2.8	Réseaux virtuels (Virtual Local Area Network)	31
	Conclusion.....	31

Chapitre 3 : La Technologie VSAT

Introduction	33
3.1 Notions sur les satellites.....	33
3.1.1 Définition.....	33
3.1.2 Architecture du réseau de communication par satellite	34
3.1.3 Les orbites.....	35
3.1.4 Zone de couverture	36
3.1.5 Les bandes de fréquences	37
3.1.5.1 Les fréquences	37
3.1.5.2 Les Bandes des Fréquences	37
3.1.6 Techniques d'accès au satellite	38
3.1.6.1 Accès Multiple à Répartition en Fréquence (FDMA ou AMRF).....	39
3.1.6.2 Accès Multiple à Répartition dans le Temps (TDMA ou AMRT).....	39
3.1.6.3 Accès Multiple à Répartition par Code (CDMA ou AMRC).....	39
3.1.7 Méthode d'accès ALOHA.....	39
3.1.8 Méthode d'accès MF-TDMA	39
3.2 Présentation de la technologie VSAT	40
3.2.1 Définition	40
3.2.2 Organisation du système satellite VSAT	40
3.2.3 Les applications	41
3.2.4 Fonctionnement de la technologie VSAT.....	42
3.3 Les stations VSATs	43
3.3.1 Définition.....	43

3.3.2	Fonctionnement d'une station terrienne.....	43
3.4	Avantages et inconvénients de la technologie VSAT	44
3.4.1	Avantages	44
3.4.2	Inconvénients	45
3.5	Objectif de la technologie VSAT	45
	Conclusion.....	46

Chapitre 4 : Etude de l'infrastructure réseau existant

Introduction	48	
4.1	Topologie du réseau	48
4.2	Protocole de routage.....	50
4.2.1	Protocole de routage EIGRP	51
4.3	Plan d'adressage IP.....	51
4.4	Redondance.....	52
4.5	Satellite utiliser par Algérie poste.....	53
Conclusion.....	54	

Chapitre 5 : Application et résultats

Introduction	56	
5.1	Simulation du réseau existant	56
Outils de simulation	56	
5.1.1	Logiciel GNS3.....	56
5.2	Protocoles configurés.....	57
5.2.1	Protocole EIGRP	57
5.2.2	Protocole HSRP	57
5.3	Simulation de l'existant	57
5.3.1	Préparation de la maquette.....	57
5.3.2	Définition d'un plan d'adressage IP	58
5.4	Configuration de la maquette.....	62
5.4.1	Phase 1 : Adressage des interfaces	62
5.4.2	Phase 2 : Configuration du routage	64
5.4.3	Phase 3 : Configuration de la redondance des gateway.....	66
5.4.4	Phase 4 : Test de la maquette.....	67
5.5	Implémentation d'un basculement automatique via VSAT	68
5.5.1	Phase 1 : Simulation de la connexion VSAT sur la maquette	68
5.5.2	Phase 2 : Configuration des interco VSAT.....	69
5.5.3	Phase 3 : Configuration d'une instance EIGRP pour le routage via VSAT	70

5.5.4	Phase 4 : Implémentation d'un mécanisme de détection des coupures LS	71
5.5.5	Phase 5 : Implémentation d'un mécanisme pour le basculement via VSAT	73
5.5.6	Phase 6 : Simulation des coupures LS et test de connectivite	74
5.5.7	Conclusion	76
	Conclusion générale	77
	Bibliographie.....	79

Liste des figures

Chapitre 1

Figure 1 : Logo d'Algérie poste	4
--	---

Chapitre 2

Figure 2. 1 : Les différents types de réseaux.	22
Figure 2. 2 : les réseaux (client /service).	22
Figure 2. 3 : Les réseaux poste à poste	23
Figure 2. 4 : Exemple de chemin utilisé dans le routage entre la source et la destination	24
Figure 2. 5 : Protocoles de routage IGP/EGP.	26
Figure 2. 6 : Classification de protocole de routage	27
Figure 2. 7 : Topologie EIGRP	30

Chapitre 3

Figure 3. 1 : Satellite de télécommunication	33
Figure 3. 2 : Architecture d'un réseau satellitaire	34
Figure 3. 3 : les différentes orbites.	35
Figure 3. 4 : Zone de couverture d'un satellite.	36
Figure 3. 5 : Architecture d'un réseau VSAT.	41

Chapitre 4

Figure 4. 1 : Topologie du réseau-modèle multicouches	48
Figure 4. 2 : Topologie globale d'Algérie Poste	49
Figure 4. 3 : Réseau IP d'Algérie Poste	50
Figure 4. 4 : Redondance dans le réseau d'Algérie Poste.....	52
Figure 4. 5 : couverture du satellite ATLANTIC BIRD3.....	53

Chapitre 5

Figure 5. 1 : Maquette de simulation de la plateforme d'Algérie Poste.....	58
Figure 5. 2 : Adressage des interfaces du POP Bab Ezzouar.	63
Figure 5. 3 : Adressage d'un poste de travail	63

Figure 5. 4 : Configuration de l'EIGRP sur le routeur de la wilaya de Chlef.....	64
Figure 5. 5 : Redistribution d'une route par défaut vers Alger sur l'EIGRP 550.	65
Figure 5. 6 : Redistribution du range de wilaya sur l'EIGRP 500.	65
Figure 5. 7 : Redondance avec protocole HSRP	66
Figure 5. 8 : Configuration POP01_BEZ en mode active	66
Figure 5. 9 : Configuration POP02_BEZ en mode Standby.....	66
Figure 5. 10 : Test de connectivité entre le bureau de poste et le CDD_BEZ.....	67
Figure 5. 11 : Chemin du trafic entre BP01_ CHLEF et CDD_BEZ dans l'état normal.	67
Figure 5. 12 : Reprise de connectivité après une rupture au niveau de la liaison primaire	68
Figure 5. 13 : Nouveau chemin suivi après une rupture dans la liaison primaire.....	68
Figure 5. 14 : Maquette de simulation avec solution VSAT.	69
Figure 5. 15 : Plan d'adressage VSAT utilisé dans la maquette	70
Figure 5. 16 : Configuration de l'EIGRP sur le POP01_ CHLEF	71
Figure 5. 17 : Configuration de l'EIGRP sur le POP01_BEZ	71
Figure 5. 18 : Insertion des routes DNS/NTP au CDD	71
Figure 5. 19 : Distribution des routes du BP_ CHLEF vers le serveur DNS/NTP.....	72
Figure 5. 20 : Configuration de la commande Track.....	72
Figure 5. 21 : Configuration de la commande Track.....	72
Figure 5. 22 : Le bon fonctionnement de liaison LS	73
Figure 5. 23 : le disfonctionnement de liaison LS.....	73
Figure 5. 24 : Configuration event manager LS_UP.....	74
Figure 5. 25 : Configuration événement manager LS_DOWN.....	74
Figure 5. 26 : voisinage du BP_ CHLEF LS_UP.....	75
Figure 5. 27 : Reprise de connectivité après une rupture du LS.....	75
Figure 5. 28 : Nouveau chemin suivi après une rupture LS	75
Figure 5. 29 : Interface BP_ CHLEF LS_DOWN.....	76

Liste des tableaux

Chapitre 3

Tableau 3. 1 : Les orbites 35

Tableau 3. 2 : Les bandes des Fréquences et quelque des services..... 37

Chapitre 5

Tableau 5. 1 : Plan d'adressage LS utilisé dans la maquette 59

Tableau 5. 2 : Plan d'adressage VSAT utilisé dans la maquette..... 70

Liste des abréviations

A

AS : Autonomous System

ASN : Autonomous System Number

B

BGP: Border Gateway Protocol

BP : Bureau de Poste

BUC : Block up converter

C

CDD : Centre De Données

CDMA : Code Division Multiplexed Access

D

D.G : Direction Générale

DTP : Direction territoriale des Postes

DNS : Domain Name System

E

EEM : Embedded Event Manager

EIGRP: Enhanced Interior Gateway Routing Protocol.

EGP : Exterior Gateway Protocol

EPIC : Etablissement public à caractère industriel et commercial

F

FDMA : Fréquence Division Multiplexed Access

G

GEO : Geostationary Earth Orbit

GCOS: General Electric Comprehensive Operating Supervisor).

GNS3 : Graphical Network Simulator

H

HSRP : Hot Standby Routing Protocol

I

IDU : Indoor Unit

IP : Internet Protocol

IGRP : Interior Gateway Routing Protocol

IGP : Interior Gateway Protocol

L

LS : Liaison Spécialisée

LEO : Low Earth Orbit.

LAN : Local Area Network

M

MAN : Métropolitain Area Network

MEO : Medium Earth Orbit.

N

NTP : Network Time Protocol

NOC : Networks Operations Center

NMS : Network Management System

O

ODU : Outdoor Unit.

OSPF: Open Shortest Path First.

P

PC : Micro-ordinateurs

P2P : poste à poste

PAC : plan d'action commercial

R

RIP: Routing Information Protocol.

S

SFS : Service Fixe par Satellite

SRS : Service de Radiodiffusion par Satellite.

T

TDMA : Time Division Multiplexed Access

U

UIT-T : Union Internationale des Télécommunications

UPW : Unité Postale de Wilaya

V

VSAT : Very Small Aperture Terminal

VLSM : Variable Length Subnet Mask

VLAN : Virtual Local Area Network

W

WAN : Wide Area Network

Introduction
Générale

Introduction générale

Les réseaux ont vu le jour en réponse au besoin de transporter des informations d'une entité à une autre, même à distance. Les réseaux de communication permettent le transfert d'informations entre équipements terminaux. Pour ce faire, les données sont découpées en blocs appelés paquets, qui sont ensuite acheminés via des lignes de communication et transitent de nœud en nœud jusqu'à atteindre leur destinataire. Pour assurer ce transport, il est essentiel de concevoir des moyens de transmission du signal, que ce soit via des lignes physiques ou des voies hertziennes. Au fil du temps, le déploiement des réseaux s'est considérablement étendu, et aujourd'hui, la plupart des entreprises possèdent leurs propres réseaux pour faciliter la communication entre différents sites.

Les premiers réseaux étaient souvent des réseaux privés utilisant des équipements volumineux. Cependant, avec la généralisation des réseaux, les équipements terminaux et les dispositifs d'interconnexion sont devenus plus légers et plus accessibles. De plus, les supports de communication ont évolué, avec une concurrence entre les solutions filaires et les faisceaux hertziens invisibles.

L'explosion de la technologie et du commerce a entraîné une augmentation exponentielle du trafic circulant sur les réseaux de communication. Face à cette croissance, les opérateurs de télécommunications cherchent à fournir davantage de services et à étendre leur couverture.

Algérie Poste, en tant qu'entreprise, utilise un réseau de communication pour relier ses bureaux de poste disséminés sur le territoire national aux centrales. Elle s'appuie sur un réseau filaire de type IP performant et fiable. La disponibilité des bureaux et leur accessibilité pour les serveurs de données sont des préoccupations majeures pour Algérie Poste, d'où l'installation d'une deuxième ligne comme solution pour garantir la continuité du réseau.

Le réseau filaire d'Algérie poste est un réseau fiable mais reste confronté à des paramètres qui cause la dégradation de la liaison existante. La haute disponibilité des services réseaux est essentielle pour Algérie poste, surtout pour maintenir la continuité des services critique.

Comment assurer une haute disponibilité et une résilience optimale du réseau en implémentant un mécanisme de basculement automatique entre une connexion LS et une solution VSAT, tout en minimisant l'interruption de service et en garantissant la continuité des opérations critiques ?

La solution VSAT a été choisie en raison de ses nombreux avantages qui répondent aux besoins de haute disponibilité et résilience de réseau, essentiels pour maintenir la continuité.

L'objectif principale de l'implémentation d'un scénario de basculement automatique entre les liaisons LS (Ligne Spécialisée) et VSAT (Very Small Aperture Terminal) est un processus technique qui vise à assurer une continuité de service en cas de défaillance d'une des liaisons.

Dans ce cadre, nous avons organisé notre travail en Cinq chapitres :

- ✓ Dans le premier chapitre, nous allons présenter l'organisme d'accueil d'Algérie poste et On s'intéresse à la sous-direction des systèmes et de la sécurité informatique.
- ✓ Dans chapitre 2 est dédié à la présentation de quelque généralité sur les réseaux informatiques.
- ✓ Dans chapitre 3 est consacré aux notions sur les satellites après la technologie VSAT qui nous permettront de bien comprendre le fonctionnement de notre solution.
- ✓ Dans chapitre 4 nous présentons le réseau nominale d'Algérie Poste.
- ✓ Dans chapitre 5 et le dernier, nous montrons l'implémentation réalisé et son fonctionnement.
- ✓ Enfin, nous terminons par une conclusion générale qui récapitule notre travail.

Chapitre 1
Présentation de
L'organisme D'accueil

Introduction

Dans le cadre de la préparation à l'intégration au milieu professionnel, ce stage a été lancé. Il s'agit d'un projet de fin d'études pour l'obtention du master en réseaux et télécommunications. Ce projet s'est déroulé au sein d'Algérie poste en une période de deux mois.

Dans ce chapitre nous mettons notre travail dans son contexte. En premier lieu nous présentons une vue globale sur l'organisme d'accueil, ensuite nous introduisons brièvement le sujet en expliquant le travail demandé.

1. Présentation d'Algérie Poste

1.1 Situation géographique

Algérie poste, l'établissement public à caractère industriel et commercial (E.P.I.C), est situé à Bab-Ezzouar, un quartier de la banlieue est d'Alger.



Figure 1 : Logo D'Algérie poste

1.2 Historique et création d'Algérie poste :

Suite à la restructuration du secteur de la poste et des télécommunications selon la loi 2000 03 du 05 août 2000, il a été créé par décret exécutif n° 02-43 du 14 janvier 2002 un établissement public national à caractère industriel et commercial (EPIC) dénommé « Algérie poste ».

L'établissement est administré par un conseil d'administration présidé par le Ministre chargé des postes ou son représentant, et il est dirigé par la direction générale.

Cet établissement est chargé d'assurer, sur l'ensemble du territoire national la mise en œuvre de la politique nationale de développement des services postaux et des services financiers postaux à travers la prise en charge des activités de gestion des présentations, de renouvellement et de développement des infrastructures s'y rapportant.

A ce titre, l'EPIC Algérie poste peut optimiser sa structure comme tout autre opérateur commercial pour répondre à sa vocation de service public sur tout le territoire national.

La structure organisationnelle d'Algérie poste est bâtie sur trois niveaux :

1. **La Direction Générale (D.G)** assurant la gestion de l'entreprise (niveau central).
2. **La Direction territoriale des Postes (DTP)** assurant la gestion et région et la fourniture des services (Niveau décentralisé).
3. **L'Unité Postale de Wilaya (UPW)** assurant les tâches d'exploitation de la wilaya.

Une filiale du courrier accélérer EMS a été créé par Algérie poste en 2003.

Le service EMS est un des services postaux les plus rapides, il consiste à collecter, à transmettre et à distribuer des correspondances, des documents ou des marchandises dans des délais très courts, et dans des emballages adapté et sécurisé.

1.3 Mission :

- Algérie Poste est chargée d'assurer la mise en œuvre des politiques nationales de développement des services postaux et des financiers postaux dans tout le pays à travers des activités de gestion et de renouvellement des services et le développement des infrastructures associées.
- La Poste Algérie a déployé un réseau local fort et riche à travers le pays, s'inscrivant constamment dans la dynamique de modernisation de ses structures en assurant la transformation numérique des différents secteurs et en privilégiant le développement d'une économie numérique basée sur l'information et la technologie, technologie de communication.
- La vision stratégique de la Poste Algérie se construit autour des actions menées par chaque métier et aspire à être :
 - ❖ Un leader en distribution de services de proximité et à domicile ;
 - ❖ Établissement d'une référence en matière d'inclusion financière citoyenne ;
 - ❖ Les grands transporteurs de courrier/colis en accélérant leur transformation numérique et la convergence des réseaux physiques et numériques.

1.4 Situation informatique de la structure d'accueil :

1.4.1 Moyens humains :

Algérie poste est un important établissement dans le domaine postal (courriers) et financiers (Comptes CCP) et qui dispose plus de 26000 employés.

Cet effectif se compose de plusieurs agents de différente spécialité essentiellement d'ingénieurs informatiques de différentes spécialités (Administration système, Administration de serveur WEB, développeurs d'application, Administrateur messagerie, ect....).

1.4.2 Moyens matériels :

La technologie n'a pas cessé d'évolué surtout depuis sont entré dans le monde économique, d'ailleurs l'entreprise Algérie poste se base sur la technologie informatique (Ordinateur, Serveur, logiciels,...) a fin de gère ces différent services même à distance (Compte CCP, Courriers, Monétique, Messagerie,...).

Les moyens matériels que possède Algérie poste sont divers tel que (Ordinateurs, Serveur Sun pour le traitement de messagerie par exemple, Serveurs back up (Sauvegarde), des stations anti Spam (contre les intrusions), les stations d'administrations, routeurs Cisco, etc... Et tous ces moyens existants ou bien complété avec d'autres (acquisition), ouvre de larges perspectives comme de nouveaux services.

1.4.3 Moyens logiciels

Les moyens logiciels que possède Algérie poste sont divers :

- System exploitation: Windows, AIX (Advanced Interactive eXecutive), Solaris, GCOS (General Electric Comprehensive Operating Supervisor).
- Base de données : Oracle, SQL Server, My SQL.

1.5 Organisation de la structure d'accueil

Les employés de la direction sont affecter selon le ou les projet en cours c'est-à-dire l'employé de la direction informatique est spécialisé dans un ou plusieurs domaine par exemple : cellule base de données précisément : SQL Server, donc il peut être affecter à un ou plusieurs projet par exemple le projet : (application informatique) et projet (monétique).

L'organigramme des trois sous directions informatiques est structuré selon la spécialisation de chaque employé et c'est le type de projet qui détermine les membres de ce projet.

1.6 Organisation d'Algérie poste

L'organisation de Algérie poste repose sur :

La direction générale :

La direction générale met en œuvre les orientations et les délibérations du conseil d'administration, dans ce cadre elle dispose des pouvoirs étendus pour assurer la direction et la gestion administrative, technique et financière de l'établissement.

A ce titre :

- Elle élabore et propose le mode de fonctionnement générale au conseil d'organisation générale de l'établissement.
- Elle dispose du pouvoir hiérarchique sur l'ensemble du personnel de l'établissement.
- Elle passe et signe des marchés, contrats, conventions et accords dans le cadre de la législation et de la réglementation en vigueur et des procédures de contrôle interne.
- Elle fait ouvrir et fait fonctionner auprès des chèques postaux et des institutions bancaires et de crédit tous comptes courants, avances et / ou comptes de dépôt, dans les conditions légales en vigueur.
- Elle signe, accepte, endosse, tous billets, traites, lettres de charge, chèques et autres effets de commerce effectue tous retraits de cautionnement en espèces ou autre, donne quittance et décharge.
- Elle engage les dépenses de l'établissement.
- Elle donne caution ou aval conformément à la législation en vigueur.
- Elle peut transiger après autorisation du ministre de tutelle.
- Elle approuve les projets techniques et fait procéder à leur exécution.
- Elle représente l'établissement dans tous les actes de la vie civile et peut ester en justice.
- Elle veille au respect de la réglementions et du règlement intérieur de l'établissement.
- Elle peut déléguer partiellement ses pouvoirs à ses collaborateurs.

Elle établit :

- Les bilans.
- Les comptes de résultats.
- L'état annuel et le rapport spécial sur les créances et les dettes.

Elle propose au conseil :

- Les programmes généraux d'activités.
- Les projets de plans et de programmes d'investissement.
- Les budgets prévisionnels.
- Les propositions d'utilisations de résultats.
- Le projet de statut du personnel et la grille des salaires dans le cadre des dispositions de l'article 146 de la loi n° 2000-03 du 05 août 2000.
- Les projets d'extension des activités de l'établissement.

L'organisation générale de l'établissement et la réglementation intérieure est proposées par la directrice générale, adopté par le conseil d'administration et fixés par arrêté du ministre chargé des postes.

Les missions dévolues à Algérie poste sont assurées par :

Au niveau central :

1. Les directions d'études :

- Du management de la qualité.
- De la stratégie, de la planification et de l'organisation.
- Du contrôle de gestion et de l'audit interne.
- De la communication.
- Des affaires internationales de la coopération et des affaires juridiques.
- Du patrimoine.

