

République algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur

Et de la recherche scientifique

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA

Département de la navigation aérienne

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme

MASTER Aéronautique

Option : CNS/ATM



Le thème : Transfert des données radar via un réseau virtuel VPN

Présenter par :

Mlle .CHERTIOUA Amal

Mlle GUENDOOUZ Zoulikha

Diriger par :

LAGHA Mohend : IAES

FACI wahiba : ENNA

BOUKRA Fouad : ENNA



Blida septembre 2016

Résumé :

L'objectif de notre travail est de réaliser un autre support de transmission qui est le Réseau privé virtuel (VPN) et cela pour assurer la redondance du support existant (filaire) tout en évitant les coupures de l'image radar liées au dysfonctionnement du support afin d'assurer la continuité du service.

C'est grâce à une application sur Cisco Packet Tracer qu'on a pu arriver à de solides résultats ; notre travail peut être résumé sous les points cités ci-dessous :

- La compréhension de l'expression : «Aéronautique dit redondance » ;
- Description pratique sur les modules, dispositifs du radar primaire de surveillance (PSR) ainsi que du radar secondaire mono pulse de surveillance (MSSR) et ce à la salle équipements de la station radar d'Alger
- Prendre connaissance sur les différentes phases de traitement de la tête Radar avant l'affichage des plots Radar pour l'exploitation (contrôleurs CCR&App) ;
- Apprendre et maîtriser le logiciel Cisco Packet Tracer ;
- Utilisation des différents équipements CISCO (router, Switch, câble de connexion, PC ;...);
- Configuration des équipements CISCO (router, PC ;...) selon la disponibilité de cet équipement à la station Radar d'Alger.

Pour finir on espère bien que ce projet voie le jour dans le but de généraliser ce genre de réalisation afin d'assurer une redondance du support de transmission qui permettra aux utilisateurs et exploitants des données Radar (CCR, APP et radaristes) de bien mener leurs fonctions.

- **Summary:**

The objective of our work was to achieve another transmission medium for redundancy of the existing support (wired) and avoid cuts radar image associated with dysfunction of the support in order to ensure continuity of service. This modest work is to provide a virtual private network (VPN), to achieve our purpose we realized an application on the Cisco Packet Tracer; this work has led us to the following results:

- understand the phrase: "Aerospace said redundancy";
- Description of practical modules and devices of the primary surveillance radar (PSR) and monopulse secondary surveillance radar (MSSR) in the Algiers radar station
- Take knowledge about different processing phases of Radar head processor (RHP) before the display to operate (CCR & App controllers);
- Learning and mastery of Cisco Packet Tracer software;
- Use different CISCO equipment (router, switch, connection cable, PC, ...)
- Configuring Cisco equipment (router, PC, ...) according to the availability of this equipment to the Algiers radar station.

At the end we hope that this project see the light and that in order to generalize this kind of achievement to ensure redundancy of the transmission medium that will allow users and operators of radar data (ACC, APP and radar operators) of well carry out their functions.

ملخص:

هدفنا من هذا المشروع كان تحقيق وسيلة أخرى للاتصال لدعم الوسيلة الوحيدة (السلكي) المستعملة لنقل صورة الرادار من محطة الرادار الى مركز المراقبة الجوية CCR لتجنب الانقطاع الناجم عن خلل في وسيلة الاتصال هذا لضمان استمرارية الخدمة.

هذا العمل المتواضع هو توفير شبكة خاصة ظاهرية (VPN) ولتحقيق هدفنا استعملنا نظام سيسكو حزم الراسم (Cisco Packet Tracer).

وقد أدى هذا العمل بنا إلى النتائج التالية:

- فهم عبارة: "إذا قلت طيران قل المضاعفة".
 - وصف وحدات وأجهزة الرادار الأولي للمراقبة (PSR) و الرادار الثانوي للمراقبة (MSSR) لمحطة رادار الجزائر.
 - معرفة مراحل العلاج المختلفة من رأس الرادار قبل ارسالها لشاشات العرض للعمل (مركز المراقبة و برج المراقبة)؛
 - تعلم وإتقان نظام سيسكو حزم الراسم (Cisco Packet Tracer).
 - استخدام معدات مختلفة CISCO (الموجه، والتبديل، كابل اتصال، وأجهزة الكمبيوتر، ...)
 - برمجة معدات سيسكو (جهاز التوجيه، وأجهزة الكمبيوتر، ...) وفقا لتوافر هذه المعدات في محطة رادار الجزائر.
- في النهاية نحن نأمل ان يكون هذا المشروع على ضوء من أجل تعميم هذا النوع من الإنجاز لضمان المضاعفة من وسيلة انتقال من شأنها أن تسمح للمستخدمين ومشغلي بيانات الرادار (مراقبي مركز المراقبة الجوية ومراقبي برج المراقبة الجوية ومشغلي الرادار) بالقيام بوظائفها.

Remerciements

Au terme de ce travail, nous saisissons cette occasion pour exprimer nos vifs remerciements à toute personne ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

*Nous souhaitons tout d'abord remercier notre encadreur, monsieur **LAGHA Mohand**, qui nous a encadrés avec patience durant la réalisation de ce travail de fin d'études. Ses conseils et ses efforts pour mettre à notre disposition la documentation et les explications nécessaires, qu'ils ont été très utiles, notamment pour la rédaction de ce mémoire ; sans oublier notre encadreur à l'ENNA Madame **FACI Wahiba** pour tout ce qu'elle a fait pour nous pendant toute la période du stage, et le chef de service Radar monsieur **BOUKRAA Fouad**.*

Nous exprimons également notre gratitude aux membres du jury, qui nous ont honorés en acceptant de juger ce modeste travail.

Enfin nous tenons à remercier l'ensemble du corps enseignant de l'institut d'aéronautique et des études spatiales Blida.

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à, aux êtres les plus chers, et à
qui je dois reconnaissance et dévouement et en qui je ne
cesserai de remercier à savoir :*

Mes très chers parents, mes frères et sœurs.

*A tous mes amis qui m'ont soutenu durant tout mon cursus
universitaire et avec lesquels j'ai partagé des moments
inoubliables.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à l'élaboration
de ce mémoire de fin d'études.*

En fin à vous qui prenez la peine de lire ce mémoire.

C. Amal

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à, aux êtres les plus chers, et à
qui je dois reconnaissance et dévouement et en qui je ne
cesserai de remercier à savoir :*

Mes très chers parents, mes frères et sœurs.

*A tous mes amis qui m'ont soutenu durant tout mon cursus
universitaire et avec lesquels j'ai partagé des moments
inoubliables.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à l'élaboration
de ce mémoire de fin d'études.*

En fin à vous qui prenez la peine de lire ce mémoire.

G. Zoulikha

Sommaire

Remercîment

Dédicace

Introduction générale

chapitre I :Présentation de l'ENNA et leur moyens CNS/ATM 1

1. Administration de l'aviation civile en Algérie : 2

2. L'ENNA l'établissement nationale de la navigation aérienne : 2

2.1Historique: 2

2.2. Présentation de l'ENNA : 3

2.3Les missions de l'ENNA : 4

2.4L'Organigramme de l'ENNA: 4

3. L'Organisation de l'aviation civile internationale(OACI) : 6

4. L'association internationale de transport aérien IATA : 7

5. L'ASECNA : 7

5.1 Les Missions : 7

6. Présentation de la DENA : 7

6.1 Les services de le DT (département technique) : 9

6.1.1 Service radar : 9

6.1.2 Le service radio et téléphonie : 9

6.1.3 Service énergie : 9

6.1.4 Service commutation :**10**

7. Les moyens de CNS/ATM : 10

7.1 Communication : 10

7.2 Navigation : 10

7.3 Surveillance :.....	11
7.4 ATM (Air Traffic Management) :.....	11
7.4.1 Présentation du Système ATM de l'ENNA :	11
7.4.2 Architecture globale du système ATM de l'ENNA:	11

Chapitre II: les systèmes de surveillance Algérien

Introduction :.....	13
I. Contrôle aux Procédures :	13
I.1. Les types de séparation selon l'aide utilisent :	13
I.2. Méthodes et minimums de séparation :	13
I.2.1. Séparation verticale :.....	13
Application de la séparation verticale :	13
Le minimum de séparation vertical(VSM) :.....	13
I.2.2. Séparation horizontale :	14
b- Séparation longitudinale :.....	15
II. Système de surveillance radar :.....	15
II.1. Le Radar primaire :	15
But :	15
II.1.1.Principe de fonctionnement Radar :	16
II.1.1.a. Forme d'onde :.....	17
II.1.1.b. La fréquence d'émission :.....	17
II.1.1.1.Mesure de la distance :	18
II.1.1.2. Mesure d'azimut :	19
II.1.1.3. Mesure de la vitesse après le traitement :.....	19
II.1.2. L'Equation RADAR :.....	19
II.1.2.1. Résolution :.....	20

La résolution en distance :.....	20
La résolution angulaire :.....	20
II.1.2.2. Réduction des interférences :.....	21
II.1.3. Description du Radar primaire d'Alger (ATCR-33S DPC d'Alger) :.....	21
II.1.3.1.Les compositions générales de l'ATCR-33S-DPC :.....	22
II.1.3.1.a. Caractéristiques du Radar :.....	23
<input type="checkbox"/> Données général :.....	23
<input type="checkbox"/> Dimension :.....	23
<input type="checkbox"/> Faisceau Principal :.....	23
<input type="checkbox"/> Base d'Antenne :.....	23
<input type="checkbox"/> Joint rotatoire de RF :.....	23
<input type="checkbox"/> Processeur de signal :.....	23
II.1.3.1.b. Composition du système RADAR :.....	24
II.2. Radar Secondaire:	24
II.2.1.Radar secondaire mono-pulse :	24
II.2.1.1. Principe de fonctionnement :.....	25
II.2.2. L'antenne :.....	26
Diagramme de rayonnement :	27
Le signal reçu mono-pulse :	27
II.2.3. Détection :.....	27
II.2.4.Les informations fournit par le radar secondaire mono pulse :.....	28
II.2.4.1. La mesure de la distance :	28
II.2.4.2. La mesure d'azimut:	28
II.2.4.3. Identification et altitude de la cible :.....	28
a- L'interrogation :.....	28

b-	La réponse transpondeuse :.....	29
II.2.4.	Le Bilan de puissance :.....	30
	Les équations:.....	30
a-	A l'émission	30
b-	A la Réception.....	30
II.2.5.	Les phénomènes parasites (Les problèmes) :.....	31
II.2.5.1.	Les réponses sur lobes secondaires :.....	31
	L'ISLS (Interrogations avec Suppression de Lobes Secondaires) :.....	31
II.2.5.2.	Le FRUIT :.....	31
II.2.5.3.	Le GARBLING :	31
	En MSSR:.....	32
II.2.6.	Suppression des réflexions (IISLS) :.....	32
II.2.7.	Le Radar secondaire d'Alger :	33
II.2.7.1.	Le mode du radar MSSR d'Alger :.....	33
a-	Mode A :	34
b-	Mode C :.....	34
II.3.	Radar de surface (SMR) :.....	35
III.	ADS-C (surveillance automatique dépendante - contrat) :.....	35
II.1.	Description :	35
III.1.1	Type de contrat ADS-C :.....	36
a-	Contrat périodique :	36
b-	La demande de contrat :.....	36
c-	Contrat de l'événement :.....	37
Conclusion :	38

Chapitre III: Les RHP et le format ASTERIX

Introduction :	40
I. Les RHP:	40
I.1. Les sous systèmes des RHP :	41
I.1.1. TRH :	41
I.1.1.1. L'activité principale de TRH est la suivante:	41
I.1.2. TTM :	43
I.1.3. SMD :	43
I.1.4. NSV:	43
II. Structure ATC système général :	43
III. ASTERIX :	45
III.1. Les catégories du format :	45
III.2. Définitions :	46
III.2.1. Le message ASTERIX :	46
III.2.2. Définitions de type de champ :	46
III.2.3. Définition d'un bloc :	47
III.2.4. Définition d'un enregistrement :	47
III.2.5. Le champ FSPEC ou le champ spécifique :	47
III.2.6. La spécification de chaque octet de FSPEC :	49
L'identificateur de la source de données il à deux octets de longueur fixe (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/010).	49
Un octet extensible (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/020)	50
Deux octets de longueur fixe (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/161)	51
III.3. Vue générale d'un Message ASTERIX :	56
III.4. Exemple sur Ethernet :	57
IDEN : radar de Toulouse	58
DESC : piste, vraie, primaire, tprl , pas de spi , non issu d'un transpondeur fixe.....	58
Conclusion :	59

Chapitre VI : Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

I.	Introduction :	61
II.	généralités sur les réseaux informatiques :	61
II.1.	Classification des réseaux :	61
II.1.1.	bus :	61
II.1.2.	Les réseaux personnels PAN (Personal Area Network) :	61
II.1.3.	Les réseaux locaux LAN (Local Area Network) :	61
II.1.4.	Les réseaux métropolitains MAN (Métropolitain Area Network):	61
II.1.5.	Les réseaux distants WAN (Wide Area Network):	62
II.2.	Topologie des réseaux :	62
II.2.1.	La topologie logique:	62
II.2.2.	La topologie physique:	63
II.3.	Le Modèle OSI :	63
II.3.1.	Couche physique :	64
II.3.2.	Couche liaison des données :	64
II.3.3.	Couche réseau :	64
II.3.4.	Couche transport :	64
II.3.5.	Couche session :	64
II.3.6.	Couche présentation :	65
II.3.7.	Couche application :	65
II.4.	Transmission de données au travers du modèle OSI :	66
II.5.	Matériel du réseau informatique:	68
II.5.1.	Le routeur:	68
II.5.2.	Le Modem:	68
II.5.3.	Hub (répétiteur):	68

II.5.4. Switch (commutateur):	69
II.5.5. Serveur:	69
III. Le Réseau privé virtuel(VPN):	69
III.1. La tunnelisation :	70
III.1.1. Principe :	70
III.2. Les protocoles de tunnelisation :	71
III.2.1. PPTP :	71
III.2.2. L2F :	71
Est.....	71
III.2.3. L2TP :	71
III.2.4. IP Sec :	71
III.3. Concept de VPN :	71
VI. La simulation de notre projet :	72
VI.1. La configuration du PC1 :	73
VI.2. configuration du serveur 1 :	74
VI.3. Configuration de Switch :	75
VI.4. Configuration du routeur :	75
VI.5. La configuration d'un VPN sous l'INUX sur un serveur :	75
V. circulation des données :	76
V.1. Pour quoi le choix VPN ?	78
IV. Conclusion :	79

Bibliographie

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Liste des figures :

Chapitre I :_présentation de l'ENNA et leur moyens CNS/ATM

Figure I.1 Organigramme général de DACM.....	2.
Figure I.2 L'organigramme de l'ENNA.....	5
Figure I.3 Les structures de la DENA.....	8

Chapitre II : les systèmes de surveillance Algérien

Figure II.1 : radar primaire Co-implanter avec un secondaire.....	15
Figure II.2 : le fonctionnement d'un radar primaire.....	16
Figure II.3 : Forme d'impulsion.....	17
Figure II.4: Distance R calculée avec dT et la portée maximale avec T_r	18
Figure II.5 : résolution angulaire en azimut.....	20
Figure II.6: résolution en distance radiale.....	20
Figure II.7 : Les Radar PSR / MSSR d'Alger.....	22
Figure II.8 : le fonctionnement du radar primaire.....	22
Figure II.9.la synoptique de la chaine de communication radar secondaire- transpondeur.....	26
Figure II.10 : Diagramme de rayonnement de l'antenne mono pulse.....	27
Figure II.11 : La forme de la réponse.....	29
Figure II.12 : Le fonctionnement du MSSR.....	34

Chapitre III : Les RHP et le format ASTERIX

Figure III.1 : RHP.....	41
Figure III. 2 : La position RMM.....	42
Figure III.3 : La position LCMS.....	42
Figure III.4 : L'interconnexion du site Radar.....	44

Figure III.5 : l’affichage des plots radar.....	44
Figure III.6 : le format d’un champ fixe.....	46
Figure III.7 : le format d’un champ étendu.....	46
Figure III.8 : le format d’un champ répétitif.....	47
Figure III.9 : vue générale d’un message ASTERIX.....	56
Figure III.10 : présentation du premier ronger du message sur Ethernet..	57
Figure III.11 : présentation du deuxième ronger du message sur Ethernet.....	57
Figure III.12 : analyse du FSPEC.....	58
Figure III.13 : présentation du deuxième ronger du message sur Ethernet.....	58
Figure III.14 : présentation troisième ronger du message sur Ethernet...	59
Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar	

Figure IV.1 : la portée des classes de réseaux.....	62
Figure IV.2 : la topologie des réseaux.....	63
Figure IV.3 : le modèle OSI.....	66
Figure IV.4: canal de transmission de données.....	67
Figure IV.5 : Tunnel interconnectant le réseau sous réseau A au sous réseau B à travers le réseau Internet.....	70
Figure VI.6 : Le schéma de transfert des données de la station jusqu’au CCR.....	73
Figure VI.7 : la fenêtre de la configuration du PC1.....	73
Figure VI.8 : la fenêtre de la configuration du serveur	74
Figure VI.9 : la fenêtre de commande du serveur.....	75

Figure VI.10 : la fenêtre de la configuration du routeur	76
Figure VI.11 les sites concernés.....	78

Liste des tableaux :

Chapitre II : les systèmes de surveillance Algérien

Tableau II.1 : Désignation des bandes de fréquences.....17

Tableau II.2 : Les modes transpondeur.....30

Chapitre III : Les RHP et le format ASTERIX

Tableau III.1 : l'octet N° 1 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 5.1...47

Tableau III.2 : l'octet N° 2 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 5.1..48.