2. Les directions opérationnelles :

- La direction des services postaux.
- La direction des services financiers postaux.
- La direction des finances et de la comptabilité.
- La direction des moyens généraux.
- La direction des ressources humaines.
- La direction commerciale.
- **La direction de l'informatique.**

Au niveau décentralisé :

De huit (08) directions territoriales des postes (DTP) :

DTP d'Alger - DTP d'Oran -DTP de Annaba -DTP de Chlef -DTP de Sétif - DTP de Ouargla– DTP de Béchar – DTP de Constantine.

Au niveau wilaya :

- Quarante-huit (48) unités postales de wilaya (UPW).

Les directions d'études :

La direction d'étude du management de la qualité

Cette direction d'études a pour mission de veiller à fournir une prestation de service de qualité à la clientèle, l'objectif étant de satisfaire au mieux le client dans la limite des ressources disponibles. A cet effet, il y'a lieu d'arrêter un programme d'actions à entreprendre pour atteindre les objectifs de la qualité fixés.

La direction d'étude de la stratégie, de la planification, et de l'organisation

La direction d'étude de la communication

Cette direction d'étude a pour mission de traduire la stratégie de l'établissement par l'identification des axes de développement et la préparation des avant projets de plans de développement. Il assure la gestion du contrat de performances et la mise en place de l'organisation en collaboration avec les structures concernées.

La direction d'étude du contrôle de gestion et de l'audit interne

Cette direction d'étude a pour mission de donner à l'établissement l'assurance sur le degré de maîtrise de ses opérations, lui apporter des solutions, et contribuer efficacement et d'une manière permanente à lui créer de la valeur ajoutée. IL aide également l'établissement à atteindre les objectifs tracés en évaluant, par une approche systématique et méthodique ses processus de management, de contrôle et de gouvernance en faisant des propositions pour renforcer leur efficacité.

Cette direction d'étude a pour mission de promouvoir la communication externe et interne de l'établissement.

La direction d'étude des affaires internationales, coopérations et affaires juridiques

Cette direction d'étude a pour mission de représenter Algérie poste dans les négociations internationales dans le domaine de la poste et des services financiers postaux et de la représentation de l'établissement auprès des unions internationales. IL doit assurer la promotion, la coopération et les échanges internationaux, ainsi que l'élaboration de conventions latérales et multinationales avec les offices postaux étrangers.

Il doit aussi concevoir les documents juridiques liés aux opérations de restructurations et de suivi des affaires contentieuses.

La direction d'étude du patrimoine

Cette direction d'étude a pour mission d'assister les structures chargés des moyens généraux à la mise en oeuvre et à l'exploitation de la gestion des biens meubles et immeubles inscrits dans les immobilisations d'Algérie poste.

Les directions opérationnelles

La direction opérationnelle des services postaux

Elle est chargée :

- D'organiser et de veiller au bon fonctionnement des services postaux dans les relations internes et internationales.
- De préparer et de suivre l'exécution des plans de développement de l'infrastructure postale.
- De développer et de promouvoir les services du courrier individuel à distribution exceptionnelle (cedex) et du bureau fax.
- D'élaborer les programmes annuels et pluriannuels des émissions de timbres poste et valeurs fiduciaires postales.
- De mettre en application les termes de la convention postale universelle, des accords et des arrangements bilatéraux et multilatéraux concernant l'échange et la comptabilité internationale des envois de la poste aux lettres et des colis postaux.

La direction des services postaux comprend une cellule et quatre sous directions

- La cellule chargée du service EMS.
- 1- La sous-direction du courrier et du colis logistique.
- 2- La sous-direction du développement du réseau postal, la philatélie et du timbre poste.
- 3- La sous-direction des équipements et des programmes.
- 4- La sous-direction des comptes postaux internationaux.

La direction opérationnelle des services financiers postaux

Cette direction est chargée :

- Organiser et de veiller au bon fonctionnement des centres qui lui sont rattachés (chèques postaux, épargne, mandats).
- Réaliser des études de revalorisation de la rémunération des avoirs des CCP et des placements d'épargne CNEP.
- Mettre en oeuvre des projets visant à améliorer la qualité des prestations et accroître la productivité.
- Assurer les relations avec la DG/CNEP, Bureau d'échange, Trésor public et les Banques.
- De procéder au traitement du contentieux et des réclamations.

La direction des services financiers postaux comprend trois sous directions

- 1- La sous-direction des études économiques et financières.
- 2- La sous-direction organisation et développement des centres financiers.
- 3- La sous-direction du développement des produits et gestion de la qualité.

La direction opérationnelle des finances et comptabilité

Cette direction est chargée :

- Définir et de mettre en oeuvre des procédures, systèmes et méthodes de gestion financières et comptable de l'entreprise.
- Définir et de mettre en oeuvre la politique financière de l'entreprise.
- Encadrer les structures dans le domaine comptable et financier.
- Animer le processus d'arrêt des comptes.
- Consolider et suivre le budget en relation avec les structures opérationnelles et fonctionnelles.
- De suivre les participations de l'entreprise dans les différentes filiales.

La direction finance et comptable comprend quatre sous-direction

1. La sous-direction comptabilité.
2. La sous-direction finances et budget.
3. La sous-direction des marchés.

La direction opérationnelle des moyens généraux

Cette direction est chargée :

- De définir et de veiller à l'application de la politique en matière de bâtiments, de transport, d'approvisionnement, d'entretien, de sécurité et de protection.
- Définir et contrôler l'application des procédures en matière d'approvisionnement.
- De veiller au bon approvisionnement des services utilisateurs.

La direction des moyens généraux est composée de trois sous-direction :

1. La sous-direction des bâtiments, de la protection et de la sécurité.
2. La sous-direction des transports.
3. La sous-direction des approvisionnements.

La direction opérationnelle des ressources humaines

Cette direction est chargée :

- De définir et de veiller à l'application de la politique de gestion des ressources humaine de la formation et des affaires sociales.
- De veiller à l'application du statut des travailleurs (statut fonction publique ou particulier).
- De participer à l'élaboration du schéma organisationnel de l'établissement.
- D'élaborer, négocier et de veiller à la mise en oeuvre de la convention collective et du règlement intérieur.

La direction des ressources humaines est composée de trois sous-direction :

1. La sous-direction de l'administration du personnel.
2. La sous-direction du développement et réglementation.
3. La sous-direction de la formation et de la documentation.

La direction opérationnelle commerciale

Cette direction est chargée :

- De prendre en charge l'action marketing.
- De proposer de nouveaux services et de nouveaux produits en fonction de l'évolution des besoins des clients.

- D'élaborer le plan d'action commercial PAC « courrier-colis » et le plan d'action commercial PAC « service financier ».
- De procéder à la conception et à la diffusion de documents d'information de la clientèle.
- De réaliser des études de tarification ainsi que des propositions de réaménagement tarifaires.

Cette direction est composée de trois sous-directions :

1. La sous-direction du marketing.
2. La sous-direction commerciale.
3. La sous-direction de la tarification et de la réglementation.

La direction opérationnelle informatique

Cette direction est chargée :

- D'élaborer des plans d'équipements pour le développement des systèmes informatiques.
- De réaliser et mettre en œuvre dans un cadre normalisé des systèmes informatiques nécessaires au fonctionnement des services.
- De définir les méthodes et programmes d'exploitation, de développement et de maintenances des systèmes informatiques.
- Elaborer et mettre en œuvre des procédures de sécurité nécessaire à la sauvegarde de l'intégrité des informations et des équipements informatiques.
- De procéder à la gestion des logiciels à mettre en œuvre.
- D'organiser le fonctionnement et le contrôle des centres informatiques.
- D'assurer le développement et le maintien des applications informatiques.
- D'assurer l'établissement des cahiers de charge au plan technique.
- De réaliser l'étude et l'analyse des offres pour le choix de nouveau système informatique.
- De procéder au développement et à la gestion des réseaux Intranet et internet pour le service.
- D'assurer la veille technologique.
- Les centres de calcul, de développement, de maintenance, Internet, monétique et de certification sont rattachés à cette direction.

La direction de l'informatique est composée de trois sous-directions :

1. **La sous-direction des systèmes et de la sécurité informatique.**
2. La sous-direction des études et du développement du système d'information.
3. La sous-direction des réseaux informatiques.

La sous-direction des systèmes et de la sécurité informatique

Cette sous-direction est chargée :

- D'élaborer des plans d'équipements pour le développement des systèmes informatiques.
- Réaliser et de mettre en œuvre dans un cadre normalisé, les systèmes informatiques nécessaires au fonctionnement des services.
- De définir les méthodes et programmes d'exploitation, de développement et de maintenance des systèmes informatique.
- D'élaborer et de mettre en œuvre les procédures de sécurité nécessaires à la sauvegarde de l'intégrité des données et à la protection des systèmes informatiques contre les intrusions et les virus.
- D'organiser et de suivre le fonctionnement des centres informatiques.
- D'élaborer les cahiers des charges sur le plan technique.
- De réaliser des études et analyses des offres pour le choix de nouveaux systèmes.

La sous-direction des études et du développement du système information

Cette sous-direction est chargée :

- De développer et d'assurer le maintien des applications informatiques.
- De réaliser des études pour le développement du système d'information.
- De réaliser des tests de fonctionnement et de validation des logiciels.

La sous-direction des réseaux et des TIC :

Cette sous-direction est chargée :

- De développer et assurer la gestion des réseaux Intranet et Internet pour le E-service.
- D'assurer la veille technologique.
- D'élaborer les cahiers des charges, l'étude et l'analyse des offres pour le choix des solutions.
- De procéder à l'organisation et au suivi de fonctionnement du service Internet.

La direction territoriale des postes

La DTP à compétence sur l'ensemble des UPW relevant de son territoire.

Cette direction est chargée :

- D'organiser et de contrôler l'exploitation postale de son territoire.
- D'élaborer les bilans et rapports périodiques d'activité.
- D'informer la direction générale sur toutes violations du régime de l'exclusivité.
- De mettre en place et d'exécuter les programmes d'inspection.
- De mettre en oeuvre les programmes de développement.
- De consolider et de valider le patrimoine mobilier et immobilier situé sur le territoire.
- De consolider et d'analyser les prévisions budgétaires.

Elle est composée :

D'une cellule inspection rattachée au DTP. De

quatre sous directions :

1. La sous-direction de l'administration générale et des moyens.
2. La sous-direction des services postaux et financiers.
3. La sous-direction de la commerciale, de la qualité de service, de la promotion des produits et de la communication.
4. La sous-direction des finances et de comptabilité.

L'Unité Postale de Wilaya (UPW)

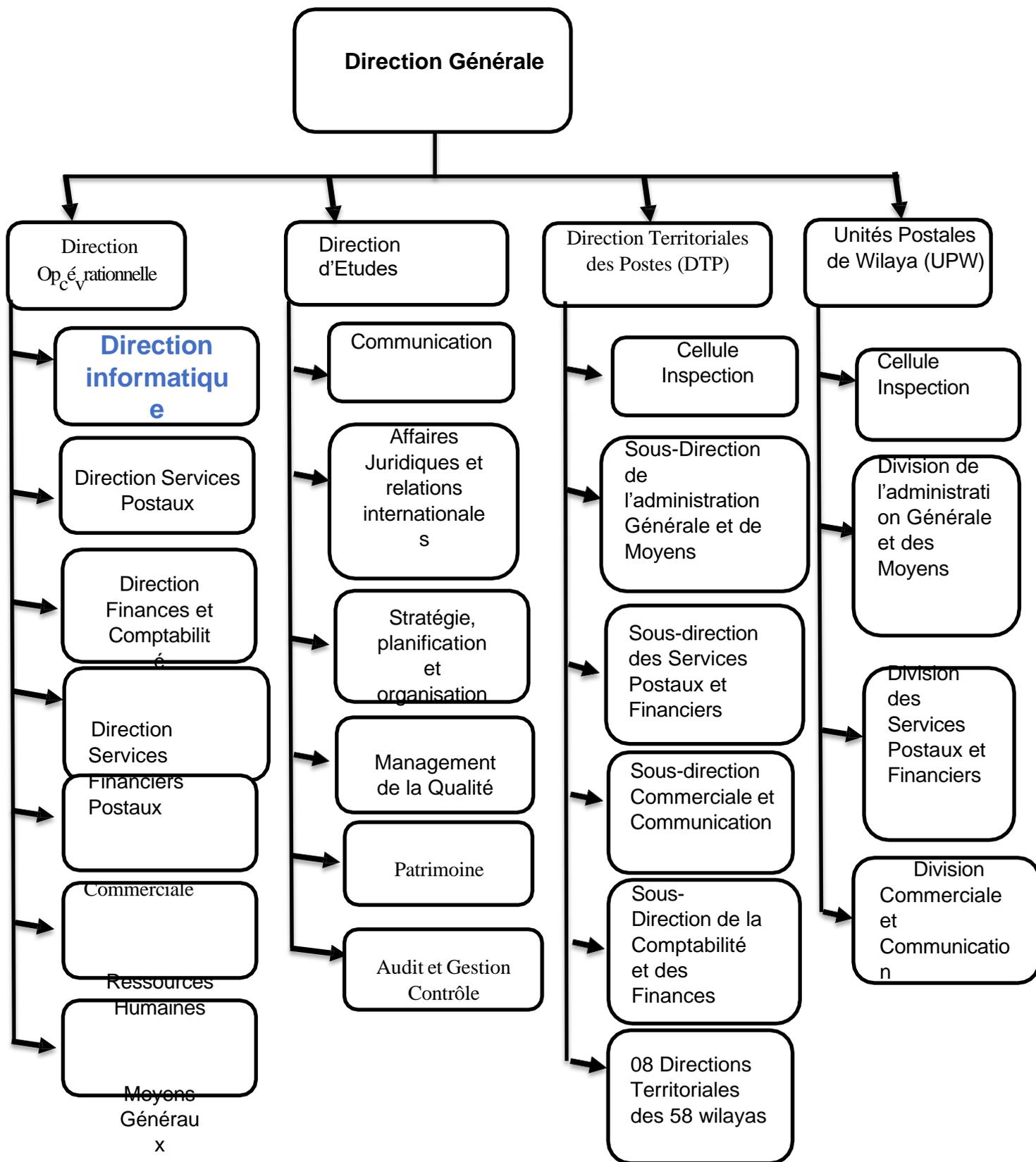
L'unité postale de wilaya a compétence sur l'ensemble des établissements postaux de la wilaya. L'unité postale de wilaya est chargée :

- Exécuter les programmes de développement et élaborer les rapports périodiques sur les activités de la wilaya.
- De gérer l'infrastructure et l'exploitation postale de la wilaya.
- D'informer la direction territoriale des postes sur toutes violations du régime de l'exclusivité.
- D'exécuter les programmes d'inspection.
- De procéder au recensement et à la validation du patrimoine mobilier et immobilier de la wilaya.
- Mener des actions de communication et réaliser des manifestations dans le but de promouvoir les produits d'Algérie poste au niveau de la wilaya.
- Chaque unité postale de wilaya est composée :
- D'une cellule inspection.

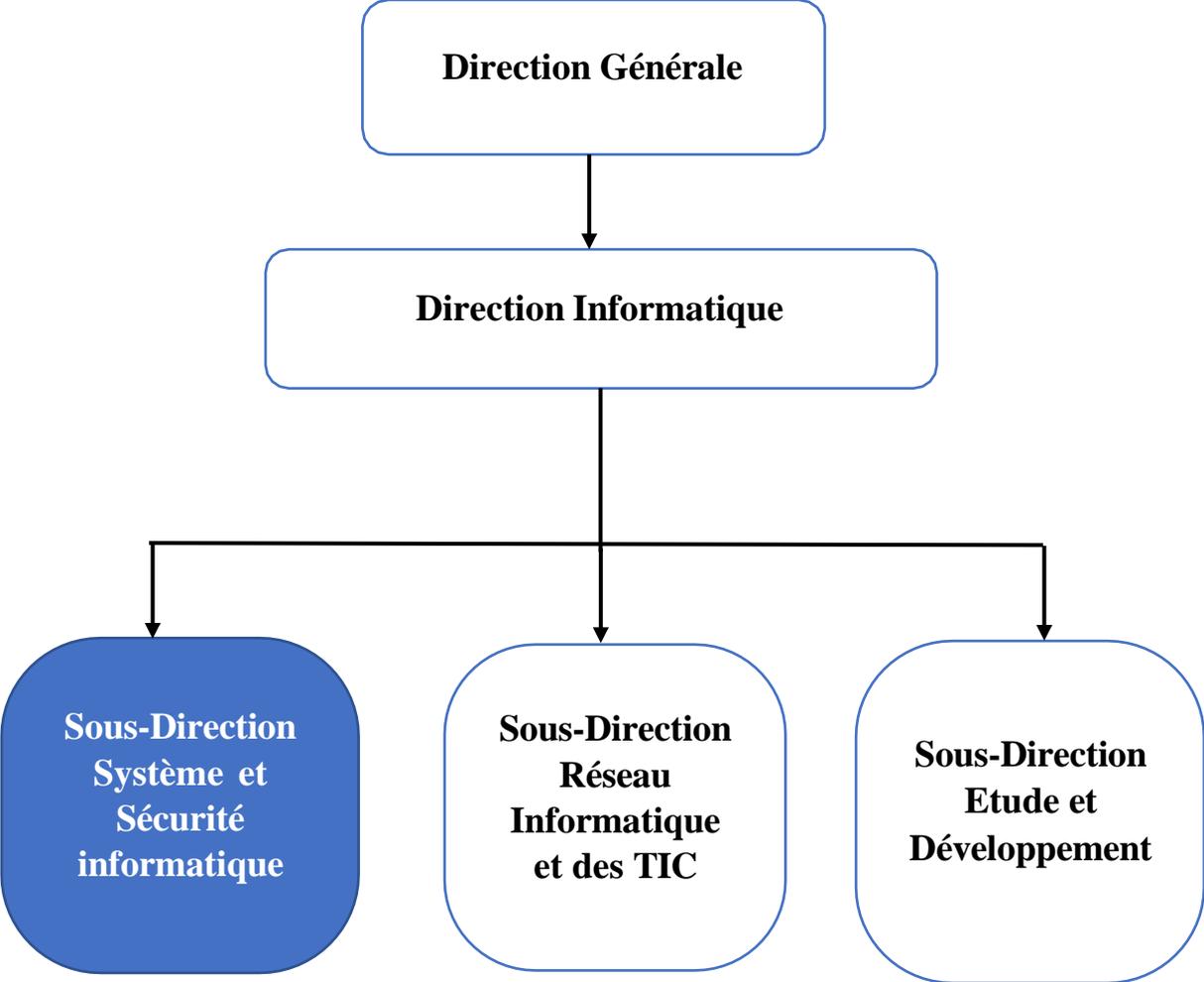
- De trois divisions :

1. La division de l'administration générale et des moyens.
2. La division des services postaux et financiers.
3. La division commerciale, qualité de service, promotion des produits et communication.

1.7 Organigramme général d'Algérie poste :



1.8 Organigramme général de la Direction Informatique d'Algérie poste



Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'entreprise d'accueil d'Algérie poste Bab Ezzouar, avec ces différents services en citant chaque service avec son rôle.

Chapitre 2
Généralités sur les Réseaux
Informatiques

Introduction

Dans un monde de plus en plus interconnecté, l'importance des réseaux informatiques ne cesse de croître, permettant une communication et un échange de données rapides et efficaces à l'échelle mondiale.

Dans ce chapitre nous allons commencer par examiner les fondements des réseaux informatiques, en l'occurrence la classification, les architectures, le routage et protocole de routage.

2.1 Réseau informatique

Un réseau informatique est une infrastructure qui permet à des dispositifs informatiques, tels que des ordinateurs, des serveurs, des imprimantes, des routeurs, etc., de communiquer entre eux et de partager des ressources telles que des données, des applications, des périphériques, et des services. Ces dispositifs sont interconnectés par des moyens physiques (câbles) ou sans fil (comme les ondes radio ou les signaux infrarouges) et utilisent des protocoles de communication standardisés pour échanger des informations. [1]

2.2 Intérêt d'un réseau :

Un ordinateur est une machine permettant de manipuler des données. L'homme a vite compris l'intérêt qu'il pouvait y avoir à relier ces ordinateurs entre eux afin de pouvoir échanger des informations. Voici un certain nombre de raisons pour lesquelles un réseau est utile, un réseau permet :

- Le partage de fichiers, d'applications.
- La communication entre personnes (grâce au courrier électronique, la discussion en direct, ...).
- La communication entre processus (entre des machines industrielles).
- La garantie de l'unicité de l'information (bases de données).
- Le jeu à plusieurs, ...
- Le transfert de la parole, de la vidéo et des données (réseaux à intégration de services ou multimédia).

Les réseaux permettent aussi de standardiser les applications, on parle généralement de Groupware, comme par exemple la messagerie électronique et les agendas de groupe qui permettent de communiquer plus efficacement et plus rapidement. [1]

2.3 Classification de réseau informatique :

Il existe trois types de réseaux de communication, chacun adapté à des besoins et des échelles différentes. Voici les principaux types de réseaux :

2.3.1 Le réseau local (LAN)

LAN signifie (Local Area Network (en français Réseau Local)). Il s'agit d'un ensemble d'ordinateurs appartenant à une même organisation et reliés entre eux dans une petite aire géographique par un réseau, souvent à l'aide d'une même technologie (la plus répandue étant Ethernet).

Un réseau local est donc un réseau sous sa forme la plus simple. La vitesse de transfert de données d'un réseau local peut s'échelonner entre 10 Mbps (pour un réseau Ethernet par exemple) et 1 Gbps (en FDDI ou Gigabit Ethernet par exemple). La taille d'un réseau local peut atteindre jusqu'à 100 voire 1000 utilisateurs. [2]

2.3.2 Les réseaux métropolitains (MAN)

Un MAN (Métropolitain Area Network) est un réseau qui s'étend à une zone métropolitaine telle qu'une ville. Un réseau MAN comprend habituellement au moins deux réseaux LAN situés dans une zone géographique commune. Par exemple, une banque possédant plusieurs agences peut utiliser ce type de réseau. Un MAN est formé de commutateurs ou de routeurs interconnectés par des liens hauts débits (en général en fibre optique). [2]

2.3.3 Les réseaux étendus (WAN)

Un WAN (Wide Area Network) interconnecte plusieurs LAN à travers de grandes distances géographiques. Les débits disponibles sur un WAN résultent d'un arbitrage avec le coût des liaisons (qui augmente avec la distance) et peuvent être faible. Les WAN fonctionnent grâce à des routeurs qui permettent de „choisir” le trajet le plus approprié pour atteindre un nœud du réseau. Le plus connu des WAN est Internet. [2]



Figure 2. 1 : Les différents types de réseaux. [2]

2.4 Architectures des réseaux

On distingue deux types d'architecture de réseaux : le poste à poste et le client/serveur.

2.4.1 Le réseau client/serveur

L'architecture client/serveur désigne un mode de communication entre plusieurs ordinateurs d'un réseau qui distingue un ou plusieurs clients du serveur :

Chaque logiciel client peut envoyer des requêtes à un serveur.

Un serveur peut être spécialisé en serveur d'applications, de fichiers ou encore de messagerie électronique.

Les postes de travail n'ont seulement besoin que d'un petit bout de logiciel (appelé client) pour se connecter au serveur et ce quel que soit le système d'exploitation installé sur les postes de travail. [3]

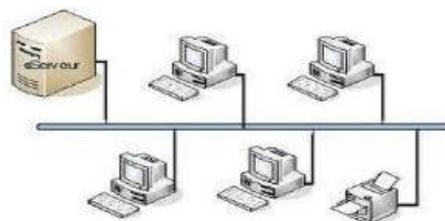


Figure 2. 2 : les réseaux (client /service). [3]

2.4.2 Le réseau poste à poste (peer to peer) :

Dans une architecture d'égal à égal (appelée aussi « poste à poste », en anglais peer to peer, notée P2P), contrairement à une architecture de réseau de type client/serveur, il n'y a pas de serveur dédié.

Ainsi chaque ordinateur dans un tel réseau joue à la fois le rôle de serveur et de client. Cela signifie notamment que chacun des ordinateurs du réseau est libre de partager ses ressources. Un ordinateur relié à une imprimante pourra donc éventuellement la partager afin que tous les autres ordinateurs puissent y accéder via le réseau. [3]

L'architecture poste à poste est généralement une solution satisfaisante pour des environnements ayant les caractéristiques suivantes :

- Moins de 10 utilisateurs
- Tous les utilisateurs sont situés dans une même zone géographique
- La sécurité n'est pas un problème crucial
- Le réseau n'est pas susceptible d'évoluer de manière significative.

Les réseaux d'égal à égal sont préférentiellement utilisés pour des applications ne nécessitant pas un haut niveau de sécurité ni une disponibilité maximale (il est donc déconseillé pour un réseau professionnel avec des données sensibles). [3]

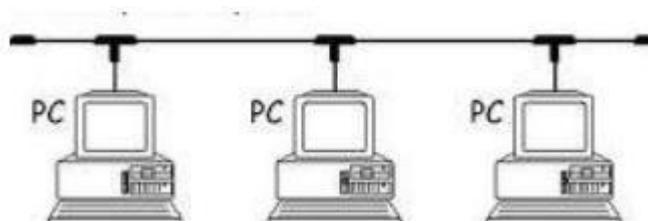


Figure 2. 3 : Les réseaux poste à poste. [3]

2.4 Le Routage :

Le routage est le processus de sélection du chemin à transmettre dans le réseau donné de l'expéditeur vers un ou plusieurs destinataires, cette fonctionnalité utilise un algorithme de routage et une table de routage. Le périphérique de routage principal est un routeur, qui utilise une adresse IP pour diriger les paquets de données d'un réseau vers un autre, et doit également maintenir sa table de routage à jour et être conscient des changements qu'il peut apporter via d'autres périphériques. [4]

Exemple :

Supposons que les liens ont les mêmes coûts, le chemin optimal reliant la source et la destination est représenté dans la figure ci-dessous. On dit que le routage a une bonne stratégie si ce chemin est utilisé dans le transfert des données entre les deux nœuds. [4]

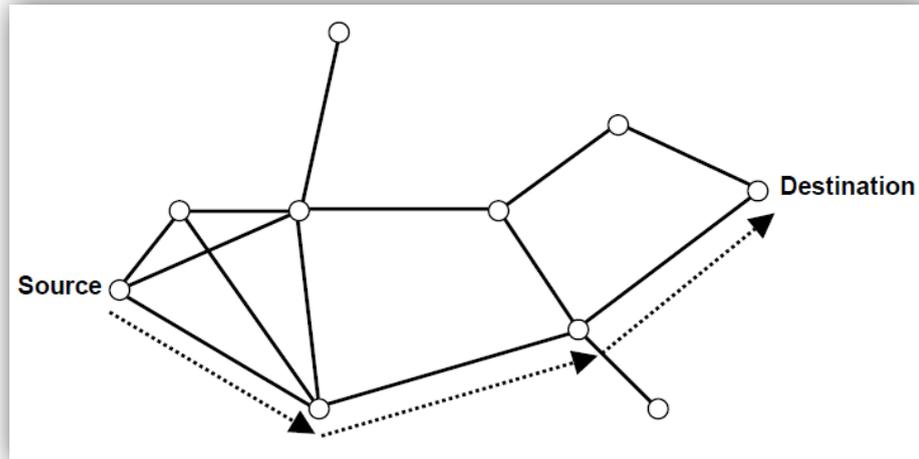


Figure 2. 4 : Exemple de chemin utilisé dans le routage entre la source et la destination [4]

2.5.1 Routage par défaut :

Si la table de routage IP ne contient aucune entrée faisant référence à la destination du paquet de données, celui-ci est alors envoyé vers une passerelle dite passerelle par défaut (default Gateway), dont l'adresse est généralement stockée dans la table de routage. [5]

2.5.2 Table de routage :

La table de routage spécifique à chaque routeur qui permet de déterminer vers quelle voie de sortie envoyer un paquet de données destiné à un réseau donné. Évidemment, en raison de la structure localement arborescente d'Internet la plupart des tables de routage ne sont pas très grandes. Par contre, les tables des routeurs interconnectant les grands réseaux peuvent atteindre des tailles très grandes ralentissant d'autant le trafic sur ces réseaux. Fonctionnellement, une table de routage composée des paires d'adresses du type (D, R).

- D est l'adresse IP d'une machine ou d'un réseau de destination.
- R l'adresse IP du routeur suivant sur la route menant à cette destination. [5]

2.5 Types de Routage :

Il existe deux modes de routage très différents lorsque nous allons résoudre les paramètres protocole de routage, c'est le routage statique et le routage dynamique :

2.5.1 Le routage statique :

Dans le routage statique, la table est remplie manuellement par l'administrateur réseau. Il est utilisé pour les petits réseaux ou les réseaux terminaux.

L'administrateur doit gérer le routage de chaque unité de routage du réseau. Ces routages Statique ne s'adapte pas aux changements de l'environnement réseau, les informations sont Mettez à jour manuellement à chaque changement de topologie dans le réseau. [5]

2.5.2 Le routage dynamique :

Le routage dynamique, la table sera automatiquement remplie. Nous configurons un protocole qui sera chargé d'établir la topologie et de remplir la table de routage.

Protocoles de routage dynamique sont utilisés dans les grands réseaux. Le routage dynamique permet également de modifier automatiquement la table de routage en cas d'interruption de liaison du routeur. Il vous permet également de choisir le meilleur itinéraire disponible d'un réseau à un autre. [5]

2.6 Le protocole :

Un protocole est un ensemble de règles et de conventions établies pour permettre la communication et l'interaction entre des systèmes informatiques, des périphériques ou des entités dans un réseau. Ces règles définissent les formats de données, les méthodes d'échange, les séquences d'actions et les procédures à suivre pour permettre une communication cohérente et fiable entre les parties concernées. Les protocoles sont essentiels pour assurer l'interopérabilité entre différents systèmes et pour garantir que les données sont échangées de manière efficace, sécurisée et conforme aux normes établies. [6]

2.6.1 Les protocoles de routage :

Les protocoles de routage sont des ensembles de règles et de procédures utilisés par les routeurs pour déterminer les chemins les plus efficaces à travers un réseau informatique. Ces protocoles permettent aux routeurs de partager des informations sur la topologie du réseau, telles que les adresses des périphériques et les conditions de trafic, afin de calculer les meilleures routes pour transmettre les données d'un point à un autre. [7]

Les deux principaux types de protocoles de routage sont :

- **Les protocoles de passerelle intérieure (IGP : Interior Gateway Protocol) :**

Utilisés à l'intérieur d'un même système autonome.

- **Les protocoles de passerelle extérieure (EGP : Exterior Gateway Protocol) :**

Utilisés pour le routage entre différents systèmes autonomes. [7]

Un système autonome (AS) : également appelé domaine de routage, est un ensemble de routeurs administrés sous une administration commune.

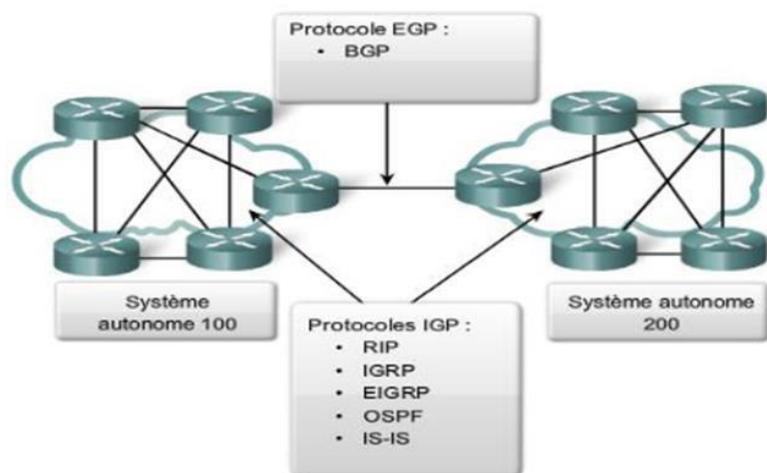


Figure 2. 5 : Protocoles de routage IGP/EGP. [7]

Les protocoles de routage incluent des mécanismes pour la mise à jour périodique des informations de routage, la détection et la correction des pannes de réseau, ainsi que la prise en compte des préférences de routage telles que la bande passante, la latence et le coût. Les exemples de protocoles de routage populaires comprennent :

- RIP (Routing Information Protocol).
- OSPF (Open Shortest Path First).
- BGP (Border Gateway Protocol).
- EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol). [8]

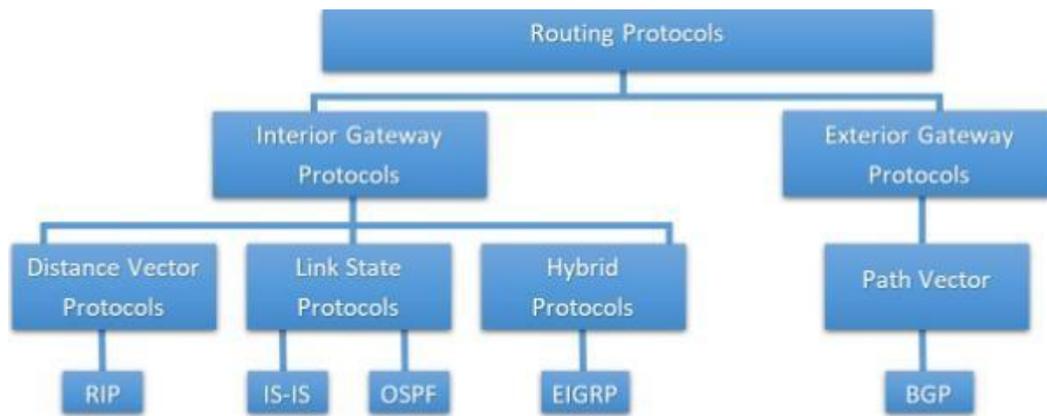


Figure 2. 6 : Classification de protocole de routage. [8]

2.6.1.1 RIP (Routing Information Protocol)

RIP est un protocole à vecteur de distance. C'est-à-dire la distance de communication entre chaque routeur et les autres routeurs (le nombre de sauts entre eux). Par conséquent, lorsque le routeur reçoit l'un de ces messages, il augmentera cette distance d'un et transmettra le message au routeur directement accessible. Par conséquent, le routeur peut maintenir le meilleur itinéraire du message de cette manière en stockant l'adresse du routeur suivant dans la table de routage, minimisant ainsi le nombre de sauts vers le réseau. [9]

2.6.1.2 OSPF (Open Shortest Path First)

L'OSPF est un protocole de routage à état de liens, Il envoie des paquets Hello chaque 10 secondes, des requêtes d'état des liens, des mises à jour et des descriptions de base de données, il est basé sur un algorithme de calcul du plus court chemin appelé algorithme de Dijkstra. Lorsqu'un changement a eu lieu, OSPF multidiffuse les informations mises à jour (informe toutes les nœuds voisins). [10]

2.6.1.3 BGP (Border Gateway Protocol)

Le BGP est un protocole inter-AS, il est construit sur l'expérience acquise des EGP voisins, son principal objectif est d'échanger des informations de routage et d'accessibilité du réseau entre AS. La version quatre du protocole (BGP-4) est très utilisée sur internet et permet l'agrégation des routes, afin de limiter les tables de routage pour un meilleur acheminement des données. [10]

2.6.1.4 EIGRP (Extended Interior Gateway Routing Protocol):

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol) est un protocole de routage à vecteur de distance avancé. Ce protocole est une évolution d'un ancien protocole Cisco appelé

IGRP, qui est maintenant considéré comme obsolète. EIGRP prend en charge le routage sans classe et VLSM, la récapitulation des itinéraires, les mises à jour incrémentielles, l'équilibrage de charge et de nombreuses autres fonctionnalités utiles. Il s'agit d'un protocole propriétaire de Cisco [11].

Les routeurs exécutant EIGRP doivent devenir voisins avant d'échanger des informations de routage. Pour découvrir dynamiquement les voisins, les routeurs EIGRP utilisent l'adresse de multidiffusion 224.0.0.10. Chaque routeur EIGRP stocke les informations de routage et de topologie dans trois tables : [11,12]

- **Table de voisinage** : Elle stocke des informations sur les voisins EIGRP.
- **Table de topologie** : Elle stocke les informations de routage apprises des routeurs voisins.
- **Table de routage** : Elle stocke les meilleurs itinéraires.

La distance administrative de l'EIGRP est de 90, ce qui est inférieur à la fois à la distance administrative du RIP et à la distance administrative de l'OSPF, de sorte que les routes EIGRP seront préférées à ces routes. EIGRP utilise le protocole RTP (Reliable Transport Protocol), pour l'envoi de messages.

EIGRP calcule sa métrique en utilisant la bande passante, le délai, la fiabilité et la charge. Par défaut, seule la bande passante et le délai sont utilisés lors du calcul de la métrique, tandis que la fiabilité et la charge sont définies par zéro.

2.6.2 Fonctionnement :

Tout d'abord, EIGRP fonctionne sur la base d'un numéro de système autonome «Autonomous System Number » ou « ASN ». C'est-à-dire qu'il pourra uniquement communiquer avec les routeurs où EIGRP est configuré pour le même ASN.

Ensuite, une fois qu'on l'a activé sur une interface, que ce soit de manière dynamique ou statique, EIGRP tente de découvrir des voisins potentiels pour cela il y envoi des messages «HELLO ». Lorsque deux routeurs reçoivent des messages HELLO l'un de l'autre, ils vérifient alors les conditions d'adjacence afin de décider si oui ou non ils deviendront des voisins EIGRP (Neighbors).

Pour que deux routeurs deviennent voisins EIGRP ils doivent remplir les conditions suivantes:

- Fonctionner dans le même AS (Autonomous System), donc être configuré avec le même ASN.
- Les deux routeurs doivent pouvoir s'envoyer et recevoir des paquets IP.
- Les interfaces doivent être configurées avec une adresse IP dans le même subnet.
- L'interface concernée ne doit pas être configurée comme passive.
- Les valeurs K (valeurs qui définissent le calcul de la métrique) doivent correspondre.
- L'authentification EIGRP (si configurée) doit être passée avec succès.

Si ces différentes conditions sont vérifiées, les deux routeurs se considèrent alors comme voisins EIGRP, ajoutent cette relation dans leur table de voisinage, et commencent à s'échanger des informations. Lorsqu'une relation de voisins vient de s'établir, chaque routeur commence par envoyer la totalité de ses routes connues pour lesquelles il a une interface active et configurée dans EIGRP. Par la suite, seules les modifications seront envoyées.

Afin de garantir une certaine stabilité, les routeurs s'échangent en permanence des messages HELLO. Ces messages HELLO sont envoyés à intervalles réguliers et ont une durée de vie.

Si un des deux routeurs n'a pas reçu de nouveau HELLO avant que la durée de vie du précédent soit écoulée, le routeur voisin est considéré comme défaillant, l'adjacence est rompue et les routes reçues par ce voisin sont retirées de la table de routage. Chaque routeur garde en mémoire toutes les informations sur les routes reçues de ses voisins et il les stocke dans sa table de topologie. EIGRP utilise ensuite l'algorithme DUAL pour sélectionner la meilleure route vers chaque sous-réseau, calcule la métrique à y associer et place le résultat dans sa table de routage. [13]

2.7.3 Avantages d'EIGRP :

1. **Rapidité de convergence :** EIGRP est réputé pour sa capacité à converger rapidement en cas de changements topologiques dans le réseau. Cela permet de minimiser les temps d'indisponibilité et d'assurer une continuité de service efficace.

2.8 Réseaux virtuels (Virtual Local Area Network)

Un VLAN est un sous-réseau logique de périphériques dans le domaine de diffusion, subdivisé par des adaptateurs réseau ou un logiciel de gestion de réseau, qui peut fonctionner de manière autonome en tant que LAN séparé. Les VLANs fonctionnent au niveau de la couche liaison de données de couche 2 ou de la couche réseau de couche 3, en fonction de la conception du réseau. [16]

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné un bref aperçu sur les réseaux informatique leur type et leurs architecteur. Nous avons défini les notions de routage et les différents protocoles de routages existants. Nous avons commencé par expliquer le routage et leurs types (statique et dynamique), ensuite les protocoles de routages et on s'intéresse au protocole EIGRP.

Le chapitre suivant nous parlerons sur notion sur les satellites et la technologie VSAT.

Chapitre 3
La Technologie VSAT

Introduction :

Aujourd'hui, la communication est essentielle dans notre vie quotidienne et utilisée partout, même dans les régions sans réseaux terrestres. Cela a conduit au développement de moyens de communication alternatifs, notamment les télécommunications par satellite. Les satellites servent de relais pour transmettre des données. La technologie VSAT a été développée pour permettre la communication via satellite, en utilisant des plateformes avec de nouveaux protocoles et équipements.