Tableau III.3 : l'octet N° 3 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 5.1..49

Tableau III.4 : l'octet N° 4 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 5.1...49

Tableau III.5 : les deux octets de l'identification.....49

Tableau III.6 : l'octet 1 de Descripteur de type..... 50

Tableau III.7 : l'octet 2 de Descripteur de type.51

Tableau III.8 : l'octet de Numéro de piste.....51

Les tableaux III.9 : les octets de la Position mesurée en coordonnées polaires.

Les tableaux III.10 : l'octet de la Vitesse sol.....52

Tableau III.11 : l'octet 1 de la vitesse doppler.....52

Tableau III.12 : l'octet 2 et 3 de la vitesse doppler.....53

Tableau III.13 : l'octet 4 et 5 de la vitesse doppler.....53

Tableau III.14 : l'octet 1 de l'état de la piste.....54

Tableau III.15 : l'octet 2 de l'état de la piste.....54

Tableau III.16 : l'octet 1 de la Qualité de la piste.....55

Tableau III.17 : l'octet 1 de l'avertissement/Situation d'erreur.....56

LISTE DES ABREVIATIONS :

Chapitre I : présentation de l'ENNA et leur moyens CNS/ATM

DACM : La direction de l'aviation civile et de la météorologie.

ENNA : l'établissement national de la navigation aérienne.

OGSA : l'Organisation de Gestion et de Sécurité Aéronautique.

ONAM: l'Office de la Navigation Aérienne et de la Météorologie.

ENEMA: l'Etablissement National pour l'Exploitation Météorologique et Aéronautique.

ENESA : Entreprise Nationale d'Exploitation et de Sécurité Aéronautique.

EPIC : Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial.

OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale.

AEFMP : Organisation entre Pays méditerranéens.

ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar

EUROCONTROLE : organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne

ENAC : Ecole Nationale de l'Aviation Civile.

DDNA : Direction du Développement de la Navigation Aérienne.

DENA : Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne.

DTN A : Direction Technique de la Navigation Aérienne.

DRFC : Direction des Ressources, des Finances et de la Comptabilité.

DJR : Direction Juridique et des Ressources Humaines.

DL : Direction de la Logistique.

IGT : Inspection Générale Technique
AIG : Audit Interne de Gestion
SIE : Sûreté Interne de l'Etablissement

CQRENA : centre de qualification, de Recyclage et d'Exploitation de la Navigation Aérienne.

IATA : International Air Transport Association

DCA : Département de la circulation aérienne

DS : Département système

DAF : Département administratif et financier

DT : Département technique

DIA : Département de l'information aéronautique

DTA : Département télécommunications aéronautiques

CCR : Centre de contrôle régional:

CNS/ATM : Communication Navigation Surveillance/Air Traffic Management

VHF: very high frequency

HF: haute frequency

VSAT: Very Small Aperture Terminal

CPDLC: Controller Pilot Data Link Communications

RSFTA: Réseau du Service Fixe des Télécommunications Aéronautiques

VOR: vertical omnidirectionnal range

DME: distance measerement equipement

NDB : non directional biaocon

ILS: instrument landing system

ADS-C : Automatic dependent surveillance — contract

APP : contrôle d'approche

ATC : air traffic control

Chapitre II : les systèmes de surveillance Algérien

VSM : Le minimum de séparation vertical

RNAV: radio navigation

RADAR: RAdio Detection and Ranging

PSR: Primary Surveillance Radar

LCP: local control panel

AMDU : Unité d'exécution du moteur d'azimut

REC: Récepteur

RMM: radar maintenance monitoring

LCMS: local control monitoring system

A/D Converter (Convertisseur Analogique Numérique) :

IFF : Identification Friend Foe

FL : Flight level (le niveau de vol)

MSSR : Monopulse Secondary Surveillance Radar

SPI : Special Position Indicator

SSR : la surveillance par radar de surface

FRUIT : False Replies Unsynchronised with Interrogator Transmission

ISLS : Interrogations avec Suppression de Lobes Secondaires.

SIR-M 3 IISLS secondary interrogator receiver monopulse with IISLS.

Chapitre III : Les RHP et le format ASTERIX

RHP: Radar Head Processor (subsystem)

ASTERIX: All purpose STructured Eurocontrol suRveillance Information eXchange

TTM: Tele-controls and Tele-signals Management CSCI

SMD : System Messages Dispatcher CSCI

NSV : Node Supervisor CSCI

TRH : Tracks Handler CSCI

CSCI : Computer Software Configuration Item

PM : maintenance préventive

CM : maintenance corrective).

LCMS: local control monitoring system .

OSI : Open Systems Interconnection

FSPEC: Field SPECification

IDEN: Identificateur de la source de données

SAC : Source Area Code

SIC : Source Identification Code

DESC : Descripteur de type

NUM : Numéro de piste

POSI : Position mesurée en coordonnées polaires

VIT : Vitesse sol

EXT : Extension

CAR: Caractéristique du plot = vitesse doppler

PIST: Etat piste

QUAL : Qualité de la piste

CON :piste confirmée ou en phase d'initialisation

ASE : Avertissement/Situation d'erreur

RAD : Piste radar primaire

MAN : Détection de manoeuvre

DOUT: Association plot piste douteuse

XTRP : Nombre d'extrapolations

GHO : Piste présumée fantôme

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

PAN: Personal Area Network

LAN: Local Area Network

MAN: Métropolitain Area Network

WAN: Wide Area Network

FDDI: Fiber Distributed Data Interface.

IP : internet protocole.

VPN : Réseau privé virtuel

PPTP: Point-to-Point Protocol

L2F: Layer Two Forwarding

L2TP: Layer Two Tunneling Protocol

IETF: Internet Engineering Task Force

PPP: Point To Point Protocol

IP Sec: Internet Protocol Security

DNS: Domain Name System/Service

Introduction générale :

La sécurité humaine est une approche basée sur la conscience des individus, non seulement des États, mais également des sociétés qui fournissent des services très sensibles et très importants et qui sont liés à la sécurité humaine. Alors comment peut-on assurer la sécurité humaine dans le domaine de la navigation aérienne par le développement des systèmes de la communication, navigation et surveillance ?

L'aéronautique est un domaine sensible et pour assurer la disponibilité des données sol/sol et air/sol et surtout la continuité de service il faut toujours redonder les équipements et les systèmes utilisés et pour cette raison on a traité un thème qui consiste dans le transfert des données radar via un réseau virtuel VPN. Ceci pour but de redonder le seul moyen de transport existant (filaire) pour envoyer les données radar de la station radar d'Alger vers le CCR.

La virtualisation des réseaux introduit un nouveau modèle d'affaires qui permet d'avoir deux acteurs distincts. Le premier acteur est le fournisseur de l'infrastructure physique (FIP) qui est le propriétaire de l'infrastructure réseau. Il est responsable du déploiement et du maintien des ressources physiques du réseau (routeurs, liens, etc). Le second acteur est le fournisseur de services (FS) qui déploie des protocoles en louant les ressources d'un ou de plusieurs fournisseurs d'infrastructure physique pour créer un VN. Ce dernier ne possède pas d'infrastructure réseau. Il a la responsabilité de délivrer des services de bout en bout aux différents utilisateurs. Le FIP permet aux différents FSs de partager son infrastructure grâce à des interfaces programmables. Il peut rejeter la demande d'un FS si un accord ne peut être conclu entre eux suite à une sur-utilisation des ressources. À titre d'exemple, imaginons qu'un fournisseur de service de vidéo à la demande (comme Netflix) déploie un équipement chez l'utilisateur pour lui permettre de visionner des vidéos à sa demande. Ce FS loue l'infrastructure physique de différents FIPs (Algérie Télécom) pour créer des réseaux virtuels et fournir ce service de bout en bout avec garantie de service. La figure 1.1 présente un exemple d'environnement réseau virtualisé où deux fournisseurs de services louent des ressources de deux fournisseurs d'infrastructure afin de créer à chacun son propre réseau virtuel sur lequel il déploie un service de bout en bout. La virtualisation des réseaux vise à offrir une meilleure flexibilité supportant plusieurs topologies et mécanismes de routage et de transfert de paquets. Elle permet à une configuration du VN d'être indépendante de celle des autres VNs. Son objectif est d'offrir une meilleure gestion du réseau tout en maximisant le

nombre de VNs qui coexistent sur une même infrastructure physique. Elle permet également d'offrir une isolation des flux de chaque VN pouvant être créé sur plusieurs infrastructures réseaux hétérogènes.

Chapitre I

Présentation des structures de l'établissement(ENNA) etles moyens CNS/ATM

1. Administration de l'aviation civile en Algérie :

La direction de l'aviation civile et de la météorologie DACM est la structure chargée de l'aviation civile en Algérie sous la tutelle du ministère des travaux publics et du transport.

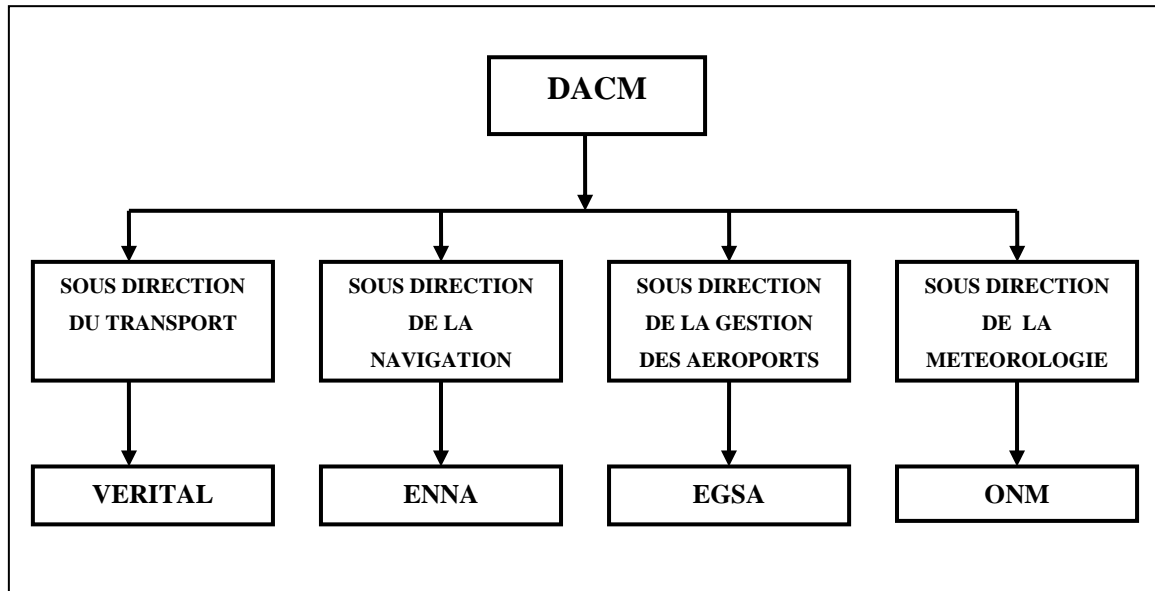


Figure I.1 Organigramme général du DACM

2. L'Etablissement Nationale de la Navigation Aérienne :

2.1Historique:

Depuis l'indépendance, cinq organismes ont été chargés de la gestion, de l'exploitation et du développement de la navigation aérienne en Algérie :

OGSA, ONAM, ENEMA, ENESA, ENNA.

De 1962 à 1968 c'est l'Organisation de Gestion et de Sécurité Aéronautique (OGSA), organisme Algéro-Français, qui a géré l'ensemble des services d'Exploitation de l'Aviation Civile en Algérie.

Le 1 Janvier 1968, l'OGSA a été remplacé par l'Office de la Navigation Aérienne et de la Météorologie (ONAM). Ce dernier a été remplacé, en 1969, par l'Etablissement National pour l'Exploitation Météorologique et Aéronautique (ENEMA) qui a géré la navigation aérienne jusqu'à 1983.

Chapitre I :Présentation des structures de l'établissement(ENNA) et les moyens CNS/ATM

En 1975, les activités de météorologie ont été transférées à l'Office National de Météorologie créé le 29 Avril 1975, sous forme d'Etablissement Public à caractère administratif.

Le décret N°83.311 du 07/05/1983 a réaménagé les structures de L'ENEMA et modifié sa dénomination pour devenir ENESA « Entreprise Nationale d'Exploitation et de Sécurité Aéronautique » avec statut d'entreprise nationale à caractère économique.

Afin de clarifier les attributions de l'ENESA, il a été procédé aux réaménagements de ses statuts ainsi qu'au changement de dénomination en « ENNA » par décret exécutif N° 91-149 du 18 mai 1991.

L'ENNA, Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial (EPIC), sous la tutelle du Ministère des Transports, est dirigé par un directeur général et administré par un Conseil d'Administration.

2.2. Présentation de l'ENNA :

L'ENNA c'est l'établissement qui assure le service public de la sécurité de la navigation aérienne sur toute la FIR d'Algérie pour le compte et au nom de l'état et a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale dans le domaine de la sécurité de la navigation aérienne en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées. Il est chargé en outre du contrôle et du suivi des appareils en décollage, en atterrissage et en route.

Dans le cadre du développement des projets liés à la navigation aérienne, l'ENNA collabore avec les institutions nationales et internationales suivantes :

- Ministère des travaux publics et du transport ;
- Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) ;
- Organisation entre Pays méditerranéens (AEFMP) ;

ASECNA ;Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar ;

- SITA.
- EUROCONTROLE : organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne
- Ecole Nationale de l'Aviation Civile (ENAC) de Toulouse.

2.3 Les missions de l'ENNA :

Ses principales missions sont :

- Assurer le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l'État;
- Mettre en œuvre la politique nationale dans ce domaine, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées;
- Assurer la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien national ou relevant de la compétence de l'Algérie ainsi que sur et aux abords des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique;
- Veiller au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation aérienne, et l'implantation des aérodromes, aux installations et équipements relevant de sa mission;
- Assurer l'exploitation technique des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique;
- Assurer la concentration, diffusion ou retransmission au plan national et international des messages d'intérêt aéronautique ou météorologique.
- Contrôle de la circulation aérienne pour l'ensemble des aéronefs évoluant dans son espace aérien qu'ils soient en survol, à l'arrivée sur les aérodromes ou au départ de ces derniers.
- assurer le service de sauvetage et de lutte contre les incendies sur les plates-formes aéroportuaires.
- dans le cadre de sa mission, participer à l'élaboration des schémas directeurs et aux plans d'urgence des aérodromes ; établir les plans de servitudes aéronautiques et radioélectriques en coordination avec les autorités concernées. Veiller à leur application.
- Contribuer à l'effort du développement en matière de recherche appliquées dans les techniques de la navigation aérienne.

2.4 L'Organigramme de l'ENNA:

Dans le cadre de sa mission et afin de répondre aux besoins du secteur du transport aérien contemporain; l'ENNA est structuré comme suit :

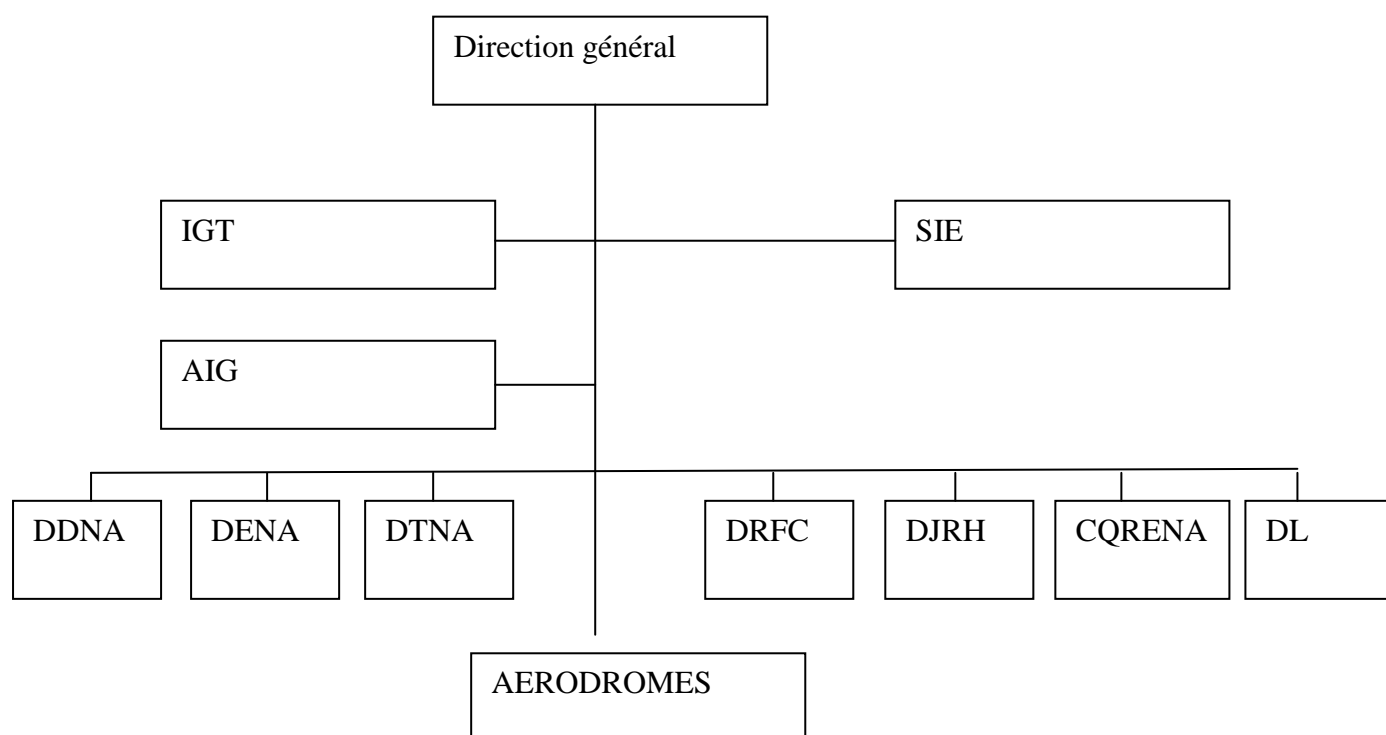


Figure I.2 L'organigramme de l'ENNA

DDNA	Direction du Développement de la Navigation Aérienne.
DENA	Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne.
DTNA	Direction Technique de la Navigation Aérienne.
DRFC	Direction des Ressources, des Finances et de la Comptabilité.
DJRH	Direction Juridique et des Ressources Humaines.
CQRENA	Centre de Qualification, de Recyclage et d'Expérimentation de la Navigation Aérienne.
DL	Direction de la Logistique.
IGT	Inspection Générale Technique
AIG	Audit Interne de Gestion
SIE	Sûreté Interne de l'Etablissement
AERODROMES	Directions de la Sécurité Aéronautique. 25 aérodromes nationaux. 11 aérodromes internationaux

3. L'Organisation de l'aviation civile internationale(OACI) :

L'OACI est une organisation internationale qui dépend des Nations unies. Son rôle est de participer à l'élaboration des normes qui permettent la standardisation du transport aéronautique international (les vols à l'intérieur d'un même pays ne sont pas concernés par l'OACI) Son siège social est situé à Montréal.

Le conseil de l'OACI adopte les normes et recommandations règlementant la navigation, le partage des fréquences radio, les brevets du personnel d'aviation, la circulation aérienne, etc. Il définit aussi les protocoles à suivre lors des enquêtes sur les accidents aériens, protocoles qui sont respectés par les pays signataires de la Convention de Chicago.

L'ENNA est comme tous les organismes de la navigation aérienne au monde entier suivant les recommandations et les normes émises par L'OACI.

Les normes et recommandations adoptées par l'OACI sont regroupées au sein de 19 annexes à la convention de Chicago relative à l'aviation civile internationale.

Ces normes et recommandations sont concluent en 19 annexes qui sont les suivantes :

- Annexe 1 : Licences du personnel
- Annexe 2 : Règles de l'air
- Annexe 3 : Assistance météorologique à la navigation aérienne internationale
- Annexe 4 : Cartes aéronautiques
- Annexe 5 : Unités de mesure à utiliser dans l'exploitation en vol et au sol
- Annexe 6 : Exploitation technique des aéronefs
- Annexe 7 : Marques de nationalité et d'immatriculation des aéronefs
- Annexe 8 : Navigabilité des aéronefs
- Annexe 9 : Facilitation
- Annexe 10 : Télécommunications aéronautiques
- Annexe 11 : Services de la circulation aérienne
- Annexe 12 : Recherches et sauvetage
- Annexe 13 : Enquêtes sur les accidents et incidents d'aviation
- Annexe 14 : Aéroports
- Annexe 15 : Services d'information aéronautique
- Annexe 16 : Protection de l'environnement

Chapitre I :Présentation des structures de l'établissement(ENNA) et les moyens CNS/ATM

- Annexe 17 : Sûreté. Protection de l'aviation civile internationale contre les actes d'intervention illicite
- Annexe 18 : Sécurité du transport aérien des marchandises dangereuses
- Annexe 19 : Gestion de la sécurité

4.L'association internationale de transport aérien IATA :

C'est une organisation commerciale internationale de sociétés de transport aérien. Ces entreprises sont spécialement autorisées à consulter les prix entre elles par l'intermédiaire de cet organisme. Cette association, fondée à La Havane à Cuba en avril 1945, a été accusée d'agir comme un cartel, et de nombreux transporteurs à bas prix n'en sont pas des membres complets. Son siège social est situé à Montréal, dans la tour de la Bourse.

L'activité principale de l'IATA est la simplification des facturations entre les compagnies aériennes et les agents de voyages (BSP) ou les transitaires/agents de fret (CASS).

5. L'ASECNA :

L'ASECNA Régie par la Convention de Dakar du 25 octobre 1974, exerce à titre principal les activités communautaires et, à titre subsidiaire, gère les activités nationales au bénéfice des Etats membres pris individuellement ainsi que des Etats et organismes tiers.

5.1 Les Missions :

Conformément à l'article 2 de la Convention de Dakar, l'Agence est chargée de la conception, de la réalisation et de la gestion des installations et services ayant pour objet la transmission des messages techniques et de trafic, le guidage des aéronefs, le contrôle de la circulation aérienne, l'information en vol, la prévision et la transmission des informations dans le domaine météorologique, aussi bien pour la circulation en route que pour l'approche et l'atterrissage sur les aéroports communautaires.

6. Présentation de la DENA :

La Direction de l'exploitation de la navigation aérienne (DENA) est l'une des structures centrales clés de l'Etablissement national de la navigation aérienne (ENNA).

Chapitre I :Présentation des structures de l'établissement(ENNA) et les moyens CNS/ATM

La DENA est chargée d'assurer la sécurité et la régularité de la navigation aérienne et veiller à la bonne gestion technique au niveau des aéroports, ses principales missions se résument comme suit :

- Gérer et contrôler l'espace aérien confié en route et au sol, par le centre de contrôle régional (CCR) et les différents départements de la circulation aérienne.
- Mettre à disposition de tous les exploitants le service de l'information aéronautique en vol au sol, ainsi que les informations météorologiques.
- Gérer les services de la télécommunication aéronautique
- Assurer le service de sauvetage et lutte contre incendies aux aéroports.

Elle est à quelques encablures à l'est d'Alger, dans le complexe de la navigation aérienne, étendue sur trente-sept hectares, à Oued Smar. Dotée de moyens techniques sophistiqués, la considère comme une direction à la pointe de la technologie, une fierté pour l'Algérie.

La DENA est organisée en six structures

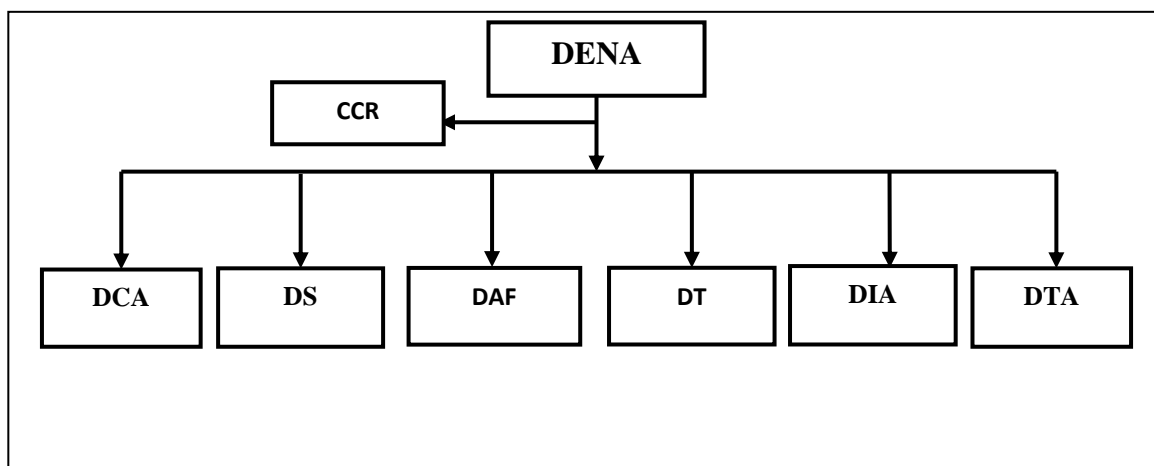


Figure I.3 Les structures de la DENA

- **DCA** : Département de la circulation aérienne
- **DS** : Département système
- **DAF** : Département administratif et financier
- **DT** : Département technique
- **DIA** : Département de l'information aéronautique
- **DTA** : Département télécommunications aéronautiques

Chapitre I :Présentation des structures de l'établissement(ENNA) et les moyens CNS/ATM

- **CCR** : Centre de contrôle régional

Dans chaque département un jargon particulier, propre à l'aérien, utilisé par les organismes régionaux et internationaux impliqués dans la navigation aérienne. La DENA fonctionne à plein temps, l'effectif de l'exploitation (les aiguilleurs du ciel) et de la technique (les ingénieurs et les techniciens) et ceux qui assurent la diffusion de la messagerie aéronautique ce sont des brigadiers qui s'y relayent vingt-quatre heures sur vingt-quatre,

6.1 Les services de la DT (département technique) :

C'est la structure qui est chargée du maintien et de la maintenance des équipements installés aux complexe et dans les salles opérationnelles ; la salle technique et la salle d'exploitation CCR.

Ces activités sont subdivisées sur quatre services :

6.1.1 Service radar :

Il est chargé d'assurer plusieurs taches :

- l'entretien et la maintenance des équipements du radar primaire et du radar secondaire.
- Entretien et intervention sur le support de transmission utilisé à fin d'assurer l'image radar Alger au CCR.
- Entretien et intervention sur le support de transmission utilisé à fin d'assurer l'image radar Alger à l'Approche d'Alger.
- Entretien et intervention sur les supports de transmission utilisés à fin d'assurer l'image des Radars : Oran ; Annaba ; Eloued et El bayadhau CCR.

6.1.2 Le Service Radio Et Téléphonie :

Il est chargé d'assurer la communication AIR/SOL et SOL/SOL suite à :

- l'entretien et la maintenance des consoles des antennes avancés installées dans le territoire national;
- Entretien et intervention sur les supports de transmission utilisés entre chaque antenne avancée et le CCR.

6.1.3 Service énergie :

Il est chargé d'assurer plusieurs taches :

Chapitre I :Présentation des structures de l'établissement(ENNA) et les moyens CNS/ATM

- l'entretien et la maintenance des UPS et Groupes électrogènes qui alimentent le complexe ;
- l'entretien et la maintenance des UPS et Groupes électrogènes qui alimentent la station radar;
- entretien des systèmes de climatisation du complexe ;

6.1.4 Service commutation :

- Il est chargé d'assurer plusieurs taches :
- l'entretien et la maintenance des matériels installés dans la salle d'exploitation de la messagerie Aéronautique BCT.
- Entretien et intervention sur les supports de transmission utilisés.

7. Les moyens de CNS/ATM :

La gestion du trafic aérien repose sur la communication, la navigation et la surveillance et utilise les systèmes d'information.

7.1 Communication :

Pour but d'assurer les communications vocaux et Data entre air/sol et sol/sol l'ENNA utilise les moyens suivant :

- 23 Stations radio VHF (dont 20 antennes avancées)
- 02 Stations HF
- Des stations VHF sur les aérodromes
- Des liaisons spécialisées téléphoniques et télégraphiques (Support PTT et VSAT)
- CPDLC : Controller Pilot Data Link Communications
- RSFTA:

7.2 Navigation :

Technique de navigation utilise des aides ou des moyens basés sur les ondes radioélectriques définies des stations au sol ou des satellites pour déterminer la position ou le lieu de position de l'avion dans l'espace.

Les moyens de Radio Navigation opérationnelles actuellement en Algérie au sien de l'ENNA sont les suivant :

Chapitre I :Présentation des structures de l'établissement(ENNA) et les moyens CNS/ATM

- 40 VOR (Guidage omnidirectionnel);
- 47 DME (Equipement de mesure de distance);
- 34 NDB (Balise de navigation);
- 14 ILS (Système d'atterrissage aux instruments), dont 1 de catégorie3

7.3 Surveillance :

La surveillance est une technique de détection instantanée des cibles et la détermination de leur position (si possible l'acquisition de l'information supplémentaires reliées à ces cibles) et la livraison de ces informations dans le but d'un contrôle de trafic aérien sécurisé.

- Surveillance par procédure
- Surveillance par le radar primaire
- Surveillance par le radar secondaire
- Surveillance par le radar de sol
- Surveillance par le système ADS-C

7.4 ATM (Air Traffic Management) :

L'ATM est un système de contrôle automatisé du trafic aérien a pour but d'assister le contrôleur aérien à remplir sa mission de contrôle et à rendre les services de la circulation Aérienne aux différents utilisateurs de l'espace aérien; Il offre un traitement automatisé des données Radar, ADS-C et Plan de vol pour afficher et envoyer l'image traitée aux contrôleurs CCR, APP, et Tour.