Dans ce chapitre, nous nous concentrons sur les communications par satellite et la technologie VSAT, en expliquant leurs principes et leurs fonctionnements. Avant d'aborder les technologies VSAT, il est utile de rappeler quelques notions sur les satellites, leurs architectures, leurs orbites. Tout d'abord, définissons ce qu'est un satellite.

3.1 Notions sur les satellites :

3.1.1 Définition :

Un satellite de télécommunication peut être considéré comme une sorte de relais hertzien. En effet, il ne s'occupe pas de la compréhension des données.

C'est un élément crucial dans la transmission de données positionné dans l'espace à une certaine altitude qui permet d'établir une communication à grande distance. Il apporte une technologie complémentaire à la fibre optique pour des applications mobiles ou l'utilisation de cette dernière est impossible. la figure 3.1 représente un satellite de télécommunication.

[17]



Figure 3. 1 : Satellite de télécommunication [18]

3.1.2 Architecture du réseau de communication par satellite :

Un système de communication par satellite se compose d'un ensemble de stations terrestre qui communiquent ensemble via un satellite qui est placé autour de la terre comme le montre la figure. Une liaison satellitaire est composée de la transmission d'un signal depuis une station émettrice vers un satellite qui le reçoit et l'amplifie ensuite le retransmet vers une station réceptrice. [19]

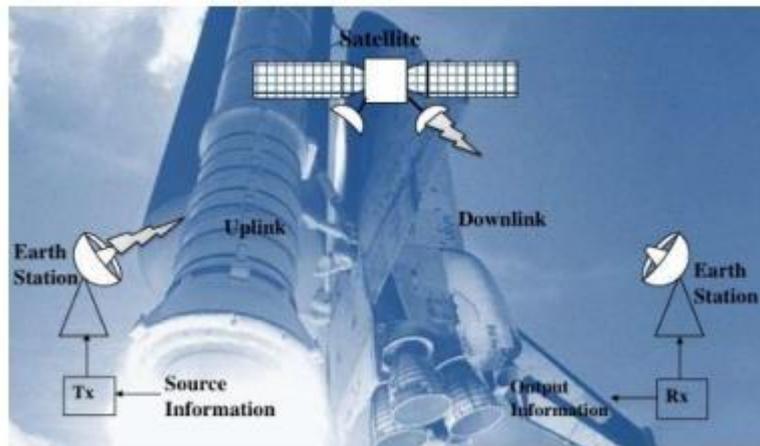


Figure 3. 2 : Architecture d'un réseau satellitaire [19].

1. Le secteur terrestre

Il représente l'ensemble des stations terrestres, qui sont connectées aux terminaux des utilisateurs par des réseaux terrestres tels que le réseau IP, ou directement dans le cas des petites stations tels que VSAT (Very Small Aperture Terminal) développé par la suite. Il existe trois types de stations : les stations fixes, transportables et mobiles. Certaines d'entre-elles sont à la fois émettrices et réceptrices comme le VSAT. [17]

2. Le secteur spatial

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

L'avantage évident présenté par les solutions satellites est que les stations terrestres ne dépendent plus des infrastructures terrestres existantes à travers le monde et donc peuvent être mobiles. [17]

3.1.3 Les orbites

Une orbite est la trajectoire périodique, suivie par le satellite durant sa rotation autour de la terre. Chaque satellite quel que soit son type (télécommunication, météorologique, ...), possède une orbite à une distance déterminée de la terre. Le satellite exploite la force gravitationnelle de la terre pour se mettre en mouvement, et maintenir sa position sur l'orbite.

Les satellites de télécommunications on distingue trois types d'orbites qui sont classifiées par leurs altitudes comme présenté la figure 3.3 : [19]

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

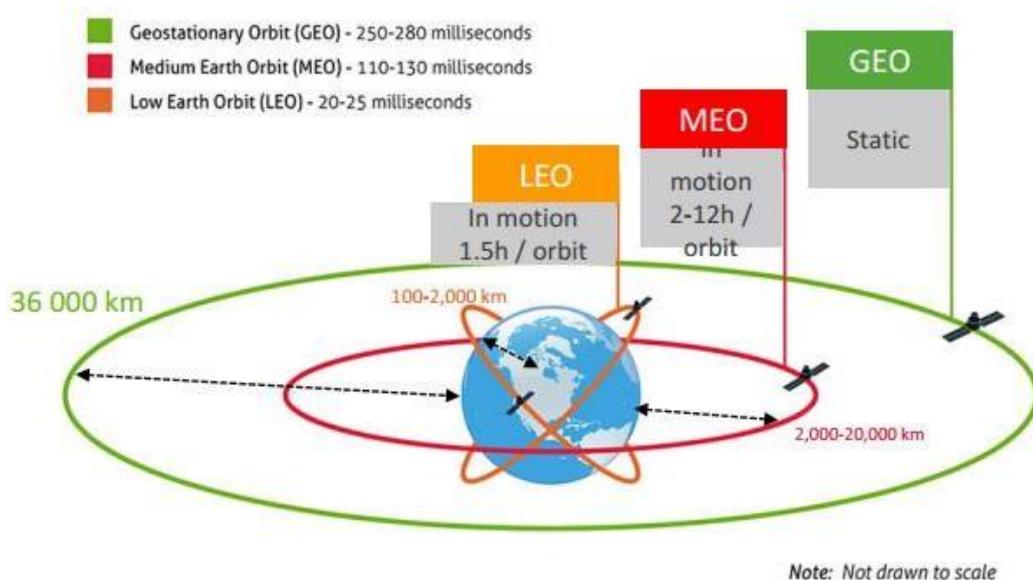


Figure 3. 3 : les différentes orbites. [21]

Les caractéristiques de ces 3 orbites sont représentées dans le tableau 3.1 :

Tableau 3. 1 : Les orbites [22].

Orbites	LEO	MEO	GEO
Attitude (Km)	700 à 2000	10000 à 15000	36000
Nombre de satellite pour une couverture globale	>32	10 à 15	3 à 4
Délai de propagation (ms)	5 à 20	100 à 130	250 à 280

Capacité par satellite	128Mbps 10Gbps	–	1280 Mbps– 10Gbps	1 – 5 Gbps
Durée de vie (ans)	3 à 7		5 à 10	10 à 15

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

Cette orbite est utilisée dans les télécommunications pour ses nombreux avantages tels que : [23]

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

3.1.4 Zone de couverture :

La zone de couverture d'un satellite correspond à la surface terrestre balayée par un satellite (figure 3.4). Elle est définie par rapport à la forme, le rayon et la position de l'orbite. Plus le satellite est éloigné de la terre, plus sa couverture est étendue.

Les satellites géostationnaires peuvent couvrir une large zone terrienne qui peut atteindre un hémisphère (42% de la terre), d'où il est l'orbite le plus répandu aujourd'hui. [19]

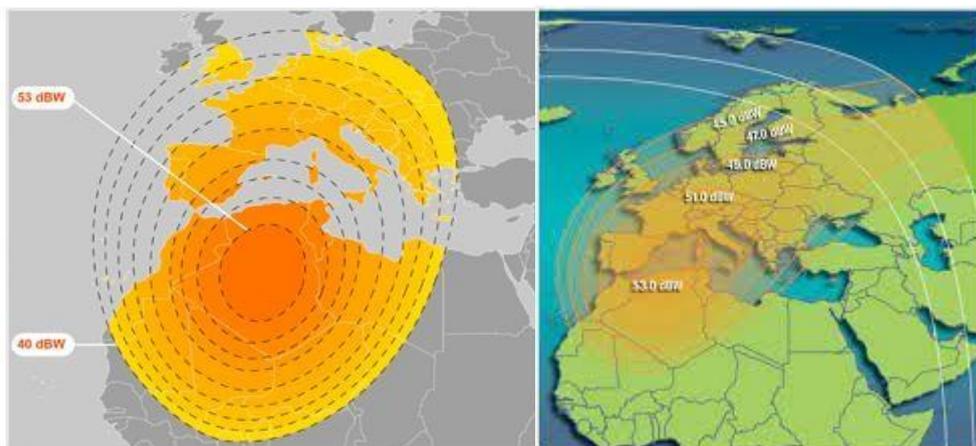


Figure 3. 4 : Zone de couverture d'un satellite. [19]

3.1.5 Les bandes de fréquences

Pour éviter un chaos total dans le ciel, une réglementation internationale spécifique et stricte a été mise en place par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT-T) concernant la répartition des fréquences ; elle fait partie intégrante du règlement international des radiocommunications. Cette réglementation définit notamment la position orbitale des satellites et les bandes de fréquences qu'ils doivent utiliser et respecter. [24]

3.1.5.1 Les fréquences

Les bandes de fréquences mises en œuvre pour les communications par satellite sont le plus souvent comprises entre 1 et 30 GHz. La bande de fréquence 1-30 GHz est divisée en sous bandes désignées par des lettres (Tableau 3.2) [24].

3.1.5.2 Les Bandes des Fréquences

Tableau 3. 2 : Les bandes des Fréquences et quelque des services. [24]

Bande	Bande de fréquence (HZ)	Services
Service mobile par satellite		
VHF	0.03 - 0.3	Messagerie
UHF	0.3 - 1.0	Militaire, Navigation mobile
L	1 – 2	Diffusion audio, Radiolocalisation
S	2 – 4	Navigation mobile
Service fixes par satellite		
C	4 – 8	Navigation mobile
X	8 – 12	Militaire
Ku	12 – 18	Diffusion vidéo
Ka	27 – 40	Diffusion audio
Service de Radiodiffusion		
K	18 – 27	Observations astronomiques, radars
Onde mm	>40	Inter satellite

On s'intéresse à ces bandes :

- **La bande C** : Est destinée à du trafic commercial par satellites. Elle est fort encombrée, elle est notamment utilisée par les opérateurs de télécommunications pour leurs liaisons intercontinentales. [24]

- **La bande Ku** : est utilisée par les opérateurs de télécommunications. Malgré cette optimisation des ressources spectrales et orbitales, le spectre des fréquences en bande Ku est de plus en plus saturé. A certaines positions orbitales, le spectre réservé en bande Ku pour les services SFS et SRS (Service Fixe par Satellite (SFS) et Service de Radiodiffusion par Satellite (SRS)). [24]
- **La bande L** : correspond à un ensemble de bandes de fréquences qui ont été définies après la conférence mondiale CAMR de 1992 pour le service mobile par satellite. Ces bandes de fréquences sont principalement destinées à des satellites à défilement en orbite basse. [24]
- **La bande Ka** : peut être utilisée pour les nouveaux services, en particulier pour les voies remontantes des connexions internet par satellite, et devrait permettre de mieux répondre à la demande. Un deuxième avantage de la bande Ka est dû à sa fréquence plus élevée que la bande Ku : les antennes peuvent être plus petites pour un même débit ou bien, à taille équivalente, pour un débit plus élevé
- **Bande X** : est réservée aux applications militaires.
- **Bande S** : La bande S est surtout utilisée par les radars météorologiques et quelques satellites de communication. [24]

3.1.6 Techniques d'accès au satellite

Pour que les stations terrestres arrivent à diffuser des données, elles doivent disposer d'un support de transmission satellitaire, qui représente une bande de fréquence louée, cette bande sera partagée entre les différentes stations terrestres du réseau satellitaire pour avoir accès au satellite.

Le problème avec l'utilisation des fréquences comme support de transmission, c'est que plusieurs stations peuvent émettre des signaux avec la même fréquence, ce qui engendre le chevauchement et la perte des signaux. Pour remédier à ce problème, la première réflexion qui vient, c'est d'allouer à chaque station une fréquence (un canal), cependant, ce n'est pas envisageable à cause du nombre énorme de stations, de plus, ce système est beaucoup trop coûteux. Pour régler ce problème, plusieurs techniques d'accès aux canaux satellite sont mises en œuvre, dont le principe est de permettre à plusieurs stations d'accéder au même canal de transmission (la même fréquence). [25]

Les principales techniques d'accès utilisées par les réseaux satellitaires sont :

- La FDMA ou AMRF (Fréquence Division Multiplexed Access).
- La TDMA ou AMRT (Time Division Multiplexed Access).
- La CDMA ou AMRC (Code Division Multiplexed Access).

3.1.6.1 Accès Multiple à Répartition en Fréquence (FDMA ou AMRF)

Son principe est de découper toute la bande de fréquence en M sous-bandes. Chaque source a sa propre bande de fréquence où elle peut émettre indépendamment des autres sources. Chaque station possède : un modulateur, un émetteur, M récepteurs et M démodulateurs. [26]

3.1.6.2 Accès Multiple à Répartition dans le Temps (TDMA ou AMRT)

Le principe de cette technique est de découper le temps en plusieurs tranches qui vont être affectées aux stations terrestres. Dans ce cas, toutes les stations émettent sur le canal avec la même fréquence tout en utilisant la totalité de la bande passante, mais de façon successive. [26]

3.1.6.3 Accès Multiple à Répartition par Code (CDMA ou AMRC)

Le principe de cette technique est d'utiliser un code identifiant chacune des stations du système de communication. En effet, toutes les stations vont émettre sur le même canal en même temps, avec la même fréquence, mais chacune de ces stations pourra reconnaître les données qui lui sont destinées grâce au code d'identification approprié. [27]

3.1.7 Méthode d'accès ALOHA :

La transmission dans l'ALOHA est complètement décentralisée. A la fin de la transmission de chaque paquet de chaque source, un acquittement revient aux sources indiquant si le paquet est bien reçu ou s'il y a eu une collision. Dans ce dernier cas, il y aura une retransmission ultérieure.

3.1.8 Méthode d'accès MF-TDMA :

Le mode MF-TDMA utilise un découpage de la bande allouée en super trames. A chaque groupe de terminaux une super trame sont allouées et celle-ci est elle-même découpée en trames. Chaque trame est constituée d'un ensemble de time-slots, chacun dédié à la transmission d'un buste précis.

3.2 Présentation de la technologie VSAT

3.2.1 Définition

Le VSAT n'est pas une technologie normalisée mais plutôt un concept. En effet, chaque constructeur a sa propre manière d'implémenter le système. Même si tous les systèmes fonctionnent sur le même principe, la plupart des détails techniques et des définitions de protocoles utilisés sont bien gardés par chaque constructeur.

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. [28]

La plupart des réseaux VSAT sont généralement configurés selon une de ces topologies :

- Une topologie en étoile (star topology), utilise un point central, tel qu'un HUB ou NOC (Networks Operations Center), pour relier les VSAT entre eux à travers le satellite.
- Une topologie en "mesh" (mesh topology), où chaque VSAT est directement connecté à un autre VSAT en passant par le satellite mais pas par le HUB/NOC. Il n'existe pas, dans ce cas, de point central.
- Une combinaison de l'étoile et du Mesh. Quelques réseaux VSAT sont configurés pour avoir plusieurs points centraux, c'est ainsi que nous pouvons avoir un réseau de VSAT en étoile qui peut se connecter en mesh à un autre réseau de VSAT en mesh. [28]

3.2.2 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. [29]

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 nouvelles stations peuvent être implantée en quelques heures et ne nécessite pas de gros moyens.[29]

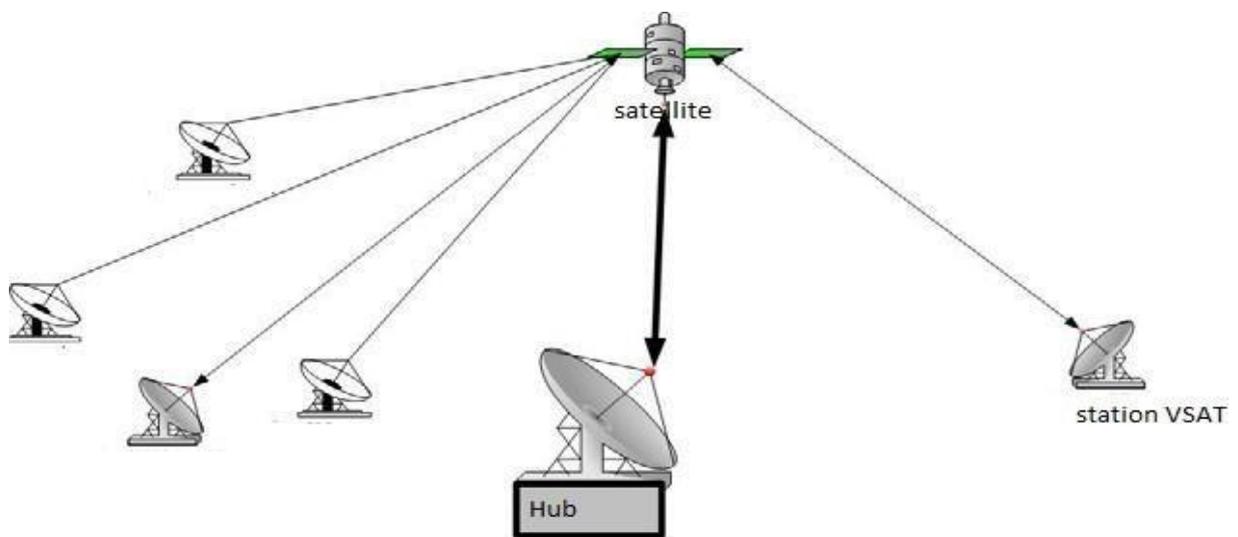


Figure 3. 5 : Architecture d'un réseau VSAT. [29]

3.2.3 Les applications

VSAT est un système qui est prévu pour mettre en place des réseaux de données. Mais depuis son apparition dans les années 80, 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 possède des slots permettant d'accueillir des cartes de différentes natures :

- Cartes réseaux : X25, FR, 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 peut 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. [30]

Exemples d'application

Les VSATs permettent de mettre en place des réseaux multi technologies à très grande échelle.

Lorsqu'une entreprise veut déployer un réseau, les premières questions qu'elle doit se poser sont : combien de points à connecter et où se situe chacun des points. Dans des pays qui ont une très grande superficie ou dans le lequel le réseau filaire est peu développé, un système comme le VSAT peut être une solution judicieuse car la position géographique n'a plus d'importance, il faut juste voir le ciel.

Le nombre de points à connecter est lui aussi un facteur déterminant dans le choix de la technologie à utiliser. Avec un réseau de type filaire, il doit y avoir une LS (Liaisons spéciales) par point vers le site central. Si le réseau comporte 200 points cela fait 200 routeurs pour connecter les LS au site principal. Le choix est vite pris lorsqu'il y a 5000 points à connecter.

En plus du réseau de données, le VSAT permet de mettre en place un réseau téléphonique. Grâce à ce système, toutes les communications internes à l'entreprise, quel que soit le lieu du site et vers n'importe quel autre site deviennent presque gratuites puisque qu'elles sont absorbées par le réseau VSAT. [30]

3.2.4 Fonctionnement de la technologie VSAT

Pour la gestion des communications, les données transmises par ce type de réseau empruntent deux segments, l'un terrestre et l'autre spatial. Le segment terrestre est constitué du hub et des stations terrestres (VSATs).

Le segment spatial, quant à lui, représente les liens établis vers et depuis le satellite. Les informations du hub sont transmises au transpondeur du satellite de communication qu'il retransmet aux stations VSATs distantes. Inversement, ces dernières envoient des informations via le même transpondeur satellite à la station hub. [31]

Le Hub : Le principe de fonctionnement d'un système a VSAT repose sur un site central (le Hub) par où transitent toutes les données du réseau vers une multitude de sites distants.

Le Hub se caractérise par :

- Une grande antenne : au moins 5m de diamètre
- Des baies d'équipements de gestion du Hub, de bande passante, etc.

Généralement détenu par un grand opérateur télécoms :

Ex : Intelsat, Panamsat, Eutelsat, Hughes Networks, New Skies, etc.

La station est équipée d'un système de gestion de réseau NMS (Network Management System) relié à chaque station VSAT à l'aide de circuit virtuel permanent.

Le NMS permet à un opérateur réseau de surveillé et contrôler la statue du hub et chaque station VSAT et en cas d'interruption dans les stations VSAT, il télécharge tous les logiciels et les paramètres du système pour le relancement de l'opération. [31]

3.3 Les stations VSATs

3.3.1 Définition

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 a permis de réaliser des matériels relativement petits et surtout peu coûteux.