Le 'Fail Soft', nature redondante et distribuée de l'architecture du système assure la continuité des services ATC.

7.4.1 Présentation du Système ATM de l'ENNA :

L'EUROCAT-X est un système conçu pour l'automatisation de la gestion du trafic aérien, qui recueille, Assemble, collationne, Traite, Affiche,Les données Radar, ADS et plan de vol et les informations aéronautique dans un environnement complètement intégré qui permet aux contrôleurs aériens et d'autres personnels de s'acquitter convenablement de leurs tâches opérationnelles

L'EUROCAT-X répond aux standards de l'organisation de l'aviation civile internationale OACI.

7.4.2 Architecture globale du système ATM de l'ENNA:

Le système ATM de l'ENNA comprend :

- Un centre de contrôle en route CCR
- Quatre unités d'approche (Alger, Oran, Constantine et Annaba) connectées au CCR par des liaisons de transmission de données de haut débit. Chaque approche est connectée à la station radar locale ce qui permet l'affichage de données radar brutes en cas d'isolement
- Une vigie/tour à Alger
- Quatre positions passives déportées connectées au CCR
- Un simulateur ATC au CQRENA
- Une station de maintenance et développement software SMDE.

Il est composé de plusieurs sous-systèmes interconnectés, assure le traitement et la visualisation des données de surveillance (RADAR et ADS-C) corrélées avec des informations de vol présentés aux contrôleurs dans une interface conviviale au contrôleurs aériens permettant ainsi de rendre en charge le trafic aérien et l'introduction de nouveaux services identification des pistes Radar, RVSM,ADS,CPDL, stripping automatique

Il s'interface avec :

- Les Systèmes de surveillance (RADAR primaire, RADAR secondaire, ADS-C)
- Les réseaux de transmission spécifiques (SITA, RSFTA)
- Les systèmes de traitement et visualisation des centres adjacents (AIX enPROVENCE) par liaison OLDI

Chapitre II :
Les systèmes de
surveillance Algérien

Introduction :

Actuellement l'ENNA assure la couverture du territoire Algérien en exploitons les données d'images des cinq stations radars installées qui couvrent le nord Algérien et l'image du système ADS-C qui couvre le sud Algérien.

Les contrôleurs utilisent les systèmes Radars et ADS-C afin d'assurer la sécurité des aéronefs et cela en appliquant des procédures de contrôle exigées par l'OACI.

I. Contrôle aux Procédures :

Série de manœuvres prédéterminées effectuées en utilisant les instruments de vol, avec une marge de protection spécifiée au-dessus des obstacles en respectant les minimums de séparations, les guidages latéral et vertical sont assurés par :

- une aide de navigation au sol.
- une base de données de navigation produite par ordinateur.

La séparation est la distance entre deux aéronefs, deux niveaux, deux trajectoires. C'est un moyen utilisé par le contrôle aérien pour réduire le risque de collisions et les accidents dus aux turbulences de sillage.

I.1. Les types de séparation selon l'aide utilisent :

- Séparation aux procédures : Séparation utilisée dans le cadre du contrôle aux procédures.
- Séparation radar : Séparation utilisée lorsque les renseignements sur la position des aéronefs sont tirés de sources radar.

I.2. Méthodes et minimums de séparation :**I.2.1. Séparation verticale :****Application de la séparation verticale :**

La séparation verticale est obtenue en demandant aux aéronefs qui appliquent les procédures prescrites de calage altimétrique de voler à des niveaux différents exprimés au moyen de niveaux de vol ou d'altitudes minimum de séparation verticale.

Le minimum de séparation vertical(VSM) :

Un VSM nominal de 300 m (1 000 ft) au-dessous du niveau de vol 290 et un VSM nominal de 600 m (2 000 ft) à ce niveau ou au-dessus

- dans l'espace aérien désigné, sous réserve d'un accord régional de navigation aérienne, un VSM nominal de 300 m (1 000 ft) au-dessous du niveau de vol 410 ou d'un niveau de vol plus élevé, là où l'usage en est prescrit dans des conditions spécifiées, et un VSM nominal de 600 m (2 000 ft) à ce niveau ou au-dessus.

I.2.2. Séparation horizontale :

- soit d'autres minimums, à appliquer dans des cas non prévus par les dispositions existantes ;
- soit des conditions supplémentaires à celles qui sont stipulées pour un minimum donné ; sous réserve que soit préservé à tout moment le niveau de sécurité propre.

a- Séparation latérale :**Application de la Séparation latérale :**

- La séparation latérale sera appliquée de manière que la distance entre les tronçons des routes prévues auxquels s'applique ce type de séparation ne soit jamais inférieure à une valeur déterminée pour tenir compte des erreurs de navigation et augmentée d'un intervalle tampon spécifié. Cet intervalle tampon sera fixé par l'autorité compétente et incorporé dans les minimums de séparation latérale, dont il fera partie intégrante.
- La séparation latérale des aéronefs est assurée en demandant à ces aéronefs de suivre des routes distinctes ou de survoler des points géographiques différents identifiables soit à vue, soit au moyen d'installations de radionavigation ou par l'utilisation d'équipement de navigation de surface (RNAV).
- S'il reçoit des informations indiquant une panne de l'équipement de navigation ou une détérioration de ses performances telle que celles-ci sont inférieures aux performances de navigation requises, l'ATC appliquera des méthodes ou des minimums de séparation de remplacement, selon les besoins.

Méthodes et minimums de séparation latérale :

Les moyens permettant d'assurer la séparation latérale sont notamment les suivants :
Par référence aux mêmes points géographiques ou à des points géographiques différents.
Séparation assurée d'après des comptes rendus de position qui indiquent formellement que les aéronefs sont au-dessus de points géographiques différents, cela ayant été déterminé visuellement ou par référence à une aide de navigation.

b- Séparation longitudinale :**Méthodes et minimums de séparation longitudinale :**

La séparation longitudinale sera appliquée de manière que l'intervalle entre les positions estimées des aéronefs auxquels s'applique ce type de séparation ne soit jamais inférieur à une valeur minimale prescrite. La séparation longitudinale entre des aéronefs qui suivent la même route ou des routes divergentes pourra être maintenue par application de techniques de modifications de vitesse, y compris la technique du nombre de Mach.

II. Système de surveillance radar :

RADAR est un acronyme de **Radio Detection And Ranging** qui signifie « Détection et Télémétrie Radioélectriques ». Un radar est un système qui utilise la propriété de propagation des ondes électromagnétiques sur un volume de couverture pour la détection et localisation des obstacles, permettant ainsi de détecter leur existence et de déterminer certaines caractéristiques de ces objets, ces dernières seront selon le type de radar comme la position, la vitesse, la forme ..etc

A l'heure actuelle le radar est l'un des instruments les plus importants dans le contrôle de la circulation aérienne (ATC) s'est imposé comme le capteur universel dans le domaine de l'aviation civile pour faire face au développement du trafic aérien d'une manière sûre et efficace, il a pour but de sécuriser, accélérer et optimiser le trafic aérien.

II.1. Le Radar primaire :

C'est un radar de détection à grande portée muni d'un faisceau fin balayant en azimut sur 360° autour de la station, il fournit la position des avions en coordonnées polaires sur un écran cathodique.

But :

Détection des aéronefs dans un volume d'espace donné afin de fournir aux contrôleurs une vue en plan de la circulation aérienne.



Figure II.1 : radar primaire Co-implanter avec un secondaire

II.1.1.Principe de fonctionnement Radar :

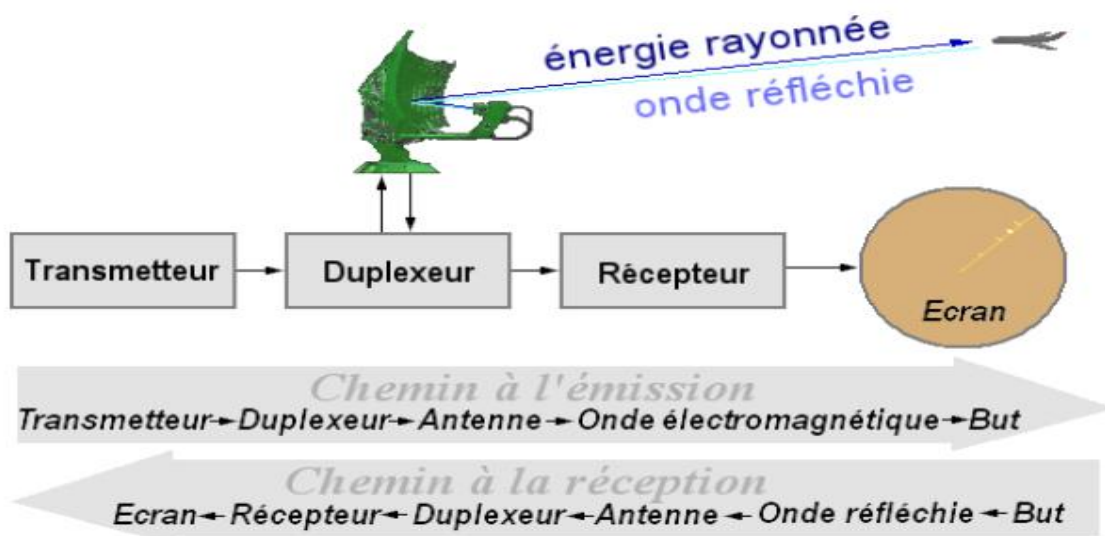
Son fonctionnement est fondé sur le principe de l'écholocation. Les impulsions électromagnétiques de forte puissance émises par l'antenne radar sont converties en un front d'onde étroit qui se propage à la vitesse de la lumière (300 000 km/s). Celui-ci est réfléchi par les avions puis capté à nouveau par l'antenne en rotation sur son propre axe. Un radar primaire détecte tous les avions sans sélection, indépendamment du fait qu'ils possèdent ou non un transpondeur. L'opérateur écoute les éventuels échos issus de la réflexion. Donc on effectue des émissions / réception, ce qui permet de couvrir l'espace sur 360°.

Les fonctions du radar primaire se traduisent donc par des détections et mesures à l'aide de moyens radioélectriques, la détection étant la décision de présence d'une cible par la reconnaissance du signal utile.

On mesure avec un radar primaire :

- la distance D établie sur la durée de propagation de l'onde sur son trajet aller/retour ;
- un angle θ calculé sur la position d'une antenne directive en azimut ;
- une vitesse radiale par effet Doppler.

Un tel radar situe un objet volant sur un quart de cercle dans le plan vertical, mais peut ne pas connaître exactement l'altitude d'un avion s'il utilise seulement un faisceau plat, très mince latéralement très large verticalement. Ces informations sont alors obtenues par triangulation de plusieurs radars.



FigureII.2 : le fonctionnement d'un radar primaire

II.1.1.a. Forme d'onde :

Le radar classique (à impulsions) permet d'émettre à intervalles réguliers des impulsions de durée très brève. Les caractéristiques du signal émis sont :

- La durée de l'impulsion τ : une fraction de quelques μs
- La fréquence de la porteuse f : elle peut être soit fixe (radar mono fréquence) ou variable.
- La modulation de l'impulsion : dans les radars classiques, l'impulsion est en général non modulée, mais dans certains radars (compression d'impulsions), on utilise les modulations de fréquence ou de phase pour augmenter des performances.
- La fréquence de répétition f_r : c'est le nombre d'impulsions émises par seconde. Elle est désignée par PRF en anglais. Elle varie entre quelques centaines de Hz jusqu'à quelques centaines de KHz. elle peut varier pendant l'émission. La période de récurrence est $T_r=1/f_r$.

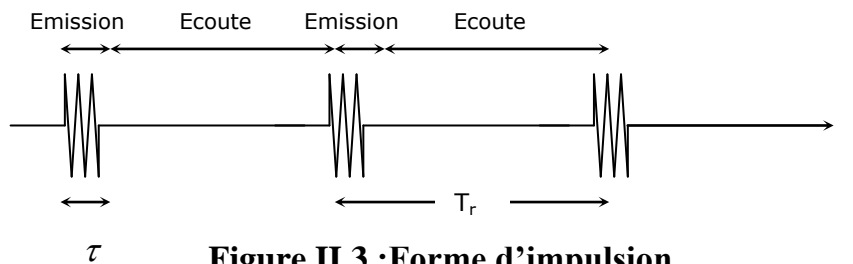


Figure II.3 : Forme d'impulsion

II.1.1.b. La fréquence d'émission :

La fréquence porteuse est choisie dans le domaine des hyperfréquences de façon à favoriser la réflexion de l'onde émise. Nous rappelons ici les différentes gammes utilisées.

Bande	Gamme de fréquence
HF	3-30MHz
VHF	30-300MHz
UHF	300MHz-1GHz
L	1-2GHz
S	2-4GHz
C	4-8GHz
X	8-12GHz
Ku	12-18GHz

Tableau II.1 : Désignation des bandes de fréquences.

II.1.1.1. Mesure de la distance :

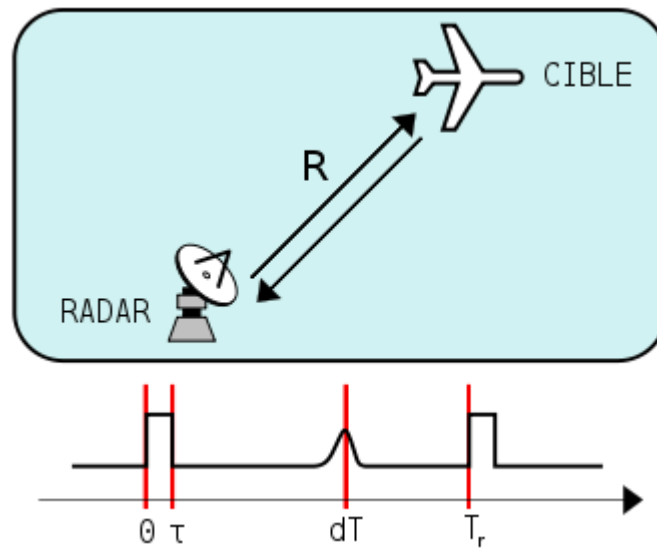


Figure II.4: Distance R calculée avec dT et la portée maximale avec T_r

La manière de mesurer la distance à un objet est d'émettre une courte impulsion de signal radio, et de mesurer le temps que prend l'onde pour revenir après avoir été réfléchi. La distance (R) est la moitié du temps de retour de l'onde (car le signal doit aller à la cible puis revenir) multipliée par la vitesse du signal (qui est proche de la vitesse de la lumière dans le vide si le milieu traversé est l'atmosphère).

$$R = \frac{cdT}{2}$$

Où c'est la vitesse de la lumière dans le média et dT le temps aller-retour

Pour $dT = 1$ microsecondes, on obtient $R = 150$ mètres

L'antenne étant à la fois émettrice et réceptrice, elle ne peut pas détecter l'onde réfléchi pendant que le signal est émis car on ne peut pas savoir si le signal mesuré est l'original ou le retour. Cela implique qu'un radar a une portée minimale, qui est la moitié de la durée de l'impulsion (τ) multipliée par la vitesse de la lumière. Pour détecter des cibles plus proches, il faut utiliser une durée d'impulsion plus courte. Un effet similaire impose une portée maximale. Si le retour arrive quand l'impulsion suivante est émise, une fois encore le récepteur ne peut pas faire la différence. La portée maximale est donc calculée par:

$$R_{max} = \frac{cT_r}{2}$$

Où T_r est le temps entre deux impulsions.

II.1.1.2.Mesure d'azimut :

L'angle entre la direction du nord et celle de la cible (azimut) est déterminé grâce à la directivité de l'antenne. La directivité est la capacité de l'antenne à concentrer l'énergie rayonnée dans une direction particulière. En mesurant la direction dans laquelle est pointée l'antenne à l'instant où elle reçoit un écho. La précision de la mesure de ces angles dépend de la directivité de l'antenne. Pour une fréquence émise donnée (ou une longueur d'onde définie), la directivité d'une l'antenne est fonction de ses dimensions propres. Elle est proportionnelle à cette longueur d'onde mais inversement proportionnelle au diamètre de l'antenne.

II.1.1.3.Mesure de la vitesse après le traitement :**Radar Doppler pulse :**

On peut noter la variation de fréquence de l'onde émise par rapport à celle reçue lorsqu'on émet continuellement à une fréquence fixe. Il s'agit à l'utilisation de l'Effet Doppler-Fizeau. Comme on ne fait pas varier la fréquence émise, on ne peut cependant pas définir la position de la cible de cette manière. En plus, on n'a que la composante radiale au radar de la vitesse. Par exemple, une cible se déplaçant perpendiculaire au faisceau radar ne causera pas de changement de fréquence alors que la même cible se déplaçant vers le radar à la même vitesse provoquera un changement maximal.

On peut également utiliser une variante de l'effet Doppler avec un radar à impulsions. Dans ce cas, on note la différence de phase entre les impulsions successives revenant de la cible. Cette méthode permet de déterminer la vitesse radiale ET la position de la cible.

II.1.2.L'Equation RADAR :

L'équation du radar est un bilan des puissances sur le trajet aller-retour d'une onde émise par un radar. Celle-ci dépend des caractéristiques du radar (antenne, circuits électroniques, guide d'onde, pertes de signal, etc.), de celles de la cible et du milieu traversé le long du trajet. Les premières sont constantes alors que les deuxièmes et troisièmes varient

dans le temps et l'espace $R_{\max} = \sqrt[4]{\frac{P_c \tau \cdot G^2 \cdot \lambda^2 \cdot \sigma}{(4\pi)^3 KFT_0 \cdot (S/N)_{\min} L_s}} \quad (m)$

II.1.2.1.Résolution :

La résolution d'un radar est sa capacité à distinguer deux cibles très proches l'une de l'autre, en azimut ou en distance. Les radars de contrôle d'armes, qui demandent une grande précision, doivent être capables de distinguer des cibles espacées de quelques mètres. Les radars de veille, généralement moins précis, ne peuvent faire de distinction qu'entre des cibles espacées de quelques centaines, voire milliers, de mètres.

La résolution en distance :

Est la capacité d'un système radar à distinguer deux ou plusieurs cibles situées dans la même direction mais à des distances différentes. La qualité de la résolution dépend de la largeur de l'impulsion émise, du type et de la taille des cibles, et de l'efficacité du récepteur et de l'afficheur. En général, la résolution en distance sera égale à une demi-largeur d'impulsion. En effet, c'est la distance que parcourt le front de l'impulsion vers le radar après avoir frappé une cible avant de rejoindre l'arrière de l'impulsion. Si à ce moment l'arrière de l'onde frappe une autre cible, il est impossible de distinguer les deux retours au site radar.

La résolution angulaire :

Est l'écart angulaire minimum qui permet au radar de distinguer deux cibles identiques se présentant à la même distance. La résolution angulaire d'un radar est déterminée par la largeur de son lobe principal qui est l'angle de chaque côté de son centre où l'intensité du faisceau tombe de -3 dB (mi-puissance). Deux cibles identiques, à la même distance ne peuvent être distinguées que si elles sont séparées de plus que cet angle.

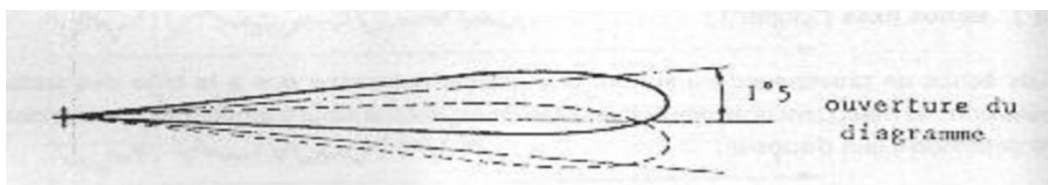


Figure II.5 : résolution angulaire en azimut

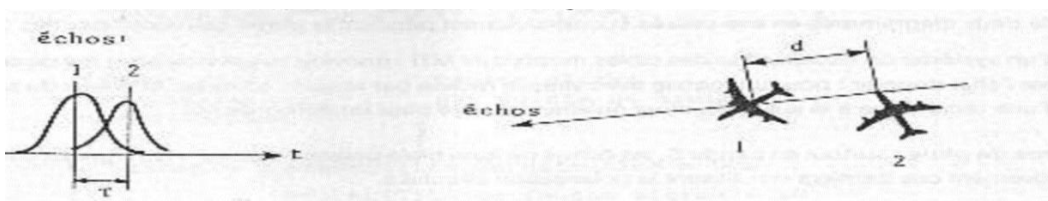


Figure II.6: résolution en distance radiale

II.1.2.2. Réduction des interférences :

Le traitement du signal est nécessaire pour éliminer les interférences (dus à des sources radio autres que celle du radar) ainsi que les échos parasites. On utilise les techniques suivantes:

- Élimination en suivant seulement les échos qui bougent (Visualisation des cibles mobiles).
- Filtrage des échos en utilisant leur vitesse Doppler : les échos parasites et les interférences ont généralement des vitesses nulles.
- Corrélation avec des radars de surveillance secondaires : il s'agit d'un dispositif qui envoie depuis la cible un signal lorsqu'il reçoit un faisceau radar. Ce signal identifie la cible et, selon le cas, son altitude et sa vitesse.
- Processus adaptatif temps-espace : en utilisant une antenne réseau à commande de phase pulsée et les vitesses Doppler qu'on en obtient, on peut analyser le patron moyen des fréquences et en faire ressortir le pic qui indique la cible.
- Taux de fausse alarme constant : il s'agit de déterminer le niveau de bruit moyen continu en chaque point de l'affichage radar et de ne garder que les échos ayant un retour supérieur à celui-ci.
- Masque digital du terrain qui permet d'éliminer les échos qui proviendraient de sous le niveau du sol.

II.1.3. Description du Radar primaire d'Alger (ATCR-33S DPC d'Alger) :

L'ENNA a cinq stations radar une à Alger, contient deux radars Co-implantés l'un sur l'autre le premier est un radar primaire et le deuxième est un radar secondaire mono-pulse le radar primaire de contrôle aérien a diversité de fréquences de bande S a une portée de 80NM et utilise un transmetteur à semi-conducteurs de 8modules dans l'étage finale d'amplification HPI (high power amplifier) . Il est équipé d'un réflecteur parabolique G-33. Le radar est travail avec diversité de fréquences de transmission pour les modes à longue et courte portée (long and short beam).la largeur de bande de la fréquence intermédiaire (FI) est de 4 MHZ.

Le détecteur de phase **I** et **Q** a une bande passante de 1MHZ. Un processeur de signal numérique effectue la compression d'impulsion et utilise quatre série de filtres doppler différents de 6 filtres chacun (10en option). Le taux de fausse alarme est réglé séparément

dans chaque filtre Doppler et optimisé à une carte des échos statiques et du fouillis dynamique. Le traitement utilise la méthode de corrélation du centre de masse.

Un système de test intégré vérifie les composantes et leur fonctionnement ainsi que l'alimentation et la température de l'ensemble. quatre canaux de réception indépendants peuvent être utilisés pour la redondance. Un cana météo intégré peut afficher une carte des précisions à six.

L'ATCR 33S est utilisé sur de nombreux terrains d'aviation dans le monde dont l'Ukraine et le Venezuela.



Figure II.7 : Les Radar PSR / MSSR d'Alger

La station PSR au sol consiste d'un émetteur, d'un récepteur et d'une antenne rotative.

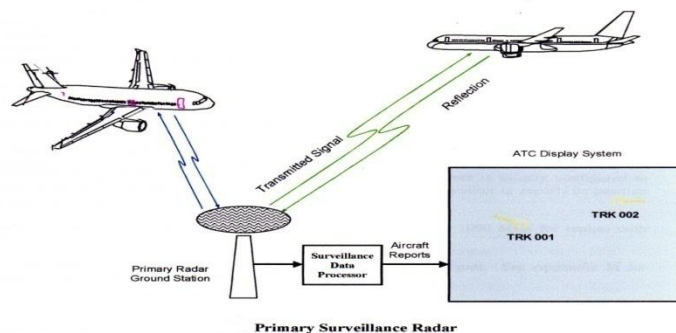


Figure II.8 : le fonctionnement du radar primaire

II.1.3.1. Les compositions générales de l'ATCR-33S-DPC :

- Groupe antennes G33
- 2 baies de réception (REC A et REC B)
- 2 baies de transmission (une pour les drivers et l'autre pour les HPI)
- Unité d'exécution du moteur d'azimut (AMDU)
- La position LCP (local control panel pour les différentes commandes du PSR)

- La position RMM (radar maintenance monitoring pour affichage des plots et test)
- La position LCMS (local control monitoring system pour affichage de l'état des équipements et la télésignalisation)
- Système de communication (LAN)

II.1.3.1.a. Caractéristiques du Radar :

- **Données général :**

Gamme de fréquence : 2700 – 2900 MHz (Band S)

Polarisation : linéaire (horizontal) ou circulaire à sélectionner d'une façon manuel

Couverture : Vertical

Poids (support et réflecteur): 860 Kg

Angle d'inclinaison : -2° à $+8^{\circ}$ ajustable manuellement

- **Dimension :**

Taille du plat de support : 315 cm

Rayon de rotation : 3 m

- **Faisceau Principal :**

Longueur horizontale de faisceau à -3db : $1,45^{\circ} \pm 0,05^{\circ}$

Largeur verticale de faisceau à -3db : $5^{\circ} \pm 0,2^{\circ}$

Gain : 33,5 dB min ; et Pente horizontale de faisceau: -3 dB/deg

Largeur verticale de faisceau a -3 dB : 5° ; et Gain : 32 dB

- **Base d'Antenne :**

Vitesse de rotation: 15 tour/min

- **Joint rotatoire de RF :**

(03) canaux ou (07) peuvent être fournis

- **Processeur de signal :**

A/D Converter (Convertisseur Analogique Numérique) :

II.1.3.1.b. Composition du système RADAR :

- Deux Générateurs de courant (système redondant)
- Groupe électrogène avec économie de 24h
- Les canaux d'Emission / Réception
- Les Amplificateurs : pour amplifier le signal générer jusqu'à 10 KW
- Guide d'Onde:

II.2. Radar Secondaire:

La surveillance coopérative est assurée grâce à la participation active de la cible à sa détection. Le radar secondaire est utilisé pour l'identification des cibles et la surveillance de l'espace aérien. Son principe est basé sur les modes d'interrogations et les réponses associées retransmises par le transpondeur embarqué à l'aéronef.

Le radar secondaire, ou bien l'IFF (Identification FriendFoe) est un système utilisé pour l'obtention l'identification d'un mobile et d'autres informations comme le FL et la position.

Le système se compose essentiellement:

- Au sol : d'une antenne d'une forme rectangulaire qui fait la 360° associée à un interrogateur (radar secondaire)
- À bord : d'une antenne omnidirectionnelle associée au répondeur (transpondeur)

Le processus de l'interrogation sol-air s'appelle le mode, tandis que le processus de réponse air-sol s'appelle le code.

II.2.1.Radar secondaire mono-pulse :

Un MSSR est un appareil destiné à contrôler et à guider le trafic aérien en Route et en Approche et d'assurer la sécurité des avions en vol; Le MSSR est composé de deux éléments :

- Une station sol interrogatrice.
- Un transpondeur embarqué dans l'avion.

II.2.1.1. Principe de fonctionnement :

Interrogé sur un mode déterminé, le répondeur IFF de bord (ou transpondeur en aviation civile) répond par une suite d'impulsions HF qui forment un code destiné à être décodé par l'équipement au sol délivrant ainsi l'information désirée.

Les signaux d'interrogation sont constitués par une paire d'impulsions P1 et P3 de fréquence 1030 MHz et de puissance crête de 1 à 2 kW. L'espacement entre ces deux impulsions détermine le mode d'interrogation (l'impulsion P2 a une fonction qui sera définie plus loin).

Le signal réponse est constitué d'un train d'impulsions de fréquence 1090 MHz comprenant :

- deux impulsions d'encadrement espacées de 20,3 us toujours présentes.
- douze impulsions espacées de 1,45 us, qui sont présentes ou non suivant le code utilisé.
- L'impulsion spéciale de positionnement « Special Position Indicator SPI », qui est transmise à la demande du contrôleur.
- L'impulsion X, qui n'est plus utilisée, et qui indiquait la position du train d'atterrissage.

Les signaux reçus par l'interrogateur subissent différents traitements avant d'être décodés. L'association de cette information à celle issue du radar primaire permet d'apporter une aide précieuse à toutes les opérations d'identification et de contrôle des objets détectés. La Figure II. 9. illustre la synoptique de la chaîne de communication radar secondaire-transpondeur.

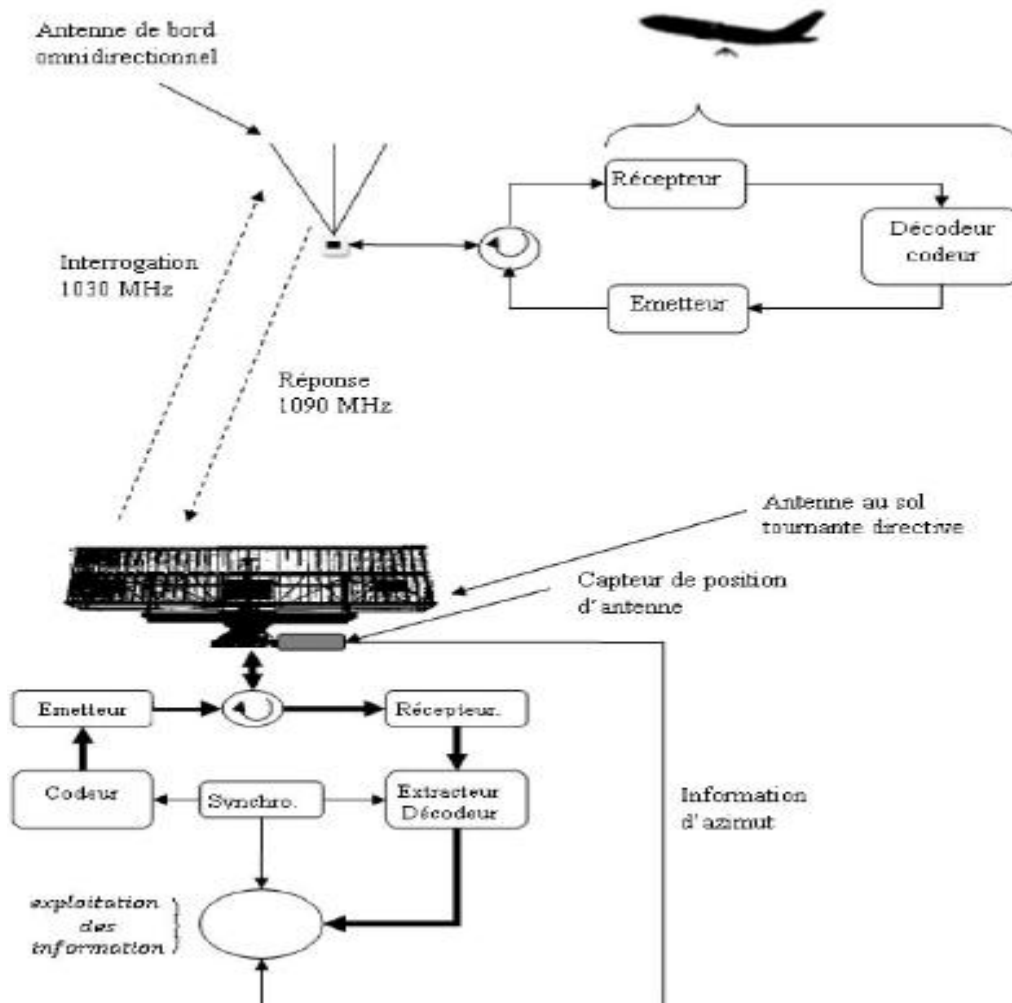


Figure II.9. la synoptique de la chaîne de communication radar secondaire-transpondeur.