Dans la plupart des 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 du réseau existant. [32]

3.3.2 Fonctionnement d'une station terrienne

L'installation d'une station terminale est constituée de trois éléments : une antenne satellite fixe ; une tête satellite contenant un système électronique pour gérer les signaux en émission et en réception ; un boîtier intérieur pour gérer les connexions entre les équipements des utilisateurs et le satellite. [33]

- **La parabole :** antenne réceptrice a réflecteur parabolique capte le signale venant de l'antenne. Elle est constituée de deux éléments distincts : la source (feed) dite tête de la

parabole et d'un réflecteur conducteur qui influe directement sur les caractéristiques de rayonnement de l'antenne. [34]

- **Unité Externe (Outdoor Unit - ODU) :**

- Le LNB amplifie le signal recueilli par l'antenne parabolique afin de pouvoir l'exploiter. Le rôle du LNB est capital. Il recueille le signal de 12 GHz reçu par la parabole puis le convertit en une fréquence intermédiaire (BIS) d'environ 1 GHz. (gigahertz) 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. [34]

- BUC (block up converter) est un système utilisé pour la transmission des liaisons montantes des signaux satellites. Il convertit une bande de fréquence, d'une fréquence basse vers une fréquence plus élevée pour pouvoir être correctement traitée par le transpondeur spatial avec moins d'interférences possible. [34]

- **Unité Interne (Indoor Unit - IDU) :**

- Modem (un modulateur) se charge de transformer les données arrivant en entrée. Il peut recevoir un signal modulé en hautes 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 les restituer via les circuits d'un ordinateur. Il transforme les fréquences en tensions et traite l'information de façon à ce qu'elle soit lue par un ordinateur. [34]

3.4 Avantages et inconvénients de la technologie VSAT

3.4.1 Avantages

Les avantages de la technologie VSAT incluent :

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

L'évolutivité est aussi un des gros avantages de ce système. En effet, connecter un nouveau point, ne demande pas de gros moyens techniques et financiers. En moyenne, une station VSAT coûte dans les 4 000 € et il ne faut pas plus de quelques heures à un technicien pour mettre en place la connexion. 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 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 d'utiliser toujours le même type de matériel et ainsi de n'avoir que peu de pièces de rechange et d'être sûr d'avoir les bonnes pièces ce qui n'est généralement pas le cas avec les réseaux filaires.

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 de réseaux global intranet à une échelle intercontinentale très rapidement. [35]

3.4.2 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

Cette barrière financière relativement importante limite l'accès à la technologie. En effet, actuellement seul de gros groupes peuvent investir de telles sommes en un seul coup.

La couverture d'un satellite géostationnaire à quelques exceptions près est fixe. Ceci veut dire que lorsqu'on a choisi un satellite, si une zone où un point doit être connecté prochainement n'est pas couverte, elle ne le sera jamais avec ce satellite. Alors que les réseaux filaires évoluent régulièrement ce qui laisse possible l'expansion d'un réseau dans des zones qui actuellement ne sont pas desservies.

Le fait que tous les communications passent par le hub veut dire que si le hub tombe en panne tout le réseau est paralysé et plus une communication ne peut se faire. Pour pallier à cet inconvénient, le hub a été conçu avec des matériels de spare pour le système continu à fonctionner même si un équipement tombe en panne. [35]

3.5 Objectif de la technologie VSAT

- ❖ Permettent une équité territoriale parfaite par une couverture globale de la planète, fonctionnant sur le principe de transmissions immatérielles

- ❖ Comme la fibre optique elles ont joué un rôle important dans l'évolution des télécommunications et la transmission des données surtout dans les zones dépourvues d'infrastructures de base
- ❖ Permet une connexion haute débit en dehors de toute infrastructure de communication classique.
- ❖ Grande surface à couvrir
- ❖ Interconnexion d'Entreprises sur plusieurs sites
- ❖ Mise en place d'un réseau téléphonique interne
- ❖ Mise en place de réseaux multi technologies à très grande échelle. [35]

Conclusion :

Les systèmes de télécommunications par satellites sont bien adaptés pour assurer, en complémentarité avec les réseaux terrestres, des services de télécommunications à la fois régionaux et mondiaux. Cette complémentarité doit se comprendre aussi bien en termes de sécurisation des réseaux terrestres et de disponibilité qu'en termes de fourniture de services spécialisés dans des contextes économiquement moins avantageux par des moyens terrestres.

Le VSAT est une technologie clé pour les communications dans les zones éloignées ou difficiles d'accès, offrant une connectivité fiable et flexible là où les solutions terrestres sont impraticables. Son utilisation continue de croître avec l'augmentation des besoins en connectivité globale et la demande croissante pour l'accès à l'information et aux services numériques.

Chapitre 4
Etude de L'infrastructure
Réseau Existant

Introduction

La communication entre individus est réussie lorsque le sens du message compris par le destinataire est identique au sens que l'expéditeur a voulu lui donner.

Algérie Poste n'est pas en reste, elle a opté pour Internet Protocol (IP) pour établir un réseau IP permettant la réalisation des multiples transitions entre ses différents sites à l'échelle nationale. Internet Protocol (IP) est un protocole de communication à commutation de paquets.

4.1 Topologie du réseau

Le Backbone d'Algérie Poste repose sur une nouvelle infrastructure IP basée sur un modèle multicouche évolutif. Ce modèle est représenté par la figure ci-dessous :

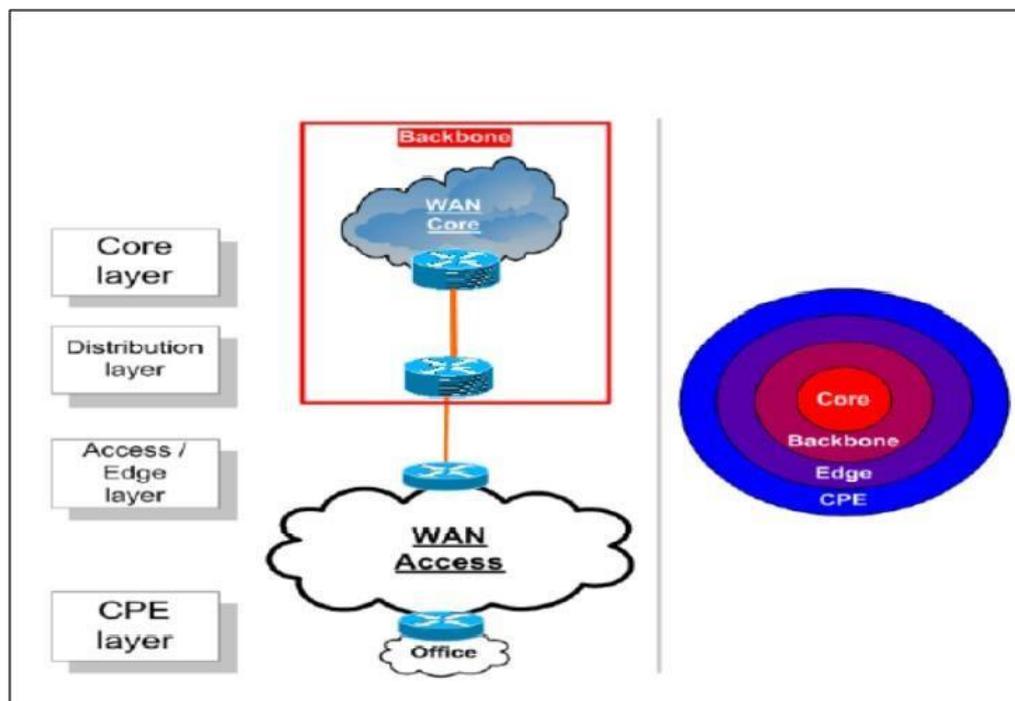


Figure 4. 1 : Topologie du réseau-modèle multicouches

Où :

- **Core layer** : assure les connexions dans le Backbone ;
- **Distribution layer** : consolidation des routeurs d'accès ;
- **Access layer** : consolidation des routeurs CPE ;
- **CPE layer** : routeur situé chez le client (bureau de poste).

Le réseau fédérateur est hiérarchisé à trois niveaux (Voir figure 4.2):

- **Niveau Primaire** : Niveau Central Alger
- **Niveau Secondaire** : Niveau Wilaya
- **Niveau Tertiaire** : BP Bureau de Poste

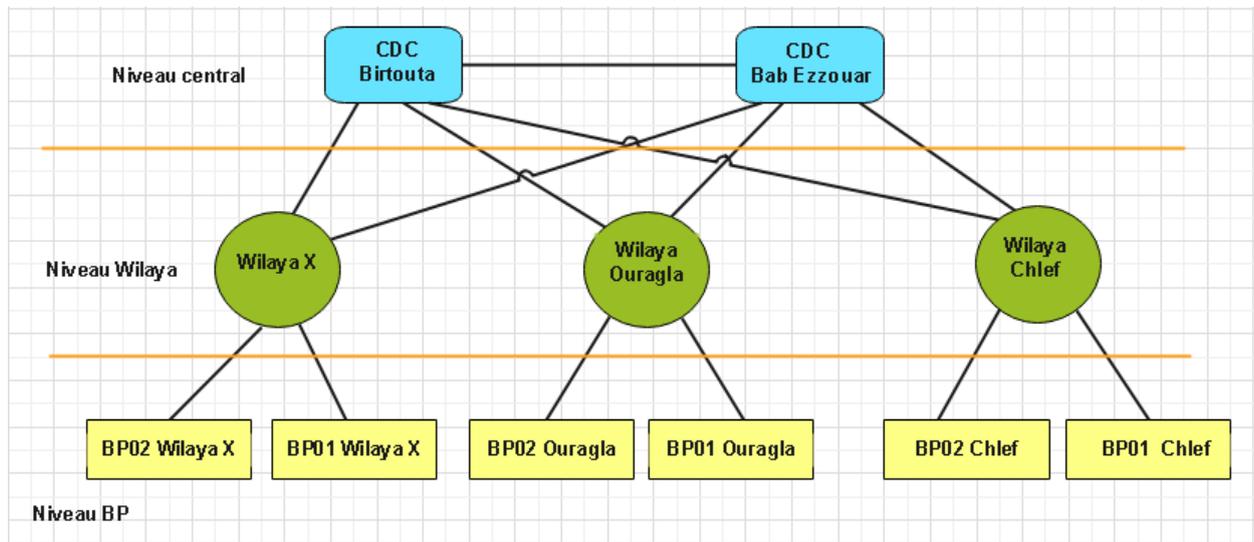


Figure 4. 2 : Topologie globale d'Algérie Poste.

- Les routeurs Cisco ASR de la Wilaya sont des routeurs de backbone (Voir figure 4.3).
- Un bureau de poste ne pourra être associé (connecté) qu'à une seule Wilaya, car le routeur de backbone de la Wilaya regroupe les adresses des bureaux de poste attachés, ceci, afin de pouvoir connecter 4000 bureaux de poste (Voir figure 4.3).

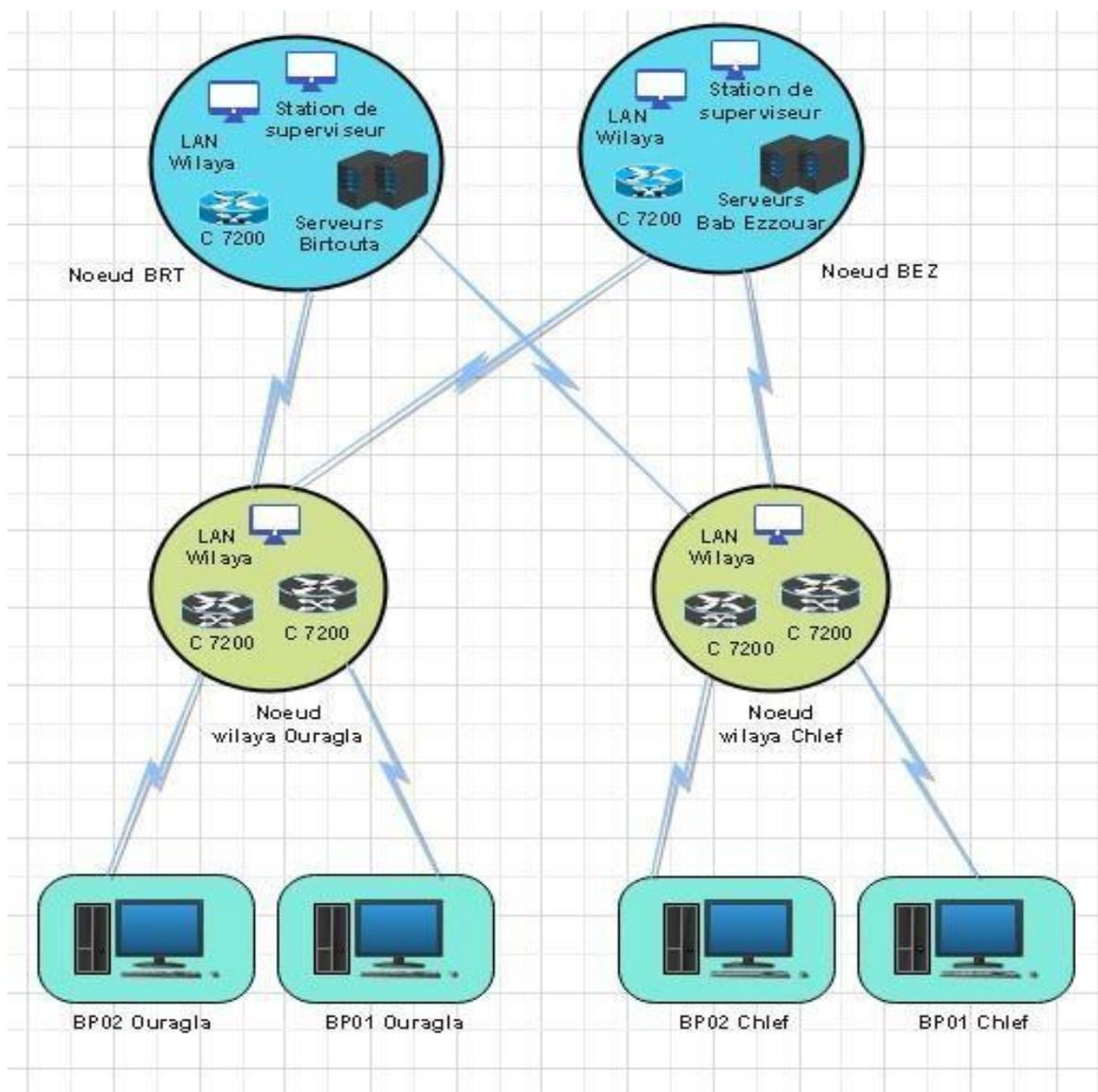


Figure 4. 3 : Réseau IP d'Algérie Poste.

4.2 Protocole de routage

Points de « summarization » se situent au niveau des routeurs des Wilayas :

- Un bureau de poste associé à une Wilaya n'a pas son adresse IP spécifique injectée dans le backbone mais seulement le groupe d'adresses IP dont il fait partie. Un changement de Wilaya signifie changement d'adresse.
- Options de routage basées sur une redistribution d'un résumé dans le backbone par Wilaya.
- Les routeurs Cisco 7200 sont utilisés pour simuler les routeurs de backbone dans le chapitre suivant.

4.2.1 Protocole de routage EIGRP

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol est un protocole de passerelle intérieure adapté à de nombreux topologie et médias différents. Dans un cadre bien conçu réseau, EIGRP évolue bien et fournit extrêmement des temps de convergence rapides avec un trafic réseau minimal, est un protocole vectoriel de distance amélioré.

EIGRP est une amélioration du protocole IGRP (Interior Gateway Routing Protocol) de CISCO. Les deux sont des protocoles propriétaires et ne fonctionnent que sur des routeurs Cisco.

Trois systèmes autonomes (SA) EIGRP sont utilisées :

- **EIGRP 500** pour le routage du backbone;
- **EIGRP 550** pour le routage des bureaux de poste et wilaya ;
- **EIGRP 600** pour le routage vers le VSAT.

Les protocoles de routage sont isolés (pas de redistribution entre les protocoles) et l'accès des bureaux de poste aux CDD est assuré grâce à des routes statiques.

4.3 Plan d'adressage IP

Algérie Poste a prévu une nouvelle division administrative en Algérie et elle a établi un plan d'adressage évolutif (groupes d'adresses laissés disponibles pour utilisation future) basé sur les paramètres suivants :

- Maximum 64 Wilayas ;
 - Maximum 65500 hôtes connectés sur le LAN d'une Wilaya ;
 - Maximum 256 bureaux de poste par Wilaya ;
 - Maximum 250 hôtes connectés sur le LAN d'un bureau de poste ;
 - Maximum 4 liens série par bureau de poste.
-
- Le plan d'adressage IP Utilise le groupe d'adresse 10.62.0.0/8 au complet pour les clients du backbone (bureaux de postes, clients) ;
 - Utilise les adresses de 172.30.0.0/30 pour l'adressage du backbone ;
 - Il est orienté sécurité afin de faciliter la définition des règles de sécurité (Un groupe d'adresse résumé au niveau de la Wilaya par service) ;
 - Il est orientée "Wilaya" avec la notion de numéro de Wilaya (code postal –de 0 à 63)

intégrée aux adresses IP, cette intégration du numéro de Wilaya permet une gestion plus facile du réseau mais aussi offre la possibilité de configuration automatisée (provisionnement automatique).

➤ Il est évolutif (groupes d'adresses laissés disponibles pour utilisation future).

4.4 Redondance

La redondance est généralement appliquée. Dans le cas où un périphérique tombe en panne, le composant de secours prend automatiquement le relais, empêchant l'arrêt de l'application. Un seul des deux composants fonctionne à la fois, le second ne démarre qu'en cas de panne du premier. La redondance sur la plateforme d'Algérie Poste est illustrée dans la Figure 4.4.

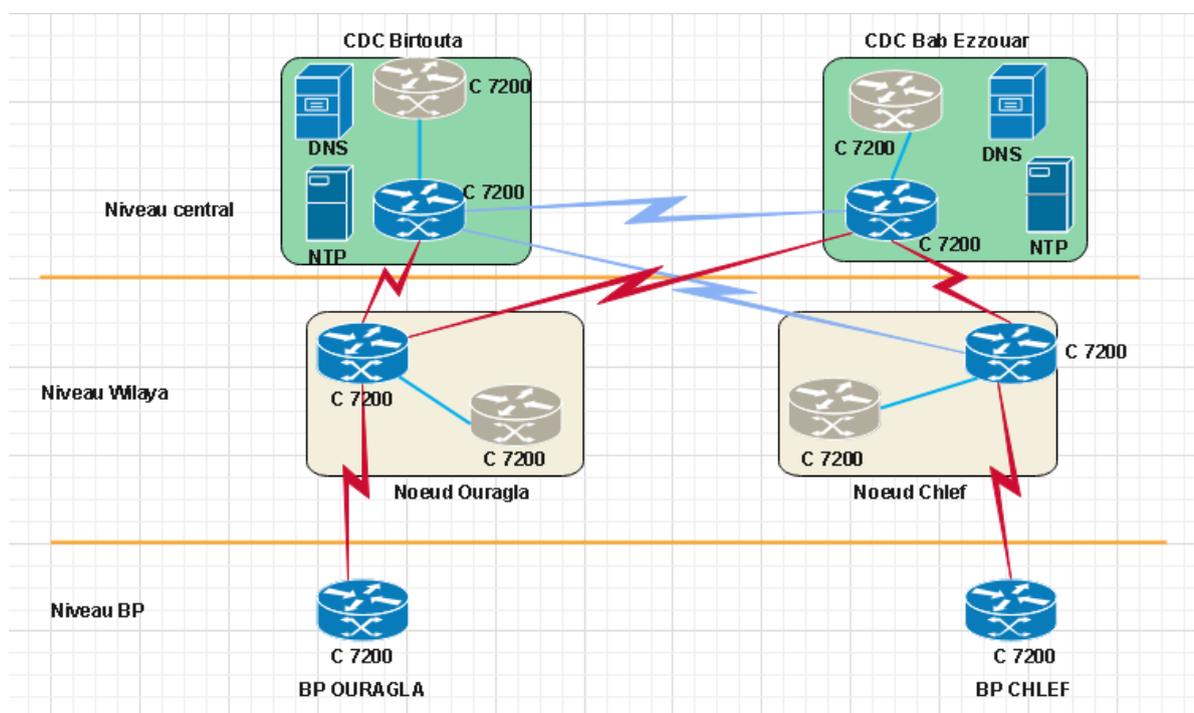


Figure 4. 4 : Redondance dans le réseau d'Algérie Poste.