Le MSSR nous fournit :

- La detection
- La Localisation
- La Visualisation
- Identification
- Flight level (niveau de vol)

II.2.2. L'antenne :

C'est une antenne réseau constituée d'un alignement de (35 +1) éléments rayonnants ou sources élémentaires.

Diagramme de rayonnement :

Le principe du mono pulse au diagramme de rayonnement; on adjoint un diagramme d'antenne constitué de deux lobes symétrique par rapport à la direction de recherche dont la particularité est d'avoir un zéro de réception dans l'axe de l'antenne, en plus un diagramme de contrôle avec une réception maximale dans la direction de recherche comme illustré dans la FigureII.10.

- Un diagramme utilisé en émission (interrogation).
- Les deux diagrammes sont utilisés en réception qui permet de donner une information précise de l'azimut de chaque impulsion.

Les diagrammes correspondent à trois combinaisons différentes de ces éléments. Ce qui est le plus caractéristique d'une antenne mono pulse est leur organisation pour générer ces diagrammes.

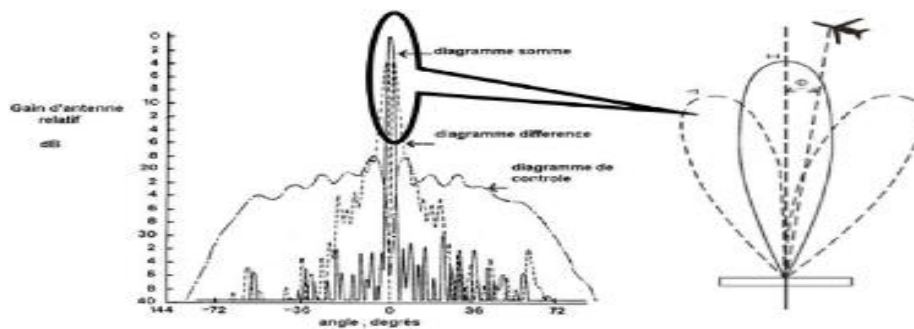


Figure II.10 : Diagramme de rayonnement de l'antenne mono pulse

Dans un récepteur Mono pulse, les impulsions reçues et détectées sur le lobe principal sont délivrées avec une information sur l'OBA de chaque impulsion.

Le signal reçu mono-pulse :

Les séquences d'interrogation du radar et les réponses du transpondeur seront identiques en mono-pulse (MSSR) qu'en secondaire (SSR). Seule la réception change avec l'apparition des antennes réseaux et le traitement de l'information.

II.2.3. Détection :

Reconnaissance d'une structure de réponse émise uniquement par un transpondeur.

II.2.4. Les informations fournies par le radar secondaire mono pulse :

II.2.4.1. La mesure de la distance :

C'est la mesure du temps de propagation des ondes radioélectriques en tenant compte du trajet aller-retour et du retard systématique introduit par le traitement du transpondeur.

En utilisant la relation :

$$D = C \cdot \Delta T / 2.$$

La réponse d'un transpondeur qui doit interpréter la question posée ne peut techniquement pas être instantanée. Tous les transpondeurs de toutes les marques se sont vus imposer un temps de réponse fixe r_t de 3 μs qui sera soustrait par le radar :

$$D = C \cdot (\Delta T - r_t) / 2.$$

II.2.4.2. La mesure d'azimut:

L'azimut, étant une mesure angulaire, est moins précise avec l'éloignement de l'aéronef par rapport au SSR

En MSSR L'utilisation d'une antenne directive tournante permet de connaître la direction dans laquelle se trouve ; on mesurant la position de l'antenne rotative quand la réponse est reçue. se mesure fait sur chaque impulsion du code; donc dans l'application radar secondaire, sur une seule impulsion l'expression « mono impulsion »

En radar secondaire classique (non mono-pulse) SSR, l'azimut de la cible est l'azimut de l'antenne. En MSSR l'azimut si la position de l'axe + écart.

II.2.4.3. Identification et altitude de la cible :

Ces deux fonctions sont permises grâce au décodage de la réponse du transpondeur.

a- L'interrogation :

Le signal émis :

En radar secondaire les fréquences d'interrogation (1030 Mhz) et de réponse transpondeur (1090Mhz) sont identiques (Normes OACI), le délai entre P1 et P3 représente le Mode.

Positionnement en azimut :

- Lobe directif libellé Σ d'ouverture 2,4
- La position de l'antenne se mesure par rapport au Nord Géographique (Az) par un codeur 14 bits. Ceci équivaut à une précision de $0,022^\circ : 0,022 = 360 / 214$
- Le niveau du signal sur les lobes secondaires sera toujours inférieur au minimum de 26 dB par rapport au lobe principal.

b- La réponse transpondeuse :

La séparation temporelle entre deux impulsions détermine le mode utilisé et la question posée.



Figure II.11 : La forme de la réponse

Un Code transpondeur s'exprime sous la forme de 4 mots de 3 bits :

- Mode A Ces mots s'exprimeront par ABCD
- Mode C Codage du FL (Fly Level) : - 10 au FL 1267 par pas de 100 Pieds.

On utilise le Binaire Codé Réfléchi (Code de Gray)

- X, E, G ne doivent jamais exister
- SPI (Special Pulse Identification) est positionné par le pilote pour les besoins du Contrôleur (Identifiez Vous), le SPI est renvoyée avec le mode A pendant une durée de 15 à 30 s

Mode	Temps P1-P3	Interprétation
1	3 µs	identification militaire mission
2	5 µs	identification militaire
3 et A	8 µs	identification

C	21 μ s	altitude
D	25 μ s	non défini
S	trois impulsions avec séparation variable	usage multiple

Tableau II.2 : Les modes transpondeur**II.2.4. Le Bilan de puissance :****Les équations:**

Un radar émet la puissance P_i avec un gain d'antenne G_i (i pour Interrogateur) et avec une fréquence f_i correspondant à une longueur d'onde λ_i . De la même manière le transpondeur répond en émettant une puissance P_t , un gain d'antenne G_t (t pour Transpondeur) et une longueur d'onde λ_t .

a- A l'émission

La densité de puissance reçue au transpondeur à une distance d du radar se retrouve dans l'expression :

$$DP_t = G_i * P_i / 4\pi d^2$$

Surface équivalente présentée par l'antenne du transpondeur:

$$S_t = (G_t * \lambda_i^2) / (4\pi)$$

Puissance reçue au transpondeur :

$$P_{rt} = S_t \times DP_t = (G_t * G_i * P_i * \lambda_i^2) / (d \cdot (4\pi))^2$$

b- A la Réception

La densité de puissance reçue

$$DP_t = G_t * P_t / 4\pi d^2$$

Surface équivalente présentée l'antenne du radar :

$$S_i = (G_i * \lambda_i^2) / (4\pi)$$

Puissance reçue à l'interrogateur :

$$P_{ri} = S_i \times dp_i = (P_t * G_t * G_i * \lambda_i^2) / (d \cdot (4\pi))^2$$

II.2.5. Les phénomènes parasites (Les problèmes) :

II.2.5.1. Les réponses sur lobes secondaires :

La présence des lobes secondaires est quelque chose de naturel dans le cas d'antennes fortement directives.

Une imperfection de géométrie d'antenne ne fera qu'accentuer le problème La réception d'une réponse sur un lobe secondaire constitue, pour le radar, une information erronée sur la position de la cible. Les réponses reçues, sur les lobes secondaires, sont beaucoup plus faibles que celles reçues sur le lobe principal.

L'ISLS (Interrogations avec Suppression de Lobes Secondaires) :

Le but est d'empêcher le transpondeur de répondre s'il est interrogé sur lobe secondaire. On crée un deuxième diagramme de rayonnement Ω dit "de contrôle" sur lequel on va émettre une impulsion P2 retardée de $2\mu\text{s}$ par rapport à P1. Ω doit être conçu pour qu'un avion interrogé sur lobe secondaire de Σ reçoive une amplitude sur P2 supérieure à celle reçue sur P1. Le diagramme Ω est souvent représenté sous forme omnidirectionnelle en Azimut. La réception d'un $P2 > P1$ va bloquer le transpondeur pendant $35\mu\text{s}$.

II.2.5.2. Le FRUIT :

False Replies Unsynchronised with Interrogator Transmission

Ensemble des réponses reçus par le radar (asynchrones) : Une réponse, destinée à une station radar, est renvoyé par l'aéronef de manière omnidirectionnelle. L'aéronef se situe dans le lobe principal de son antenne à ce moment-là. La réponse ne peut pas être utilisée par ces autres 63 stations, par manque de référence de temps. Elle lui est donc inutile et constitue un « fruit ». Ce dernier peut être gênant si les deux stations interrogent avec la même période de répétition.

Au lieu d'interroger deux fois on interroger une fois; Donc on supprime la FRUIT.

II.2.5.3. Le GARBLING :

C'est l'enchevêtrement des réponses

Deux avions se trouvent en même temps dans le lobe principal de l'antenne, à la même distance de celle-ci. Donc Ils reçoivent en même temps l'interrogation du radar et les réponses de reviennent, au même moment à l'entrée du récepteur du radar; donc les réponses

enchevêtrées au récepteur du radar; les réponses des deux avions peuvent rester garblées sur un ou plusieurs tours d'antenne.

En MSSR:

La technologie aidant bien, on chiffrera pour chacune des impulsions reçue les valeurs $\log \Sigma$, $\log \Delta$ et surtout Δ / Σ . Ceci doit permettre par comparaisons aux valeurs extrêmes (F1 et F2) de reconnaître à quelle réponse associer l'impulsion par principe si dans deux trames GARBLES, 2 impulsions ne le sont pas.

II.2.6. Suppression des réflexions (ISLS) :

Les radars secondaires sont utilisés dans un environnement plein de constructions causant des réflexions, Le message d'interrogation et la réponse des appareils en vol peuvent être chacune réfléchies par ces surfaces avec assez de puissance pour s'ajouter aux signaux directs, causant des fantômes sur l'écran radar à une distance et un azimut erronés.

Une solution plus pratique est d'utiliser une méthode appelée suppression améliorée des lobes secondaires aDans ce cas, l'impulsion P_1 est aussi émise par l'antenne de contrôle omnidirectionnelle en plus de P_2 du cas de la suppression des lobes secondaires par interrogation (ISLS).

Dans le cas où l'antenne directionnelle pointe vers l'avion, P_1 de cette antenne plus P_1 de l'antenne omnidirectionnelle s'additionnent et on revient au cas du ISLS. Par contre, dans les autres directions, l'appareil en vol reçoit la paire P_1 - P_2 directement de l'antenne de contrôle et comme les deux ont la même intensité ($P_1 = P_2$), le transpondeur ne répond pas à l'interrogation et se met hors-circuit durant un certain laps de temps (habituellement 35 μ s). Pendant ce temps, les impulsions du faisceau principal, qui auraient pu être réfléchies par des obstacles et arriver en retard à l'avion, ne recevront aucune réponse.

Cette méthode est très efficace pour éliminer les réponses fantôme venant des réflexions. Par contre, à l'intérieur de la portée de l'antenne de contrôle (typiquement 40 milles nautiques), le transpondeur est presque constamment hors-circuit, ne pouvant répondre qu'à l'interrogation du faisceau principal du radar secondaire associé à l'antenne de contrôle. En effet, il reçoit constamment des impulsions P_1 et

P_2 égales, sauf dans le faisceau principal, au contraire de l'ISLS où ce serait juste dans la direction des lobes secondaires qu'il pourrait être mis hors-circuit.

Ceci est un désavantage majeur qui élimine la possibilité de toutes les interrogations venant d'autres radars plus éloigné couvrant la même zone mais non affecté par les réflexions du radar initial. Dans un espace aérien achalandé cela réduit considérablement le temps disponible pour l'interrogation des cibles et le recouplement des données dans un réseau local de radars de surveillance, ce qui est jugé inacceptable.

II.2.7. Le Radar secondaire d'Alger :

Le radar secondaire mono-pulse d'Alger est le SIR-M 3 IISLS l'abréviation de secondaryinterrogatorreceivermonopulsewith IISLS.

L'équipement SIR-M dans la version standard est un système a doublé canal avec un dispositif incorporé pour le changement de canal ainsi qu'un dispositif d'antenne

- l'interrogateur/récepteur au sol qui émet des groupes d'impulsions sur la fréquence 1030 Mhz au moyen d'une antenne rotative servant à la fois pour les voies d'émission et de réception;
- le transpondeur embarqué (un récepteur/émetteur) qui répond à un signal d'interrogation de la station sol en émettant automatiquement une réponse codée sur la fréquence 1090 Mhz lorsque les aéronefs sont à l'intérieur du faisceau d'antenne.
- L'antenne rotative détermine la fréquence de mise à jour de l'information (12 tours par minute aux abords des aéroports à forte densité de trafic).

Le transpondeur répond aux interrogations afin de déterminer la distance et l'azimut d'un aéronef par rapport à la station au sol à partir d'une seule réponse. La consommation en énergie d'un MSSR est d'environ 1 kW.

II.2.7.1. Le mode du radar MSSR d'Alger :

Le radar secondaire d'Alger est de mode A/C

Les transpondeurs mode A/C fournissent le code d'identité (mode A) et l'altitude-pression (mode C) en réponse aux interrogations du radar. L'espacement des impulsions de l'interrogation détermine le mode (8 μ s pour le mode A et 21 μ s pour le mode C) et ainsi contrôle la réponse du transpondeur.

a- Mode A :

Le code d'identité mode A, sous la forme d'un nombre à 4 chiffres (chaque chiffre entre 0 et 7, d'où possibilité de 4096 codes), est attribué par l'ATC et introduit dans le transpondeur par les pilotes.

Une impulsion additionnelle aux codes mode A (SPI: Special Position Identification) peut être utilisée par les pilotes pour valider l'identification de l'aéronef.

Le mode A dispose de codes spéciaux qui permettent l'identification immédiate des aéronefs en situation spéciale:

- Urgence (situation critique): code 7700;
- Panne de télécommunications: code 7600;
- Intervention illicite (piraterie aérienne): code 7500.

b- Mode C :

L'interrogation mode C déclenche une réponse contenant une information codée d'altitude-pression (calage altimétrique normalisé: 1013,25 hectopascals).

Ainsi, le mode A/C détermine, non seulement la distance et l'azimut d'un aéronef, mais aussi l'identité et l'altitude-pression.

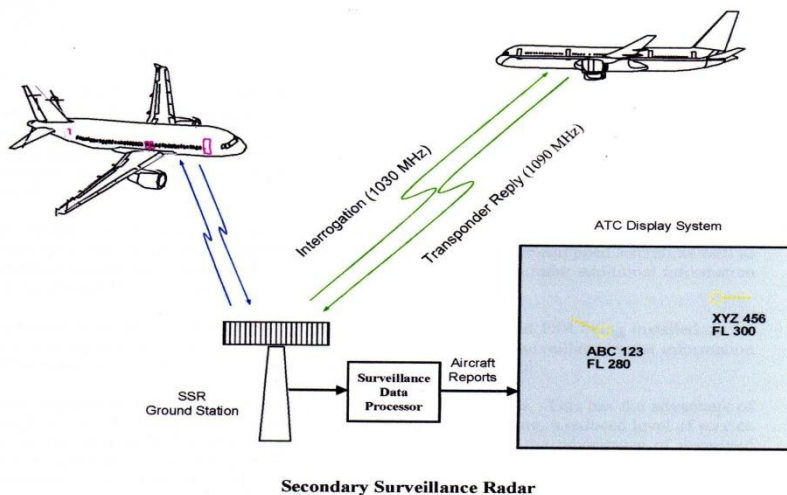


Figure II.12 : Le fonctionnement du MSSR

Les avantages du radar secondaire d'Alger :

- Meilleure précision dans la mesure d'azimut

- Démêlage (degarbling) possible grâce à l'information d'écartomètre les impulsions d'un même code peuvent être regroupées si elles ont la même écartomètre, il est ainsi possible de détecter dans la plupart des cas deux avions proches
- La maîtrise de la technique mono impulsion est indispensable à l'exploitation en mode S

II.3.Radar de surface (SMR) :

Radar qui permet de localiser les véhicules et aéronefs sur le tarmac et les pistes. Ce radar sol permet d'organiser et de contrôler les mouvements pour éviter les accidents.