• Retours :

La redondance est assurée dans les nœuds wilayas et centraux avec le protocole HSRP (Hot Standby Routing Protocol). HSRP est un protocole propriétaire de continuité de service implémenté dans les routeurs Cisco pour la gestion des liens de secours ;

• Serveurs :

Des serveurs de backup sont mis en place dans le CDD (Centre De Données) Bab Ezzouar et le CDD de Birtouta ;

- **Liaisons :**

Des liens redondants sont assurés entre les nœuds de collectes wilaya-centre.

4.5 Satellite utiliser par Algérie poste

Algérie Poste a opté pour la solution VSAT comme support de liaison de backup afin d'assurer la continuité de ses services en cas de rupture dans la liaison nominale

Le satellite ATLANTIC BIRD™3 5° West d'Eutelsat est exploité, il se caractérise par une couverture à super faisceau qui couvre la Totalité de l'Algérie, il est focaliser sur le sud Algérien

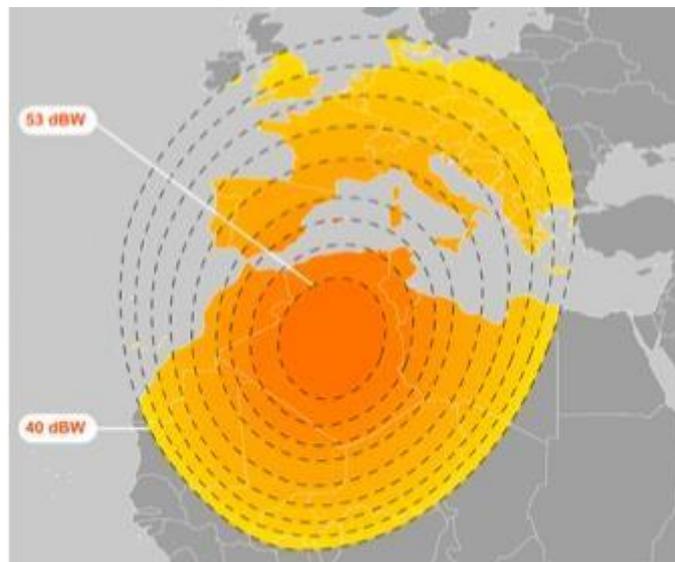


Figure 4. 5 : couverture du satellite ATLANTIC BIRD3

Domaine d'application

- Accès internet haut débit.
- Vidéoconférence.
- Voix sur IP (VOIP).
- Backup solutions terrestre.
- Réseau virtuel privé (VPN) accélérer :
 - application clients/serveur
 - application modem web
 - messagerie
 - transfert de fichiers
 - application

Conclusion

Malgré les performances et la fiabilité de du backbone d'Algérie Poste, elle peut subir des coupures provoquées par des tiers (travaux de chantier ou d'entretien, terrassements, etc.) ainsi que le dysfonctionnement du réseau WAN. D'où la nécessité d'une liaison de secours indépendante est la technologie VSAT pour assurer la continuité des services d'Algérie poste, et aussi est un complémentaire au réseau filaire qui nous permet d'avoir une liaison de secours.

Chapitre 5

Application et Résultats

Introduction :

Dans le but d'appliquer les principes qui facilitent l'accès d'un bureau de poste à la plateforme IP d'Algérie poste, ainsi que l'utilisation de la technologie VSAT pour établir une liaison de secours, nous avons conçu une simulation de topologie réseau. Cette simulation est alignée avec la plateforme IP actuelle et a permis de tester l'implémentation d'un scénario garantissant le basculement automatique du trafic entre les deux réseaux (LS et VSAT). Ce test préalable est essentiel avant toute mise en œuvre sur les équipements.

Ainsi, nous avons procédé à une émulation qui inclut les étapes suivantes :

- ✓ Conception d'une maquette simulant l'accès d'un bureau de poste à la plateforme IP.
- ✓ Mise en place d'une liaison de secours VSAT sur cette maquette.

4.6 Simulation du réseau existant

Comme première étape de notre travail, nous allons utiliser une maquette de simulation du réseau existant en s'intéressant au basculement du réseau LS.

Outils de simulation

Cette maquette a été réalisée avec le logiciel de simulation réseaux appelé GNS3. Et la suite du travail sera complètement effectuée avec le même logiciel et sur la même maquette

4.6.1 Logiciel GNS3 :

GNS3 signifie (Graphical Network Simulator), est un simulateur graphique de réseau qui permet l'émulation de réseaux complexes, et d'en établir des simulations. Il est utilisé pour reproduire différents systèmes d'exploitation dans un environnement virtuel. C'est un excellent outil complémentaire à de véritables laboratoires pour les ingénieurs et les administrateurs réseaux. [36]

De plus c'est un logiciel libre qui fonctionne sur de multiples plateformes : Windows, Linux, MacOS X. Il peut être utilisé pour des fonctionnalités expérimentales de CISCO IOS, pour vérifier les configurations qui doivent être déployées plus tard sur de vrais routeurs.

Il nous faut utiliser le GNS3 pour simuler un basculement automatique entre la liaison LS et VSAT.

4.7 Protocoles configurés

4.7.1 Protocole EIGRP

Le protocole de routage dynamique est utilisé pour transporter les informations du routage dans la maquette.

4.7.2 Protocole HSRP

Le protocole HSRP (Hot Standby Routing Protocol) est un protocole propriétaire de continuité de service implémenté dans les routeurs Cisco pour la gestion des liens de secours. HSRP sert à augmenter la tolérance de panne sur le réseau en créant un routeur virtuel à partir de 2 (ou plus) routeurs physiques : un actif et l'autre (ou les autres) en attente (ou standby) en fonction des priorités accordées à chacun de ces routeurs. [21]

4.8 Simulation de l'existant

La simulation qu'on va effectuer dans cette partie concerne un bureau de poste dans la wilaya de Chlef. Ce bureau représente un échantillon de l'ensemble des autres bureaux de poste au niveau national.

4.8.1 Préparation de la maquette

Pour la réalisation de la maquette, nous avons utilisé :

- Deux routeurs C7200 représentant ceux du CDD Bab Ezzouar et CDD de Birtouta.
- Deux routeurs C7200 pour chaque nœud Wilaya représentants les POP de Chlef et Ouragla ;
- Un seul routeur C7200 comme échantillon des bureaux de poste pour l'accès aux serveurs CDD.
- Un seul Switch simulés pour chaque CDD, Wilaya et Bureau de Poste ;
- Trois micro-ordinateurs (PC) au niveau du CDD BEZ et CDD BRT ;
- Un seul micro-ordinateur (PC) au niveau de chaque POP wilaya ;
- Trois micro-ordinateurs (PC) pour chaque Bureau de poste ;

La figure 5.1 représente la topologie utilisée dans la maquette :

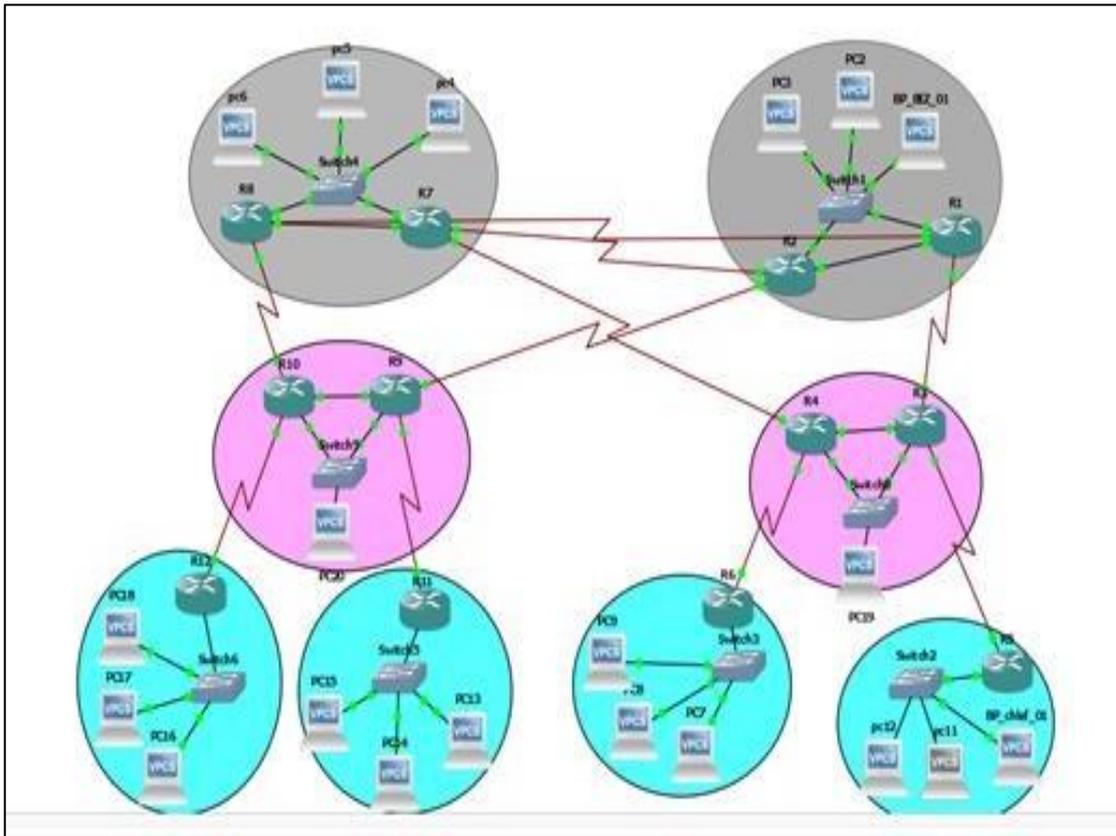


Figure 5. 1 : Maquette de simulation de la plateforme d'Algérie Poste.

4.8.2 Définition d'un plan d'adressage IP

Pour des raisons de confidentialité du plan d'adressage d'Algérie Poste, nous avons choisi les adresses d'une manière arbitraire telles que :

- La plage 172.30.0.x/30 pour les liaisons séries entre le POP01_BEZ et POP01_BRT ;
- La plage 172.30.0.x/30 pour les liaisons séries entre le POP02_BEZ et POP02_BRT ;
- La plage 172.20.16.x/30 pour les liaisons séries entre le POP01_BEZ et POP01_Chlef ;
- La plage 172.20.16.x/30 pour les liaisons séries entre le POP02_BEZ et POP01_Ouargla;
- La plage 172.20.16.x/30 pour les liaisons séries entre le POP01_BRT et POP02_Chlef ;
- La plage 172.20.16.x/30 pour les liaisons séries entre le POP02_BRT et POP02_Ouargla;
- La plage 10.62.0.x/30 pour les liaisons séries entre le POP_Chlef et Bureau de Poste Chlef ;

- La plage 10.90.0.x/30 pour les liaisons séries entre le POP_ Ouargla et Bureau de poste Ouargla ;

Le tableau 5.1 illustre le plan d'adressage utilisé dans notre maquette :

Tableau 5. 1 : Plan d'adressage LS utilisé dans la maquette.

Équipement	Interface		Liaison vers	Adresses
CDD_BEZ_01	F0/0	F0/0.5	SW_BEZ	172.25.5.3/24
		F0/0.6		172.25.6.3/24
		F0/0.7		172.25.7.3/24
		F0/0.8		172.25.8.6/24
	F0/1	F0/1.500	CDD_BEZ_02	172.20.16.2/30
	S1/0		W_CHLEF_01	172.20.16.5/30
	S1/1		CDD_BRT_02	172.30.0.1/30
CDD_BEZ_02	F0/0	F0/0.5	SW_BEZ	172.25.5.2 /24
		F0/0.6		172.25.6.2 /24
		F0/0.7		172.25.7.2/24
		F0/0.8		172.25.8.5/24
	F0/1	F0/1/500	CDC_BEZ_01	172.20.16.1/30
	S1/0		CDD_OUARGL A_01	172.20.16.9 /30
	S1/1		CDD_BRT_01	172.30.0.5/30
CDD_BRT_01	F0/0	F0/0.5	SW_BRT	172.24.5.3 /24
		F0/0.6		172.24.6.3 /24
		F0/0.7		172.24.7.3/24
		F0/0.8		172.25.8.7/24
	F0/1.500		CDD_BRT_02	172.20.16.130 /30
	S1/0		W_CHLEF_02	172.20.16.137 /30
	S1/1		CDD_BEZ_02	172.30.0.6/30

CDD_BRT_02	F0/0	F0/0.5	SW_BRT	172.24.5.2/24
		F0/0.6		172.24.6.2/24
		F0/0.7		172.24.7.2/24
		F0/0.8		172.25.8.8/24
	F0/1.500		CDD_BRT_01	172.20.16.129/30
	S1/0		W_OUARGLA_02	172.20.16.133/30
S1/1		CDD_BEZ_01	172.30.0.2/30	
POP_WILAYA_CHLEF_01	F0/0	F0/0.500	POP_WILAYA_CHLEF2	10.62.0.9/30
		F0/0.550		10.62.0.13/30
	F0/1	F0/1.900	SW_CHLEF	192.168.10.3/29
		F0/1.3001		192.168.11.3/29
	S1/1		BP_CHLEF_01	10.62.0.1/30
	S1/0		CDD_BEZ_01	172.20.16.6/30

POP_WILAYA_CHLEF_02	F0/0	F0/0.500	POP_WILAYA_CHLEF_01	10.62.0.10/30
		F0/0.550		10.62.0.14/30
	F0/1	F0/1.900	SW_CHLEF	192.168.10.4/29
		F0/1.3001		192.168.11.4/29
	S1/1		BP_CHLEF_02	10.62.0.5/30
	S1/0		CDD_BRT_01	172.20.16.138/30
POP_WILAYA_OUARGLA_01	F0/0	F0/0.500	POP_WILAYA_OUARGLA_2	10.90.0.10/30
		F0/0.550		10.90.0.14/30
	F0/1	F0/1.901	SW_OUARGLA	192.168.10.11/29
		F0/1.3002		192.168.11.11/29
	S1/1		BP_OUARGLA_01	10.90.0.5/30
	S1/0		CDD_BEZ_02	172.20.16.10/30
POP_WILAYA_OUARGLA_02	F0/0	F0/0.500	POP_WILAYA_OUARGLA_01	10.90.0.9/30
		F0/0.550		10.90.0.13/30

	F0/1	F0/1.901	SW_OUARGLA	192.168.10.12/29
		F0/1.3002		192.168.11.12/29
	S1/1		BP_OUARGLA_02	10.90.0.1/30
	S1/0		CDD_BRT_02	172.20.16.134/30
BP_CHLEF_01	F0/0	F0/0.100	SW_BP_CHLEF_01	10.2.1.1/25
		F0/0.101		10.2.1.129/28
		F0/0.102		10.2.1.145/28
	F0/1	F0/1	SW_VSAT	192.168.12.1/29
	S1/1		POP_WILAYA_CHLEF_01	10.62.0.2/30
BP_CHLEF_02	F0/0	F0/0.100	SW_BP_CHLEF_02	10.2.2.1/25
		F0/0.101		10.2.2.129/28
		F0/0.102		10.2.2.145/28
	S1/1		POP_WILAYA_CHLEF_02	10.62.0.6/30
	BP_OUARGLA_01	F0/0	F0/0.100	SW_BP_OUARGLA_01
F0/0.101			10.30.1.129/28	
F0/0.102			10.30.1.145/28	
F0/1			SW_VSAT	192.168.13.1/29
S1/1		POP_WILAYA_OUARGLA_01	10.90.0.6/30	
BP_OUARGLA_02	F0/0	F0/0.100	SW_BP_OUARGLA_02	10.30.2.1/25
		F0/0.101		10.30.2.129/28
		F0/0.102		10.30.2.145/28
	S1/1		POP_WILAYA_OUARGLA_02	10.90.0.2/30
	PC1_CDD_BEZ	Port Ethernet 0		SW_CDD_BEZ
PC2_CDD_BEZ	Port Ethernet 0		SW_CDD_BEZ	172.25.6.10/24
PC3_CDD_BEZ	Port Ethernet 0		SW_CDD_BEZ	172.25.7.10/24
PC4_CDD_BEZ	Port Ethernet 0		SW_CDD_BRT	172.24.5.10/24
PC5_CDD_BEZ	Port Ethernet 0		SW_CDD_BRT	172.24.6.10/24
PC6_CDD_BEZ	Port Ethernet 0		SW_CDD_BRT	172.24.7.10/24
PC19_W_CHLEF	Port Ethernet 0		SW_W_CHLEF	192.168.10.2/29

PC20_W_OUARGLA	Port Ethernet 0	SW_W_OUARGLA	192.168.10.10/29
PC7_BP_CHLEF_01	Port Ethernet 0	SW_BP_CHLEF_01	10.2.2.10 /25
PC8_BP_CHLEF_01	Port Ethernet 0		10.2.2.130 /28
PC9_BP_CHLEF_01	Port Ethernet 0		10.2.2.146 /28
PC10_BP_CHLEF_02	Port Ethernet 0	SW_BP_CHLEF_02	10.2.1.10 /25
PC11_BP_CHLEF_02	Port Ethernet 0		10.2.1.130 /28
PC12_BP_CHLEF_02	Port Ethernet 0		10.2.1.146 /28
PC13_BP_OUARGLA_01	Port Ethernet 0	SW_BP_OUARGLA_1	10.30.1.10 /25
PC14_BP_OUARGLA_01	Port Ethernet 0		10.30.1.130 /28
PC15_BP_OUARGLA_01	Port Ethernet 0		10.30.1.146 /28
PC16_BP_OUARGLA_02	Port Ethernet 0	SW_BP_OUARGLA_2	10.30.2.10 /25
PC17_BP_OUARGLA_02	Port Ethernet 0		10.30.2.130 /28
PC18_BP_OUARGLA_02	Port Ethernet 0		10.30.2.146 /28

4.9 Configuration de la maquette

4.9.1 Phase 1 : Adressage des interfaces

La capture ci-dessous montre les adresses des interfaces configurées sur le routeur

POP_BEZ_01 affichées dans la console à l'aide de la commande *show ip interface brief*.

```

R1
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)#ho
R1(config)#hostname POP01_BEZ
POP01_BEZ(config)#^Z
POP01_BEZ#
*Jun 13 02:08:12.871: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
POP01_BEZ#sh ip inter br
Interface                IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0          unassigned     YES NVRAM  up              up
FastEthernet0/0.5        172.25.5.3     YES NVRAM  up              up
FastEthernet0/0.6        172.25.6.3     YES NVRAM  up              up
FastEthernet0/0.7        172.25.7.3     YES NVRAM  up              up
FastEthernet0/0.8        172.25.8.6     YES NVRAM  up              up
FastEthernet0/1          unassigned     YES NVRAM  up              up
FastEthernet0/1.500      172.20.16.2    YES NVRAM  up              up
Serial1/0                 172.20.16.5    YES NVRAM  up              up
Serial1/1                 172.30.0.1     YES NVRAM  up              up
Serial1/2                 unassigned     YES NVRAM  administratively down down
Serial1/3                 unassigned     YES NVRAM  administratively down down
Serial1/4                 unassigned     YES NVRAM  administratively down down
Serial1/5                 unassigned     YES NVRAM  administratively down down
Serial1/6                 unassigned     YES NVRAM  administratively down down
Serial1/7                 unassigned     YES NVRAM  administratively down down
POP01_BEZ#

```

Figure 5. 2 : Adressage des interfaces du POP Bab Ezzouar.

Puisque tous les bureaux d'Algérie Poste sont configurés de la même manière, nous avons simulé un bureau de poste au niveau de la wilaya de CHLEF comme échantillon afin d'économiser les ressources nécessaires pour notre maquette.