Il s'agit d'un radar primaire qui balaie toutes les zones où des véhicules de surface et les avions peuvent manœuvrer, excluant les quais d'embarquement. Le radar de surface est placé dans un endroit qui a une bonne visibilité de tout l'aéroport, en général sur une tour, et possède un taux de rafraîchissement très rapide. L'environnement sondé est fort différent de celui en latitude à cause des nombreux obstacles qui donnent des échos parasites. La qualité de la surveillance est donc souvent mauvaise et limitée. L'identification des cibles n'est souvent pas possible et le contrôleur aérien, du haut de la tour de contrôle, doit compléter par une identification visuelle. C'est l'un des facteurs limitant les mouvements aériens lors de visibilité réduite.

III. ADS-C (surveillance automatique dépendante - contrat) :

Un moyen par lequel les termes d'un accord ADS- C seront échangés entre le système au sol et l'avion, par l'intermédiaire d'une liaison de données, en précisant dans quels rapports conditions ADS-C seraient engagées, et quelles données seraient contenues dans les rapports.

II.1.Description :

Surveillance dépendante automatique - contrat (ADS-C) utilise les systèmes à bord de l'appareil pour transmettre automatiquement des informations similaires - position de l'aéronef, l'altitude, la vitesse, les éléments d'intention de la navigation et des données météorologiques - seulement à une ou plus spécifique Unité des services de la circulation aérienne (ATSU) ou AOC installations de surveillance et / ou de l'itinéraire suivi de conformité. La fourniture de données par un aéronef est générée en réponse à une demande dans les termes du contrat ADS détenus par le système au sol. Ce contrat définit les types d'informations et les conditions dans lesquelles les rapports doivent être envoyés par l'avion. Certains types d'informations sont incluses dans chaque rapport, tandis que d'autres types sont

fournis seulement si précisés dans une demande de contrat ADS. L'avion peut également envoyer des rapports non sollicités d'urgence ADS-C à tout ATSU qui a un contrat ADS avec l'avion. Un système ATSU peut demander plusieurs contrats ADS simultanés avec un seul appareil, dont un périodique et un contrat de l'événement, qui peut être complétée par un certain nombre de contrats de la demande. Jusqu'à cinq systèmes sol séparés peuvent demander contrats ADS avec un seul appareil.

III.1.1 Type de contrat ADS-C :

Après réception d'une demande d'ouverture de session, l'ATSU devra établir un contrat (s) ADS avec l'avion avant qu'il puisse recevoir des rapports ADS-C. Il existe trois types de contrats ADS :

- Contrat périodique ;
- Contrat de la demande ; et
- Contrat de l'événement.

Le système au sol peut établir des contrats ADS sans action d'équipage de conduite à condition que l'ADS- C dans le système de l'aéronef n'ait pas été sélectionné au large. L'équipage de conduite a la possibilité d'annuler tous les contrats en sélectionnant ADS- C hors tension et certains systèmes d'aéronefs permettent à l'équipage de vol pour annuler un contrat ADS avec un ATSU spécifique.

a- Contrat périodique :

Un contrat périodique permet à un ATSU de préciser :

- L'intervalle de temps au cours de laquelle le système d'aéronef envoie un rapport ADS- C
- Les groupes facultatifs ADS-C qui doivent être inclus dans le rapport périodique. Chaque groupe optionnel peut avoir un module unique qui définit la fréquence du groupe en option est incluse dans le rapport périodique.

b- La demande de contrat :

Un contrat de la demande permet à un ATSU pour demander un rapport périodique unique ADS- C. cette contrat n'a pas d'annuler ou de modifier d'autres contrats ADS qui peuvent être en vigueur avec l'avion. L'application ADS- C prend également en charge d'alerte d'urgence.

Un rapport d'urgence ADS- C est un rapport périodique qui est étiqueté comme un rapport «d'urgence», permettant à la situation d'urgence à être mis en évidence à l'ATC. Une

urgence ADS- C peut être déclenchée par l'équipage de conduite dans un certain nombre de façons :

- Manuellement, en sélectionnant la fonction d'urgence ADS- C ;
- Indirectement, par le déclenchement d'un autre type de système d'alerte d'urgence (par exemple la transmission d'un rapport de position CPDLC ou la sélection d'un code d'urgence SSR) ; et
- Secrètement (La disponibilité de cette fonctionnalité peut varier entre les types d'aéronefs)
Une fois une urgence ADS- C a été déclenchée, dans des circonstances normales de l'avionique continueront de transmettre des rapports périodiques ADS- C urgence jusqu'à ce que l'équipage de conduite de- sélectionne la fonction d'urgence ADS- C.

c- Contrat de l'événement :

Un contrat d'événement permet à un ATSU de demander un rapport ADS-C chaque fois qu'un événement particulier se produit. Un ATSU peut établir un seul contrat de l'événement avec un aéronef à un moment donné. Cependant, le contrat d'événement peut contenir des types d'événements multiples. Ces types d'événements optionnels comprennent:

- Le changement de la route événement (WCE);
- Cas d'écart de la plage de niveau (LRDE);
- Cas de déviation latérale (LDE); et
- Changement de taux vertical événement (ERV). Un contrat d'événement reste en vigueur jusqu'à la ATSU annule ou jusqu'à ce que l'événement (s) utilisé pour déclencher le rapport se produit. Le contrat d'événement de changement de la route déclenchera un rapport pour tous les changements de la route . Tous les autres contrats d'événement déclencheront un rapport sur la première occurrence, puis, si nécessaire, l'ATSU devra demander un nouveau contrat d'événement indiquant tous les types d'événements souhaités. ADS-C Rapports Le système d'aéronef envoie des données spécifiques de l'avion dans des groupes différents d'un rapport ADS-C. Chaque groupe contient différents types de données. Un rapport d'événement ADS-C ne contient que certains des groupes, qui sont fixés. Le rapport périodique ADS-C peut contenir des groupes ADS-C, que l'ATSU spécifie dans la demande de contrat. Les groupes de rapports ADS-C sont constitués : groupe de base ,groupe d'identification de vol ,groupe de référence de la Terre, groupe de référence Air ,groupe d'identification de cellule, groupe météorologique, groupe d'itinéraire prédite, groupe de l'intention projetée fixe Inter médiate, groupe de

l'intention projetée Le ATSU peut utiliser un rapport ADS-C pour une variété de fins. Ceux-ci inclus: Mise en place et suivi des minimums de séparation traditionnelle basée sur le temps; Mise en place et suivi des normes de séparation basés sur la distance; Signalisation des points de la route que «survolés»; Mise à jour des estimations pour les points de la route en aval; Route et le niveau de conformité de suivi; Mise à jour de l'affichage du symbole de position ADS-C, et l'extrapolation associée; Génération (et de compensation) des alertes; Génération (et la compensation) des situations d'urgence ADS-C; Mise à jour de l'information météorologique; et Mise à jour d'autres informations dans le plan de vol a eu lieu par le ATSU. Pour des informations plus détaillées sur les principes ADS-C de fonctionnement, les capacités et les mérites voir la liaison de données opérationnelle document OACI mondial (Bibliographie), Lectures complémentaires Contrôleur-pilote par liaison de données Diffusion surveillance dépendante automatique (ADS- B) Données opérationnelles Global Link Document (GOLD) : 2e édition , le 26 Avril 2013; OACI SATCOM Aircraft Communications , Adressage et Reporting System Contrôleur-pilote par liaison de données (CPDLC)

Contrôle opérationnel aéronautique (AOC) avec lequel un contrat est détenu aux fins de l'ouverture, la poursuite, le détournement ou la résiliation de vol pour la sécurité, la régularité ou l'efficacité des raisons.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a exposé les procédures de contrôle utilisée afin d'assurer la sécurité des aéronefs.

Ensuite en a exposé les différents types de radars existants a l'ENNA.

Enfin, on a décrit le système de surveillance automatique dépendant par contrat (ADS-C).

Chapitre III:
Les RHP et le format
ASTERIX

Introduction :

Après la détection de la cible par le radar primaire, radar secondaire ou les deux en même temps les données se transmettent vers des serveurs DS10 de traitements qui sont installés d'une manière ordonnée et redondée. L'affichage sur les écrans ce fait grâce aux RHP.

Les RHP contiennent des sorties de données différentes qui sont TH, ALO, ALI et EXT.

Le format de donnée radar est sous le Protocole ASTERIX qui a été normalisé au niveau européen par EUROCONTROL.

I. Les RHP:

Une des caractéristiques les plus importantes du système sont Les serveurs DS10 qui sont des ordinateurs qui traitent les informations des récepteurs PSR / MSSR, conjointement avec le filtrage de la cible, l'opération de combinaison et envoi de ceux-ci à l'affichage. En outre, il traite le canal informations. L'application RHP est installée sur deux serveurs DS10 le premier maître (MASTER) et le deuxième esclave (SLAVE).

Les RHP utilisent les données envoyées par les récepteurs master PSR et MSSR, sont traités par les différents sous-systèmes (TTM, SMD, NSV et TRH) à la fin le RHP nous fournit deux types de données (ALO et TH) qui seront utilisés par les opérateurs du système (contrôleurs CCR, contrôleurs APP).

Pour avoir la donnée ALO, la dernière trame traitée elle doit passer par la partie ALR et pour avoir la donnée TH, la même trame elle doit passer par une autre partie qui est la partie ALT.

Les données ALO et TH vont être exploitées au niveau des salles technique et exploitation CCR et la salle d'exploitation APP.

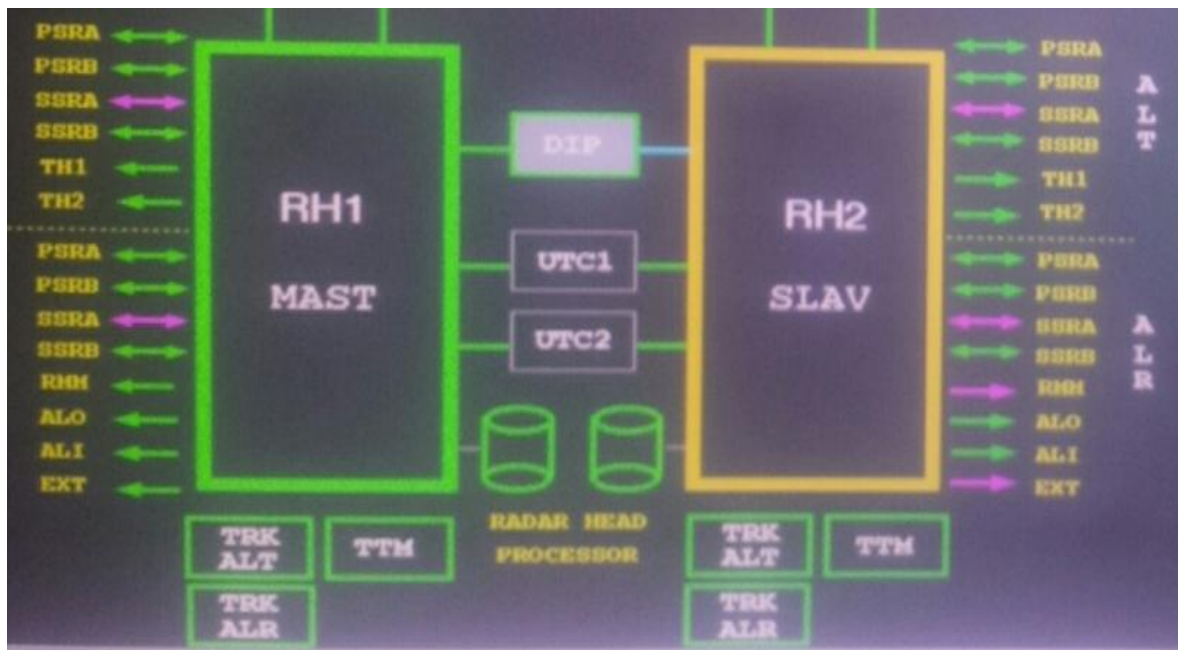


Figure III.1 : RHP

I.1. Les sous-systèmes des RHP :

I.1.1. TRH :

La fonction TRH fonctionne au nœud RHP, ce dernier effectue les manipulations sur la piste par le traitement des données radar et il est capable de traiter ces données provenant de l'extracteur primaire, extracteur secondaire ou les deux en même temps.

I.1.1.1. L'activité principale de TRH est la suivante:

- Identification des cibles par les moyens de numérisation
- TRH envoie les données traitées à "Central Processor" et / ou "Processeur d'affichage"

Chaque TRH (RHP MAST/RHP SLV) communique avec son partenaire afin de garantir l'alignement des données de sortie.

Les données de sortie de ces processeurs sont circulées dans des autres unités de traitement qui sont:

a- Processeur 1 :

RMM « Radar Maintenance Monitoring », c'est une position de teste à la station radar elle permet aux radaristes d'effectuer les différentes maintenances (PM : maintenance préventive et CM : maintenance corrective).

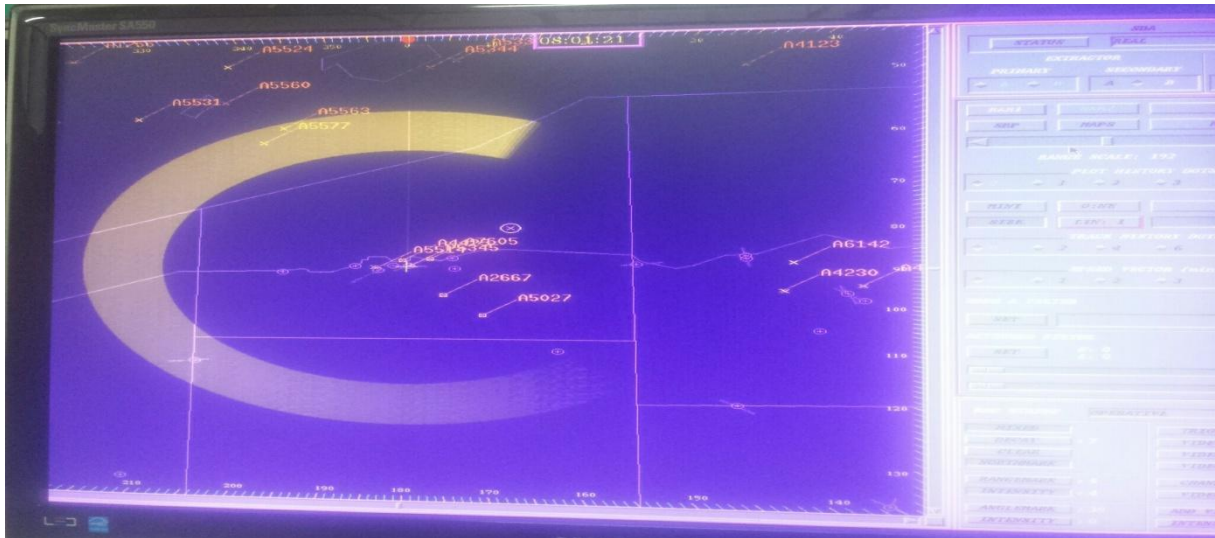


Figure III. 2 : La position RMM

b- Processeur 2 :

LCMS « Local Control Monitoring System » dont l'accès est local à haut-test diagnostic du système, en plus il affiche l'état de la station dans la salle équipement radar.