La figure suivante montre l'adressage d'un guichet 1 dans le bureau de poste de CHLEF :

```

BP_chlef_01 - PuTTY
PC4> sh ip
NAME       : PC4[1]
IP/MASK    : 10.2.1.10/25
GATEWAY    : 10.2.1.1
DNS        :
MAC        : 00:50:79:66:68:03
LPORT     : 10194
RHOST:PORT : 127.0.0.1:10195
MTU       : 1500
PC4>

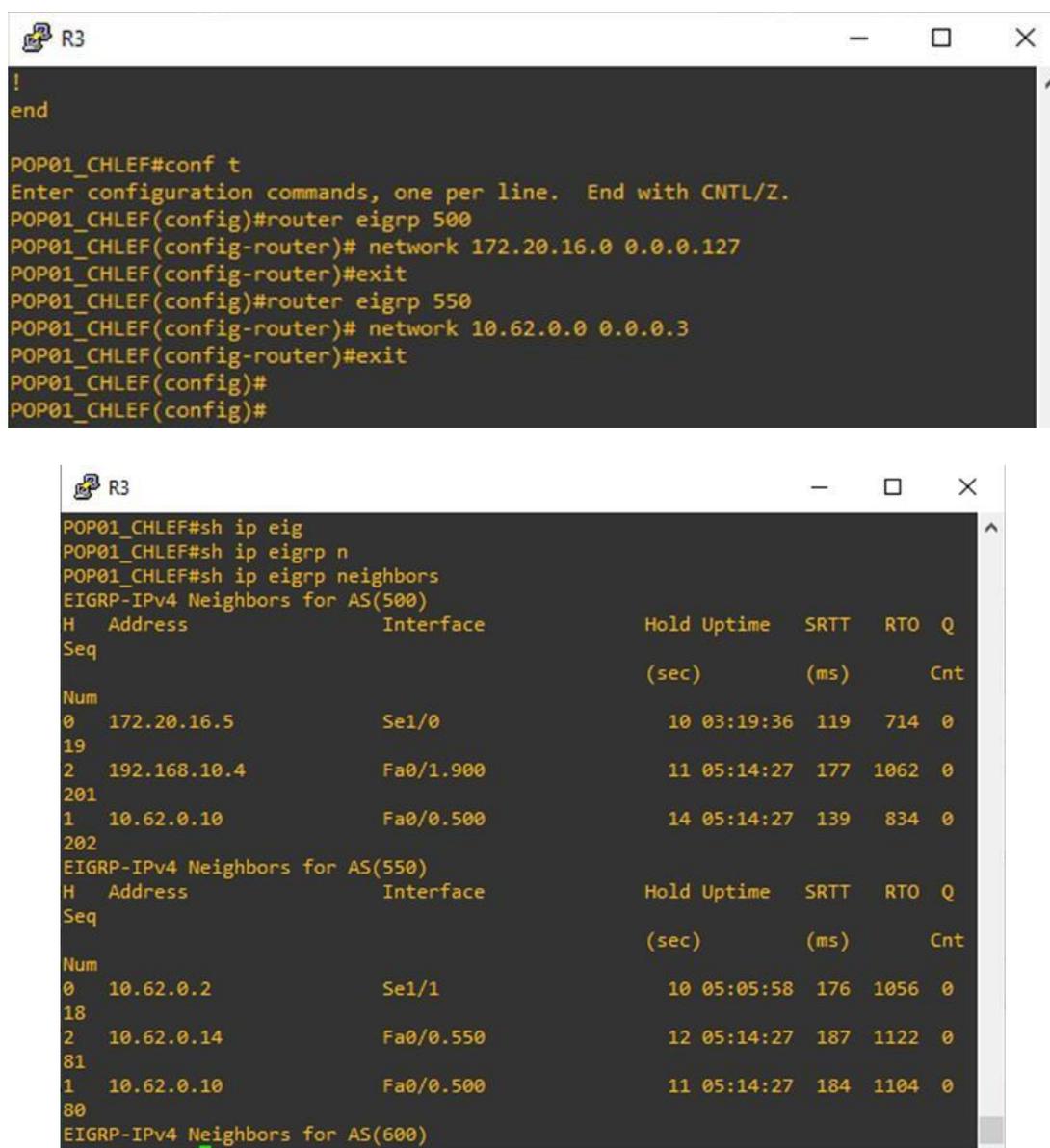
```

Figure 5. 3 : Adressage d'un poste de travail.

4.9.2 Phase 2 : Configuration du routage

Le routage se base sur le protocole EIGRP. Algérie Poste utilise EIGRP 500 pour la gestion du Backbone et EIGRP 550 pour le routage des bureaux de poste vers leurs propres wilayas.

La figure 5.4 montre la configuration de l'EIGRP dans le routeur de la wilaya de Ouargla comme échantillon des autres 46 wilayas (Chlef, OURAGLA sont présentés dans la maquette) où l'interfaces séries du Backbone est déclarée dans EIGRP 500 et l'interface vers le bureau de poste est déclarées dans EIGRP 550.



```
!
end

POP01_CHLEF#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
POP01_CHLEF(config)#router eigrp 500
POP01_CHLEF(config-router)# network 172.20.16.0 0.0.0.127
POP01_CHLEF(config-router)#exit
POP01_CHLEF(config)#router eigrp 550
POP01_CHLEF(config-router)# network 10.62.0.0 0.0.0.3
POP01_CHLEF(config-router)#exit
POP01_CHLEF(config)#
POP01_CHLEF(config)#
```

```
POP01_CHLEF#sh ip eig
POP01_CHLEF#sh ip eigrp n
POP01_CHLEF#sh ip eigrp neighbors
EIGRP-IPv4 Neighbors for AS(500)
H   Address          Interface           Hold Uptime   SRTT  RTO  Q
Seq                                     (sec)         (ms)          Cnt
Num
0   172.20.16.5       Se1/0              10 03:19:36   119   714  0
19
2   192.168.10.4      Fa0/1.900         11 05:14:27   177  1062  0
201
1   10.62.0.10        Fa0/0.500         14 05:14:27   139   834  0
202
EIGRP-IPv4 Neighbors for AS(550)
H   Address          Interface           Hold Uptime   SRTT  RTO  Q
Seq                                     (sec)         (ms)          Cnt
Num
0   10.62.0.2         Se1/1              10 05:05:58   176  1056  0
18
2   10.62.0.14        Fa0/0.550         12 05:14:27   187  1122  0
81
1   10.62.0.10        Fa0/0.500         11 05:14:27   184  1104  0
80
EIGRP-IPv4 Neighbors for AS(600)
```

Figure 5. 4 : Configuration de l'EIGRP sur le routeur de la wilaya de Chlef.

Donc, la table de routage d'un bureau poste ne contient que les route vers sa propre wilaya. Pour que le bureau de poste puisse accéder au CDD_BEZ, une route par défaut vers Alger a été injectée dans chaque routeur des deux centres de données et redistribuée sur l'EIGRP 550.

```
POP01_CHLEF(config)#$ist pl-eigrp-500-to-550 seq 10 permit 0.0.0.0/0
POP01_CHLEF(config)#route-map rm-eigrp-500-to-550 permit 10
POP01_CHLEF(config-route-map)#$ddress prefix-list pl-eigrp-500-to-550
POP01_CHLEF(config-route-map)#exit
POP01_CHLEF(config)#router eigrp 550
POP01_CHLEF(config-router)# redistribute eigrp 500 route-map rm-eigrp-500-to-55
```

Figure 5. 5 : Redistribution d'une route par défaut vers Alger sur l'EIGRP 550.

De l'autre côté, les tables de routage des routeurs du CDD_BEZ et les CDD_BRO doivent contenir une information sur le chemin menant vers le bureau de poste pour que le trafic circule entre les CDD et les bureaux de poste.

Pour cela, une route statique vers l'interface NULL0 est injectée dans tous les POPS du Backbone avec le range wilaya correspondant et redistribuée sur l'EIGRP 500. (cf. figure 5.6)

Cette méthode permet de résumer les chemins vers les wilayas dans les tables de routage du Backbone.

```
POP01_BEZ#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
POP01_BEZ(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Null0 tag 16
POP01_BEZ(config)#route-map static-to-eigrp500 permit 10
POP01_BEZ(config-route-map)# match tag 16
POP01_BEZ(config-route-map)#exit
POP01_BEZ(config)#router eigrp 500
POP01_BEZ(config-router)# redistribute static route-map static-to-eigrp500
POP01_BEZ(config-router)#exit
```

```
POP01_CHLEF#
POP01_CHLEF#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
POP01_CHLEF(config)#ip route 10.2.0.0 255.255.0.0 Null0 tag 2
POP01_CHLEF(config)#route-map static-to-eigrp500 permit 10
POP01_CHLEF(config-route-map)# match tag 2
POP01_CHLEF(config-route-map)#exit
POP01_CHLEF(config)#router eigrp 500
POP01_CHLEF(config-router)# redistribute static route-map static-to-eigrp500
POP01_CHLEF(config-router)#
```

Figure 5. 6 : Redistribution du range de wilaya sur l'EIGRP 500.

4.9.3 Phase 3 : Configuration de la redondance des gateway

Comme nous l'avons montré précédemment dans la section 5.4, une redondance des POPS a été mise en place, pour exploiter cette redondance, un Switch d'interconnexion est installé dans chaque nœuds (figure 5.7).

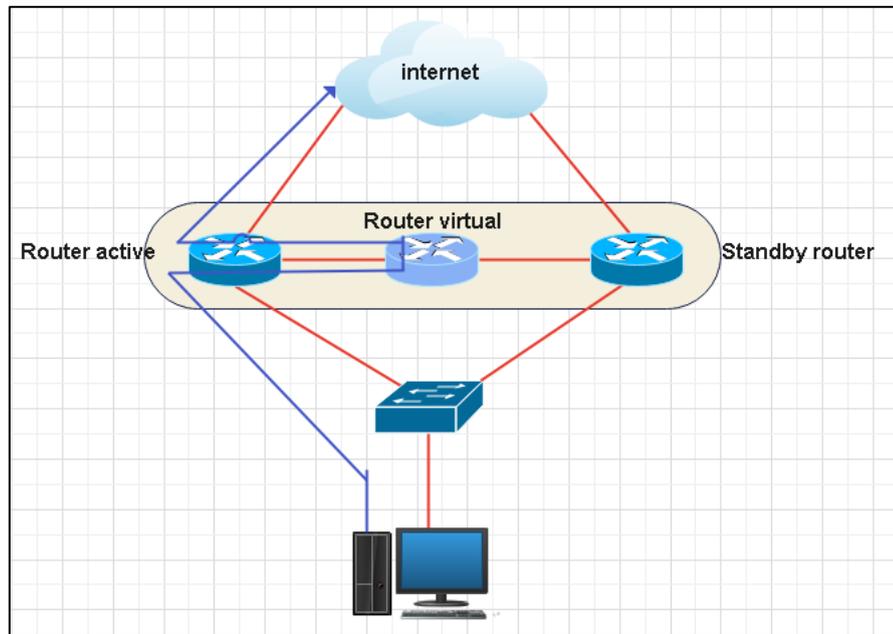


Figure 5. 7 : Redondance avec protocole HSRP.

Afin de simuler les Switch d'interconnexion avec GNS3, nous avons utilisé un routeur équipé du module NM-16ESW ce qui nous permet de créer des VLAN pour gérer la redondance avec le protocole HSRP (Hot Standby Routing Protocol). (Figure 5.8, figure 5.9).

```
POP01_BEZ#
POP01_BEZ#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
POP01_BEZ(config)#inter fa0/0.5
POP01_BEZ(config-subif)#encapsulation dot1q 5
POP01_BEZ(config-subif)#ip address 172.25.5.3 255.255.255.0
POP01_BEZ(config-subif)#standby 5 ip 172.25.5.1
POP01_BEZ(config-subif)#standby 5 priority 100
```

Figure 5. 8 : Configuration POP01_BEZ en mode active.

```
POP02_BEZ#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
POP02_BEZ(config)#inter fa0/0.5
POP02_BEZ(config-subif)#encapsulation dot1q 5
POP02_BEZ(config-subif)#ip address 172.25.5.2 255.255.255.0
POP02_BEZ(config-subif)#standby 5 ip 172.25.5.1
POP02_BEZ(config-subif)#standby 5 priority 100
```

Figure 5. 9 : Configuration POP02_BEZ en mode Standby.

Afin d'assurer une redondance pour le VLAN DATA, le protocole HSRP (Hot Standby Routing Protocol) est configuré sur le POP_BRT.

De la même façon, la redondance et le HSRP ont été configurés sur les autres POP WILAYA. Pour examiner la configuration implémentée, nous allons passer à la phase suivante.

4.9.4 Phase 4 : Test de la maquette

Dans cette phase nous allons montrer les tests de connectivité à l'aide des commandes ping et trace route.

Dans l'état normal où toutes les liaisons et les équipements fonctionnent correctement, un ping à partir du bureau de poste vers CDD_BEZ (cf. figure 5.10).

```
BP_chlef_01> ping 172.25.5.10
84 bytes from 172.25.5.10 icmp_seq=1 ttl=60 time=83.842 ms
84 bytes from 172.25.5.10 icmp_seq=2 ttl=60 time=51.361 ms
84 bytes from 172.25.5.10 icmp_seq=3 ttl=60 time=92.827 ms
84 bytes from 172.25.5.10 icmp_seq=4 ttl=60 time=84.231 ms
84 bytes from 172.25.5.10 icmp_seq=5 ttl=60 time=95.480 ms

BP_chlef_01> █
```

Figure 5. 10 : Test de connectivité entre le bureau de poste et le CDD_BEZ.

Et le trafic suit le chemin à travers les liaisons primaires traversant les routeurs POP01_BEZ comme le montre la capture écran de la commande trace route dans la figure 5.11

```
BP_chlef_01> trace 172.25.5.10
trace to 172.25.5.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.2.1.1    15.478 ms  16.643 ms  17.324 ms   -----PC_01_BP_Chlef
 2  10.62.0.1   47.887 ms  49.889 ms  45.028 ms   -----POP01_Chlef
 3  172.20.16.5  77.538 ms  79.322 ms  78.849 ms   -----CDD_01_BEZ
 4  *172.25.5.10 96.197 ms  _____ PC_01_CDD_BEZ
)
BP_chlef_01> █
```

Figure 5. 11 : Chemin du trafic entre BP01_CHLEF et CDD_BEZ dans l'état normal.

Pour tester l'efficacité de la redondance mise en place, nous avons lancé un ping (ping) à partir du bureau poste vers le CDD01_BEZ puis nous avons fermé l'interface vers le POP01_BEZ dans le routeur POP01_CHLEF comme le montre la figure 5.12 :

```

POP01_CHLEF#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
POP01_CHLEF(config)#inter se1/0
POP01_CHLEF(config-if)#sh
POP01_CHLEF(config-if)#
*Jun 15 08:00:04.806: %DUAL-5-NBRCHANGE: EIGRP-IPv4 500: Neighbor 172.20.16.5 (Serial1/0) is down: interface down
POP01_CHLEF(config-if)#
*Jun 15 08:00:06.754: %LINK-5-CHANGED: Interface Serial1/0, changed state to administratively down
POP01_CHLEF(config-if)#
*Jun 15 08:00:07.754: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial1/0, changed state to down
POP01_CHLEF(config-if)#

```

Figure 5. 12 : Reprise de connectivité après une rupture au niveau de la liaison primaire.

Nous remarquons la reprise du ping après une courte rupture ce qui confirme le bon fonctionnement de la configuration HSRP sur le POP_BEZ.

Dans la figure 5.13, la commande traceroute montre le nouveau chemin suivi après une rupture dans la liaison primaire.

```

BP_chlef_01> trace 172.25.5.10
trace to 172.25.5.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.2.1.1    18.081 ms  2.411 ms  16.691 ms  -----PC_01_BP_Chlef-
 2  10.62.0.1   64.166 ms  47.963 ms  50.353 ms  -----POP01_Chlef
 3  10.62.0.10  50.482 ms  51.160 ms  48.163 ms  -----POP02_Chlef
 4  172.20.16.137 82.450 ms  83.224 ms  88.148 ms  -----CDD_01_BRT
 5  *172.20.16.137 94.258 ms (ICMP type:3, code:1, D-----CDD_01_BEZ
le)
BP_chlef_01>

```

Figure 5. 13 : Nouveau chemin suivi après une rupture dans la liaison primaire.

4.10 Implémentation d'un basculement automatique via VSAT

4.10.1 Phase 1 : Simulation de la connexion VSAT sur la maquette

La simulation d'un système VSAT n'est pas possible car il n'existe pas de logiciels gratuits pour la simulation des réseaux satellitaires. C'est pourquoi nous avons remplacé le système VSAT (Udgetway, Assiette, Satellite, Hub) par un routeur. (Voir figure 5.14)

La connexion via VSAT est similaire à une connexion Point-a-Point ce qui nous a permis de simuler les stations VSAT et les mini HUB par un routeur qui inter connecte les sites distants équipés avec des stations VSAT et le site Central (CDD_BEZ).

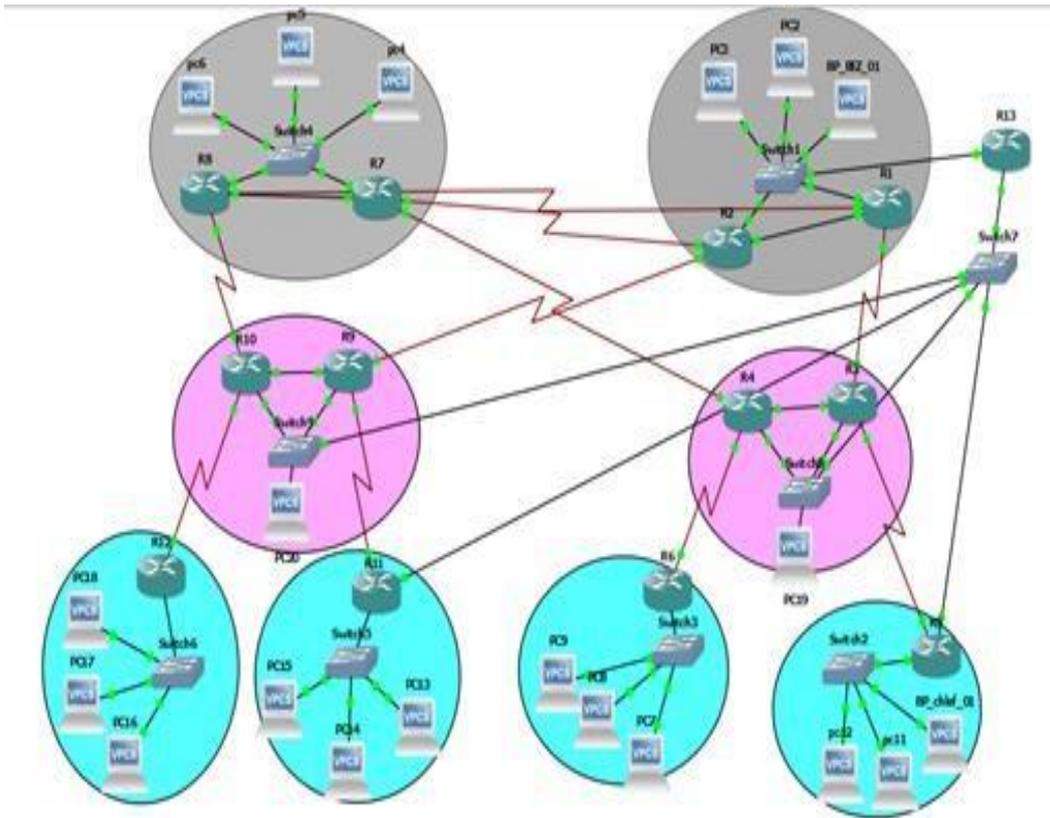


Figure 5. 14 : Maquette de simulation avec solution VSAT.

4.10.2 Phase 2 : Configuration des interco VSAT

Pour des raisons de confidentialité du plan d'adressage d'Algérie Poste, Nous avons conservé la configuration précédente et ont à attribuer les adresses d'une manière arbitraire pour le VSAT telles que :

- La plage 172.25.8.0/24 pour les liaisons séries entre le VSAT et CDD_BEZ ;
- La plage 192.168.11.8/29 pour les liaisons séries entre le VSAT et POP_OUARGLA;
- La plage 192.168.11.0/29 pour les liaisons séries entre le VSAT et POP_CHLEF ;
- La plage 192.168.12.0/29 pour les liaisons séries entre le VSAT et BP_OUARGLA ;
- La plage 192.168.13.0/29 pour les liaisons séries entre le VSAT et BP_CHLEF;

Le tableau 5.2 illustre le plan d'adressage utilisé dans notre maquette :

Tableau 5. 2 : Plan d'adressage VSAT utilisé dans la maquette.

Équipement	Interface		Liaison vers	Adresses
VSAT	F0/0	F0/0.8	CDD_BEZ	172.25.8.4/24
	F0/1	F0/1.3001	POP-CHLEF	192.168.11.5/29
		F0/1.3002	POP_OUARGLA	192.168.11.13/29
		F0/1.3003	BP_CHLEF	192.168.12.2/29
		F0/1.3004	BP_OUARGLA	192.168.13.2/29

La capture ci-dessous montre les adresses des interfaces configurées sur le routeur VSAT.

```

R13
duplex auto
!
interface FastEthernet0/0.8
encapsulation dot1Q 8
ip address 172.25.8.4 255.255.255.0
standby 15 ip 172.25.8.1
!
interface FastEthernet0/1
no ip address
speed auto
duplex auto
!
interface FastEthernet0/1.3001
encapsulation dot1Q 3001
ip address 192.168.11.5 255.255.255.248
standby 10 ip 192.168.11.1
!
interface FastEthernet0/1.3002
encapsulation dot1Q 3002
ip address 192.168.11.13 255.255.255.248
!
interface FastEthernet0/1.3003
encapsulation dot1Q 3003
ip address 192.168.12.2 255.255.255.248
!
interface FastEthernet0/1.3004
encapsulation dot1Q 3004
ip address 192.168.13.2 255.255.255.248
!
interface Serial1/0
no ip address
shutdown
serial restart-delay 0
!

```

Figure 5. 15 : Plan d'adressage VSAT utilisé dans la maquette.

4.10.3 Phase 3 : Configuration d'une instance EIGRP pour le routage via VSAT

Figure 5.16 montre la configuration de l'EIGRP dans le routeur POP01_Chlef où l'interface vers le VSAT est déclarée dans EIGRP 600.

```

POP01_CHLEF#sh run | s route-map
 redistribute static route-map static-to-eigrp500
 redistribute eigrp 500 route-map rm-eigrp-500-to-550
 redistribute eigrp 600 route-map rm-eigrp-600-to-550
 redistribute static route-map static-to-eigrp600
 route-map static-to-eigrp550 permit 10
  match ip address prefix-list pl-eigrp600-to-550
 route-map static-to-eigrp600 permit 10
  match tag 2
 route-map static-to-eigrp500 permit 10
  match tag 2
 route-map static-to-eigrp500 permit 20
  match ip address prefix-list pl-to-eigrp500
 route-map rm-eigrp-500-to-550 permit 10
  match ip address prefix-list pl-eigrp-500-to-550
 route-map rm-eigrp-500-to-550 permit 20
  match ip address prefix-list pl-eigrp500-to550
 route-map rm-eigrp-600-to-550 permit 10
  match ip address prefix-list pl-eigrp600-to-550
POP01_CHLEF#

```

Figure 5. 16 : Configuration de l'EIGRP sur le POP01_CHLEF.

Figure 5.17 montre la configuration de l'EIGRP dans le routeur POP01_BEZ.

```

POP01_BEZ#sh run | s ip prefix-list
 ip prefix-list pl-eigrp500-to-600 seq 10 permit 0.0.0.0/0
 ip prefix-list pl-to-eigrp500 seq 20 permit 173.25.0.0/30
POP01_BEZ#sh run | s route-map
 redistribute eigrp 600 route-map rm-eigrp-600-to-500
 redistribute static route-map static-to-eigrp600
 route-map static-to-eigrp600 permit 10
  match tag 16
 route-map static-to-eigrp500 permit 10
  match tag 16
 route-map static-to-eigrp500 permit 20
  match ip address prefix-list pl-to-eigrp500
 route-map static-to-eigrp permit 10
  match tag 16
 route-map rm-eigrp-500-to-600 permit 10
  match ip address prefix-list pl-eigrp500-to-600
POP01_BEZ#

```

Figure 5. 17 : Configuration de l'EIGRP sur le POP01_BEZ.

4.10.4 Phase 4 : Implémentation d'un mécanisme de détection des coupures LS

On a inséré et distribuer des route /30 qui correspondent aux deux serveurs DNS/NTP hébergés au niveau des deux centres de données (CDD_BEZ et CDD_BRT).

```

POP01_BEZ#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
POP01_BEZ(config)#ip route 173.25.0.0 255.255.255.252 Null0

```

```

R7#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R7(config)#ip route 173.24.0.0 255.255.255.252 Null0
R7(config)#

```

Figure 5. 18 : Insertion des routes DNS/NTP au CDD.

La figure ci-dessous montre la route par défaut du POP_CHLEF vers les deux serveurs DNS/NTP. Afin de pouvoir tracker ces derniers,

```
POP01_CHLEF#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
POP01_CHLEF(config)#ip route 173.25.0.0 255.255.255.252 reachability
POP01_CHLEF(config)#ip route 173.24.0.0 255.255.255.252 reachability
POP01_CHLEF(config)#
```

Figure 5. 19 : Distribution des routes du BP_ CHLEF vers le serveur DNS/NTP.

Afin de pouvoir suivre le statut du réseau LS s'il est up ou down, on a effectué le tracking depuis le bureau de poste vers le serveur DNS/NTP à l'aide des commandes suivante:

```
POP01_CHLEF#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
POP01_CHLEF(config)#track 1 ip route 173.25.0.0 255.255.255.252 reachability
POP01_CHLEF(config-track)#route 173.24.0.0 255.255.255.252 reachability
POP01_CHLEF(config-track)#track 3 list boolean or
POP01_CHLEF(config-track)# object 1
POP01_CHLEF(config-track)# object 2
```

Figure 5. 20 : Configuration de la commande Track.

Le résultat de la commande "track 3" nous donne deux évènements :

- event track 3 state up
- event track 3 state down

La Figure 5.21 montre que la liaison du BP_ CHLEF vers les 2 POP Bab ezzouar et Birtouta est en état UP.

```
BP-chlef01#sh track 3
Track 3
List boolean or
Boolean OR is Up
2 changes, last change 01:50:58
object 1 Up
object 2 Up
Tracked by:
EEM applet vsat
EEM applet novsat
BP-chlef01#
*Jun 15 20:06:22.187: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
BP-chlef01#
```

Figure 5. 21 : Configuration de la commande Track.

La figure 5.22 montre que la liaison du BP_CHLEF vers le POP_BEZ est en état UP, et la liaison du BP_CHLEF vers le POP_BRT est en état DOWN. Dans ce cas on peut toujours dire que la liaison LS est en état UP.

```
BP-chlef01#sh track 3
Track 3
List boolean or
Boolean OR is Up
  2 changes, last change 02:02:30
  object 1 Up
  object 2 Down
Tracked by:
  EEM applet vsat
  EEM applet novsat
BP-chlef01#
```

Figure 5. 22 : Le bon fonctionnement de liaison LS

La figure 5.23 montre que la liaison du BP_CHLEF vers les deux POP Bab Ezzouar et Birtouta en état DOWN.

```
BP-chlef01#sh track 3
Track 3
List boolean or
Boolean OR is Down
  3 changes, last change 00:00:03
  object 1 Down
  object 2 Down
Tracked by:
  EEM applet vsat
  EEM applet novsat
BP-chlef01#
```

Figure 5. 23 : le disfonctionnement de liaison LS.

Dans ce cas le basculement vers le VSAT va s'effectuer automatiquement à l'aide d'un mécanisme d'event manager.

4.10.5 Phase 5 : Implémentation d'un mécanisme pour le basculement via VSAT

Embedded Event Manager (EEM) est une approche personnalisée et distribuée pour la détection et la récupération d'événement dans un équipement avec IOS Cisco. EEM offre la capacité de supervision d'équipement, de récupérer des informations, de faire des actions correctives ou tout autre action quand les événements surveillés se produisent ou quand un seuil est atteint. Une stratégie EEM est une entité qui définit un événement et les actions à prendre quand ces évènements se produisent.

Nous utilisons Event Manager afin de pouvoir basculer le trafic automatiquement vers le VSAT en cas de coupure sur la liaison LS.

Dans le cas où la liaison LS est bon, le mécanisme d'événement manager va supprimer le voisinage vers VSAT à l'aide des commandes suivantes.

```
event manager applet vsat
event track 3 state down
action 1 cli command "enable"
action 2 cli command "conf t"
action 3 cli command "router eigrp 600"
action 4 cli command "network 192.168.11.0 0.0.0.7"
action 5 cli command "exit"
```

Figure 5. 24 : Configuration event manager LS_UP.

La commande suivante montre la configuration du mécanisme d'événement manager dans le cas où LS est DOWN, « insertion de voisinage vers le VSAT ».

```
event manager applet novsat
event track 3 state up
action 1 cli command "enable"
action 2 cli command "conf t"
action 3 cli command "router eigrp 600"
action 4 cli command "no network 192.168.11.0 0.0.0.7"
action 5 cli command "exit"
```

Figure 5. 25 : Configuration événement manager LS_DOWN.

4.10.6 Phase 6 : Simulation des coupures LS et test de connectivité

Comme la connexion par satellite est très coûteuse, Algérie poste a opté pour un débit de 15 Mbits partager sur tous le territoire national. Ce qui rend impossible pour que tous les Bureaux de Poste accèdent au même temps aux VSAT c'est pour cette raison nous supprimons le voisinage vers VSAT.

Dans le cas où la liaison LS est UP avec la commande *show ip eigrp neighbors* (Figure 5.26) nous voyons que le voisinage vers VSAT est désactivé, pour libérer la liaison VSAT pour d'autre utilisateur.

```

BP-chlef01#sh ip eigrp neighbors
EIGRP-IPv4 Neighbors for AS(550)
  H   Address                Interface           Hold Uptime    SRTT   RTO   Q
Seq
                               (sec)           (ms)          Cnt
Num
0    10.62.0.1                Se1/1              9 00:03:24    60    360   0
74
EIGRP-IPv4 Neighbors for AS(600)
BP-chlef01#

```

Figure 5. 26 : voisinage du BP_CHLEF LS_UP.

Pour tester le basculement vers la liaison de secours (VSAT), nous exécutons un ping long puis nous fermons l'interface du POP liée au bureau de poste.

```

BP_chlef_01> ping 172.25.5.10
84 bytes from 172.25.5.10 icmp_seq=1 ttl=60 time=83.842 ms
84 bytes from 172.25.5.10 icmp_seq=2 ttl=60 time=51.361 ms
84 bytes from 172.25.5.10 icmp_seq=3 ttl=60 time=92.827 ms
84 bytes from 172.25.5.10 icmp_seq=4 ttl=60 time=84.231 ms
84 bytes from 172.25.5.10 icmp_seq=5 ttl=60 time=95.480 ms

BP_chlef_01>

```

Figure 5. 27 : Reprise de connectivité après une rupture du LS.

Nous remarquons la reprise du ping après une courte rupture ce qui confirme le bon fonctionnement du basculement automatique vers le VSAT à l'aide d'un mécanisme d'event Manager.

Dans la figure 5.28, la commande trace montre le nouveau chemin suivi après une rupture dans la liaison primaire LS.

```

BP_chlef_01> trace 172.25.5.10
trace to 172.25.5.10, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
 1  10.2.1.1   15.362 ms  16.785 ms  14.303 ms
 2  192.168.12.2  46.745 ms  66.619 ms  66.070 ms
 3  172.25.8.6  113.627 ms  99.559 ms  74.691 ms
 4  *172.25.5.10  108.721 ms (ICMP type:3, code:3,
e)
BP_chlef_01>

```

____pc_01_BP_Chlef
____VSAT
____CDD_01_BEZ
____PC_01_CDD_BE
Z

Figure 5. 28 : Nouveau chemin suivi après une rupture LS.

Avec la commande show IP route sur le router BP_CHLEF on voit l'apparition de l'interface vers VSAT. (Figure 5.29)

```
Gateway of last resort is 192.168.12.2 to network 0.0.0.0

D*EX 0.0.0.0/0 [170/30720] via 192.168.12.2, 00:04:57, FastEthernet0/1
      10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 3 masks
C      10.2.1.0/25 is directly connected, FastEthernet0/0.100
L      10.2.1.1/32 is directly connected, FastEthernet0/0.100
C      10.2.1.128/28 is directly connected, FastEthernet0/0.101
L      10.2.1.129/32 is directly connected, FastEthernet0/0.101
C      10.2.1.144/28 is directly connected, FastEthernet0/0.102
L      10.2.1.145/32 is directly connected, FastEthernet0/0.102
      172.25.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
D      172.25.8.0 [90/30720] via 192.168.12.2, 00:04:57, FastEthernet0/1
      192.168.11.0/29 is subnetted, 2 subnets
D      192.168.11.0 [90/30720] via 192.168.12.2, 00:04:57, FastEthernet0/1
D      192.168.11.8 [90/30720] via 192.168.12.2, 00:04:57, FastEthernet0/1
      192.168.12.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C      192.168.12.0/29 is directly connected, FastEthernet0/1
L      192.168.12.1/32 is directly connected, FastEthernet0/1
      192.168.13.0/29 is subnetted, 1 subnets
D      192.168.13.0 [90/30720] via 192.168.12.2, 00:04:57, FastEthernet0/1
pp_chlef01#
```

Figure 5. 29 : Interface BP_CHLEF LS_DOWN.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mis en œuvre la simulation du fonctionnement d'un bureau de poste sur la plateforme IP d'Algérie Poste à l'aide du logiciel GNS3, ainsi qu'une simulation d'une liaison de secours de type VSAT.

Dans la première partie, nous avons simulé une rupture dans la liaison primaire pour démontrer le succès du basculement grâce au protocole HSRP, qui est implémenté dans chaque POP Wilaya et CDD. Dans la deuxième partie, nous avons simulé un système permettant de créer des lignes de secours vers le VSAT en cas de défaillance des lignes LS.

Les tests de ce mécanisme de basculement mentionnés précédemment confirment que notre travail est satisfaisant et que les résultats sont concluants.

Conclusion générale

La discontinuité des liaisons terrestres restent une préoccupation majeure pour les bureaux de postes, affectant directement ses usagers. La solution proposée dans cette thèse, basée sur la technologie VSAT, est pratiquement réalisable et offre l'avantage d'une mise en œuvre rapide et même aussi par sa simplicité d'implémentation. Ceci donne une valeur économique à Algérie Poste permettant de fidéliser les clients et faire face à la croissance de la force concurrentielle dans le domaine postal et bancaire. La simulation a été réalisée via le logiciel GNS3, ou nous avons d'abord créé la topologie du réseau d'entreprise avant d'effectuer les configurations redondantes nécessaire.

Grâce à ce travail, nous avons tout d'abord présenté l'organisation du réseau national d'Algérie Poste, ce qui nous a donné une idée générale sur les réseaux fédérateurs des grandes entreprises.

Par la suite, nous avons pu approfondir nos connaissances à propos de la configuration du routage, le protocole de routage EIGRP.

Ce stage nous a été très utile et nous a permis d'enrichir nos connaissances dans le domaine des communications et des réseaux.

Une perspective future intéressante serait d'explorer davantage l'intégration de technologies émergentes telles que l'intelligence artificielle et l'Internet des Objets (IoT) dans l'infrastructure de communication de Algérie Poste. Ces technologies pourraient non seulement améliorer l'efficacité opérationnelle, mais aussi permettre une gestion proactive des réseaux en anticipant les pannes et en optimisant les ressources.

De plus, considérer l'évolution vers des réseaux 5G pourrait être une étape stratégique pour renforcer la connectivité et répondre aux besoins croissants en bande passante pour les services postaux et bancaires. L'exploitation de la connectivité 5G pourrait également ouvrir de nouvelles possibilités pour des services innovants et différenciés, renforçant ainsi la position compétitive de Algérie Poste sur le marché.

Ces perspectives offrent une vision stratégique pour Algérie Poste afin de maintenir et renforcer son rôle vital dans le secteur postal et bancaire national, tout en restant agile et innovant face aux défis futurs du marché.

Bibliographie

PDF

- [1] AMAR, Ibeghouchene. Protocoles de routage à l'état de liaisons. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.2012.
- [2] TAHRA Zahia ,(2008). Etude et simulation d'un réseau de téléphonie sur IP (TOIP) .mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme d'ingénieur d'état en Informatique Université Kasdi Merbah -Ouargla.»
- [3] MORAD LOTFI, Boussehal Mouna. « Dissémination de donnée dans un réseau de capteurs véhiculaires (VSN) », 2014.
- [4] NACIM, Grim et KAMAL, Idir. *Protocoles de routage dynamique à vecteur de distance*. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.2011.
- [5] HACHEMI, Mohammed Hicham, and Mourad HADJILA. "Support de Cours Normes et Protocoles." (2022).
- [6] CHABANE, Issam. Un système d'ingénierie de trafic adaptatif basé sur des topologies de routages virtuels. Doctoral dissertation,. Universite laarbi tebessi tebessa, 2019.
- [7] TAMI A. *Sécurité du routage dans les protocoles de routage multichemins* (Doctoral dissertation).2021
- [8] P. Nicolas, « Cours de réseaux », Master 1 informatique, Université d'Angers, 2006.
- [9] André VAUCAMPS, "CISCO - Protocoles et concepts de routage -Configuration avancée des routeurs", Éditions ENI, Août 2010, ISBN : 978-2-7460-0581-6.
- [10] Innokenty RUDENKO, "Configuration IP des routeurs Cisco", Éditions Eyrolles, Paris, Décembre 2000.

- [11] M.Hammar, "interaction entre le protocole MAC et les protocoles de couche hautes pour l'optimisation et la performance dans un réseau MANET", Mémoire de Magister, Dpt informatique, UMMTO, 2007.
- [12] M.Ouled,"Etudedes protocoles pourlesréseauxInformatiques", Mémoire de fin d'étude Ingénieur, Dpt Electronique,(Institut de Télécommunication d'Oran) 2005.
- [13] Techniques de commutation de messages – Acervo Lima consulté Mai 2022
- [14] S.DAS, satellite communication, ECE, 7th SEM GITA, BBSR
- [15] M.L.Boucenna, « télécommunication spatial », cours Master 2 systèmes des télécommunications, université Akli Mohaned Oulhedj, Bouira, Algérie, 2019
- [16] cour les sattetites et les vsat, université de Marne la vallée, Fleury Sébastien, GIROD Jean-Marc, WatanabeRyo
- [17] M. O. Kolawole, "Satellite communication engineering", CRC Press, London, 2016.
- [18] Afonso Ferreira, Eitan Altman, Jérôme Galtier, " Les réseaux satellitaires de télécommunication", Dunod, Paris, 1999.
- [19] T.Chonavel, L.Deneire, « Etude des performances des techniques d'accès multiple soumises au bruit de phase », Rapport de thèse, Lille, 2006
- [20] T.AISSAOUI, R.BOUGHANEM, « Optimisation de la couverture dans le Réseau 3G », PFE, Université Abderrahmane Mira, Bejaia, Algérie, 2014
- [21] Cour réseaux et télécommunication, édition 3, Guy pujolle.
- [22] Emmanuel Tonye, " Réseaux de télécommunications et transmission de données", Support de cour, Université de Yaoundé I, Septembre 2005.
- [23] M Julien Fasson, " Etude d'une architecture ip intégrant un lien satellite géostationnaire",
- [24] Cour réseaux et télécommunication, édition 3, Guy pujolle MARAL, Gérard. *VSAT networks*. John Wiley & Sons, 2004.
- [25] Pôle Lozérien d'Economie Numérique en, "guide VSAT bidirectionnel", Septembre 2008.

SITES

- [1] Peer-to-Peer ou P2P : qu'est-ce que c'est ? consulté Mai 2022.
« <https://community.fs.com/fr/article/client-server-and-peer-to-peer-networks.html> »
- [2] [EBGP Interdomain Routing \(Border Gateway Protocol\)](#)
- [3] « <https://cisco.goffinet.org/ccna/cisco-ios-cli/installer-et-configurer-gns3/#11-pr%C3%A9sentation-de-gns3> ».
- [4] Fleury Sébastien, GIROD Jean-Marc, Watanabe Ryo. Les satellites et le VSAT « <https://fr.slideshare.net/slideshow/vsat-14703428/14703428> »
- [5] La-telephonie-par-la-VSAT-Very-SmallAperture-Terminal---IASECNA-Agence-pour-la-Securite22.html consulté le 2/10/2019.
« <https://fr.scribd.com/document/495805054/Memoire-2-PDF-Vsat> »
- [6] https://media.licdn.com/dms/image/C4D12AQGNGqWdMa1kqQ/article-cover_image-shrink_600_2000/0/1635844478581?e=2147483647&v=beta&t=DQutkXKz7sh6XSVQch76ZVOg3pU2o23hbo1iNZ3I1pk.
- [7] [Hytera Satellite communication, Norsat Satellite Terminals - Hytera Afrique francophone](#)
- [8] Formation VSAT url <https://fr.slideshare.net/deombanzulu/formation-vsatsat> consulté le [15/9/2019](#)
- [9] <https://www.linkedin.com/pulse/orbital-value-geoff-varrall>
- [10] <https://www.ciscomadesimple.be/2010/03/24/eigrp-enhanced-interior-gaetway-routing-protocol-les-bases/>
- [11] [EBGP Interdomain Routing \(Border Gateway Protocol\)](#)