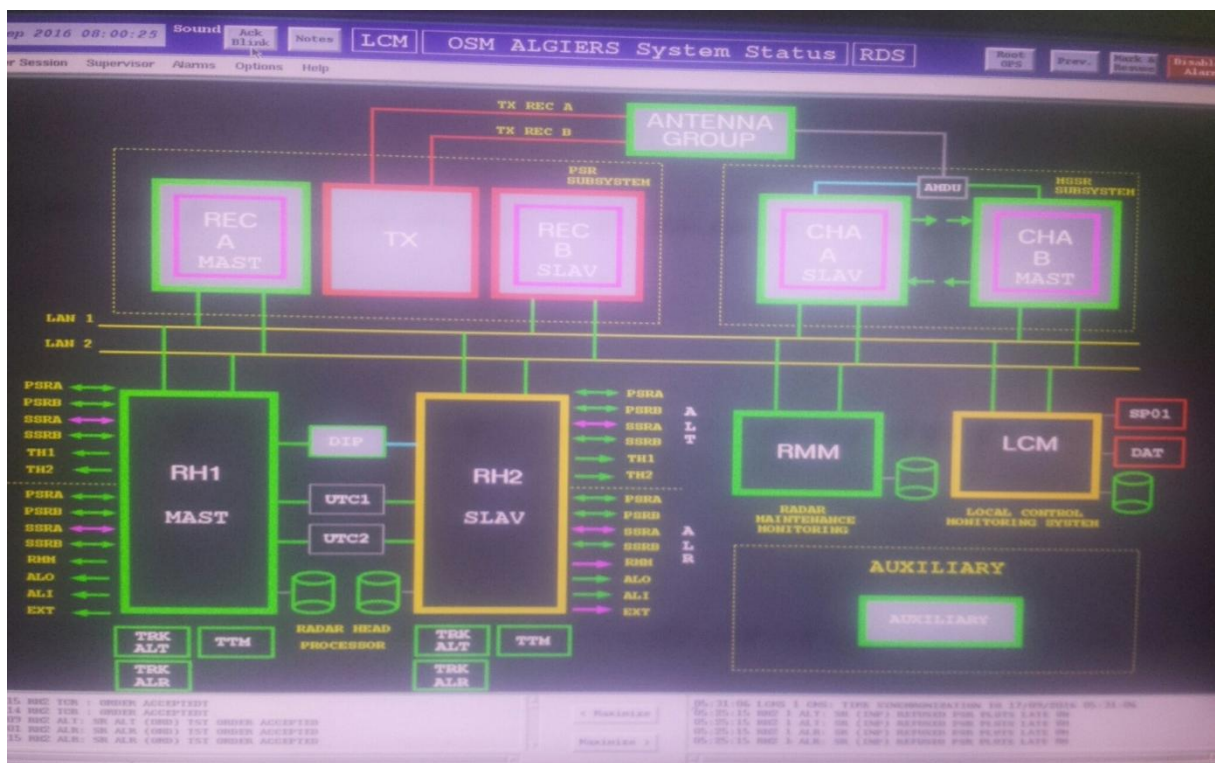


Figure III.3 : La position LCMS

I.1.2. TTM :

Ce sous système est le responsable sur la gestion de contrôle à distance il calcule la vitesse, la direction de l'avion et la télé signalisation de la station elle-même.

Si les données récupèrent passe par la partie ALT on aura l'azimute pour les données PSR et l'azimute, l'identification et le FL pour les données MSSR.

Si les données récupérés passe par la partie ALR on aura plus del'azimute pour les données PSR et l'azimute, l'identification et le FL pour les données MSSR la vitesse calculer, la direction de la cible et la télésignalisation de la station.

L'échange des donnéesdu radar jusqu'au système de traitement se fait via le SMD.

I.1.3. SMD :

Le SMDdispache les Messages du système dans le site où se trouve le CCR,ces messages sont des messages de système ATC :(commandes, notification, rapports, alarmes, etc.) et fournit alignement temporel à l'horloge GPS externe.

I.1.4. NSV:

Le NSV c'est le nœud de la supervision, il gère l'interface matérielle et logiciel et aussi l'activation de la connexion de la surveillance des périphériques externe

II. Structure ATC système général :

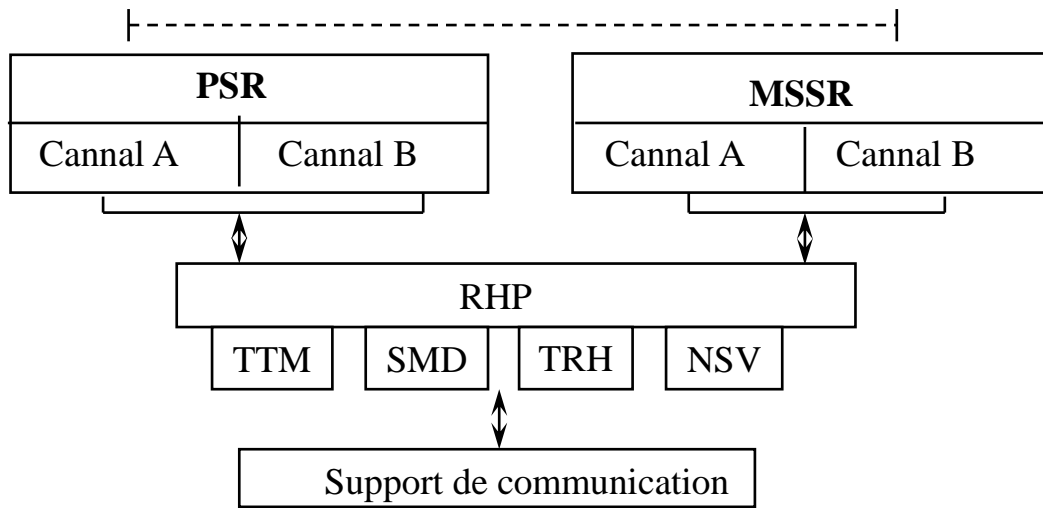
Dans cette structure tout est redonder à part les antennes radar PSR et MSSR.



Antenne PSR



Antenne MSSR



Les exploitants (APP, CCR et Radaristes)

Figure III.4 : L'interconnexion du site Radar

II. 1. L'affichage des Plotsradar :

L'affichage des plots radar primaire et secondaire se fait sur un écran au niveau de la station radar, à la tour de contrôle et aussi au CCR sous la forme suivante :

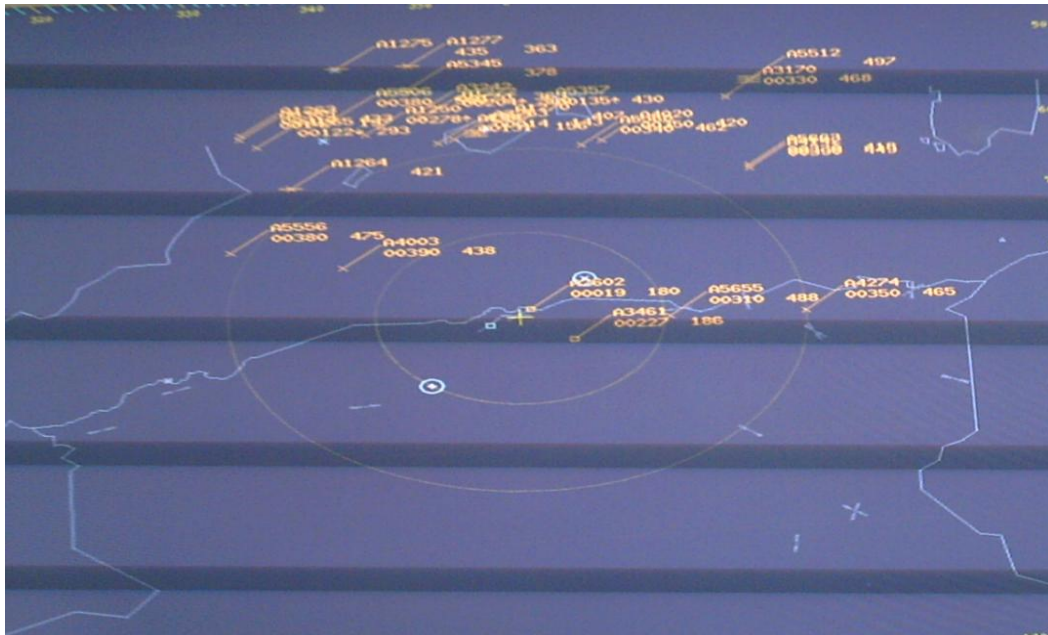


Figure III.5 : l'affichage des plots radar

Le 'x' présente le plot radar secondaire.

Le '+' présente le plot radar primaire.

Et le 'x' présente la combinaison des deux plots radar brute (PSR & SSR)

Le radar primaire d'Algerporte jusqu'à 80Nm

Le radar secondaire porte jusqu'à 255 Nm.

III. ASTERIX :

Le protocole ASTERIX assure l'échange des données des capteurs de surveillance sur les réseaux de l'aviation civile.

Il a été normalisé au niveau européen par EUROCONTROL.

Le format ASTERIX est un format utilisé à l'ENNA pour la transmission des données Radar Primaire et Radars Secondaires.

ASTERIX est une norme EUROCONTROL. Donc on peut faire l'échange (émettre et recevoir) des données avec des organismes étrangers chargés de la navigation aérienne.

ASTERIX est indépendant des couches protocolaires (transport, réseau, liaison) l'équivalent de la couche application dans le modèle OSI à 7 couches.

III.1. Les catégories du format :

La catégorie définit le type de données qui vont suivre dans les enregistrements, Elles vont de 0 à 255.

Les catégories opérationnelles dans l'ATC sont les suivantes :01,02,08, 30,34,48,10,11,21,32,246et 255 et le reste des catégories fonctionnent hors de l'ATC.

Exemple :

Cat 01 : Plot pistés (détection d'un avion)

- radar primaire (catégorie 01, Version 5)
- radar secondaire (catégorie 01, Version 7)

III.2. Définitions :

III.2.1. Le message ASTERIX :

Le message ASTERIX peut être composé de plusieurs blocs. Chaque bloc correspond à une catégorie. La longueur est relative à la taille d'un bloc. Enfin dans chaque bloc nous pouvons trouver plusieurs enregistrements. Les données des enregistrements sont détaillées dans les champs FSPEC. Ainsi que chaque bit à un champ FSPEC annonce une donnée particulière définie par la norme.

Le FSPEC est un champ étendu, c'est-à-dire que sa taille est variable.

III.2.2. Définitions de type de champ :

III.2.2.1. Champ fixe :

Un champ de données a une taille fixe d'octets.

Exemples :

- l'heure TU sera envoyée sur 4 octets
- l'identité d'un radar sur 2 octets

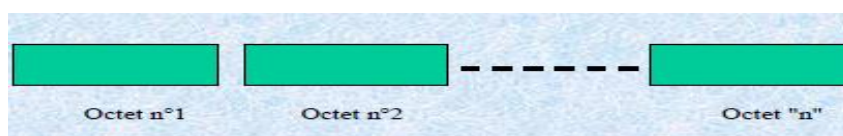


Figure III.6 : le format d'un champ fixe.

III.2.2.2. Champ étendu :

C'est un champ de données, qu'il peut avoir une taille variable.

Le dernier bit de l'octet précise si le champ de données continue ou s'il s'arrête.

- Si dernier bit octet = 1 donc le champ continue.
- Si dernier bit octet = 0 donc le champ s'arrête.

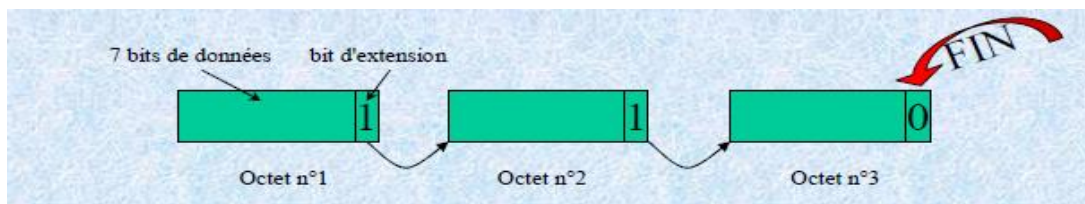


Figure III.7 : le format d'un champ étendu

III.2.2.3. Champ répétitif :

Dans les données envoyées, un champ peut être présent "n" fois

- Le premier octet donne le nombre de répétition
- Les "n" octets qui suivent représentent "n" champs avec des valeurs différentes.

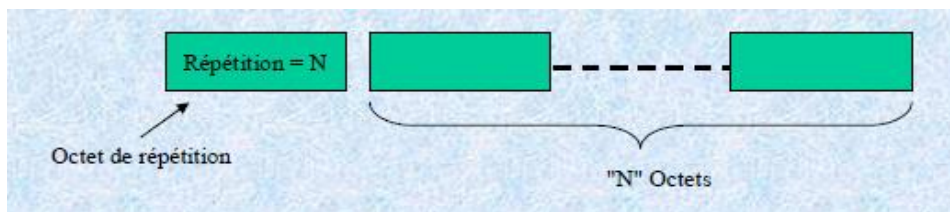


Figure III.8 : le format d'un champ répétitif

III.2.3. Définition d'un bloc :

Un bloc commence toujours par un octet spécifique appelé "catégorie" la catégorie est codée de 00 à FF (en hexa) 256 catégories possibles la catégorie définit le type de données

- radar aviation civile
- Multi-radar
- radar météo

Après l'octet de catégorie, il y a 2 octets pour la longueur du bloc puis les octets d'enregistrement.

III.2.4. Définition d'un enregistrement :

Un enregistrement commence par un champ FSPEC (Field SPECification)

- chaque bit du FSPEC indique la présence ou l'absence de donnée du rang "i" pour la catégorie en cours
- C'est en quelque sorte la "table des matières" ou le "sommaire" des données qui vont suivre

III.2.5. Le champ FSPEC ou le champ spécifique :

Le mécanisme du FSPEC :

- Dans le FSPEC, si un bit=1, alors l'enregistrement est envoyé
- Dans le FSPEC, si bit=0, alors l'enregistrement n'est pas envoyé.

Le champ FSPEC de la catégorie 01 composé de quatre octets qui sont les suivants :

III.2.5.1. Octet 1

8	7	6	5	4	3	2	1
IDEN	DESC	NUM	POSI	0	VIT	0	EXT

Tableau III.1 : l'octet N° 1 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 5.1

Bit 8 : IDEN=0 Absence du champ IDEN.

= 1 Présence du champ IDEN.

Bit 7:DESC= 0 Absence du champ DESC.

= 1 Présence du champ DESC.

Bit 6:NUM=0 Absence du champ NUM.

= 1 Présence du champ NUM.

Bit 5: POSI =0 Absence du champ POSI.

= 1 Présence du champ POSI.

Bit 4: fixe à 0 Absence du champ "position calculée (lissée) en cartésiennes" .

Bit 3: VIT = 0 Absence du champ VTT.

=1 Présence du champ VTT.

Bit 2 : fixe à 0 Absence du champ "Mode A plot" (radar primaire).

Bit 1 :EXT = 0 Fin du champ EXT.

=1 Extension vers l'octet suivant.

III.2.5.2. Octet 2 :

8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	CAR	0	0	PIST	QUAL	EXT

Tableau III.2 :l'octet N° 2 du champ FSPEC de la catégorie 1version 5.1

Bit 8 :fixe à 0 Absence du champ "Mode C binaire" (radar primaire).

Bit 7: HPTU= 0 Absence du champ HPTU.

Bit 6: CAR= 0 Absence du champ CAR.

= 1 Présence du champ NUM.

Bit 5:fixe à 0 Absence du champ "puissance du plot reçu".

Bit 4: fixe à 0 Absence du champ " vitesse Doppler mesurée".

Bit 3:PIST = 0 Absence du champPIST.

=1 Présence du champPIST.

Bit 2 :QUAL = 0 Absence du champ QUAL piste.

= 1 Présence du champ QUAL Piste.

Bit 1 : EXT = 0 Fin du champ EXT.

=1 vers l'octet suivant.

III.2.5.3. Octet 3 :

8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	0	ASE	0	0	EXT

Tableau III.3 :l'octet N° 3 du champ FSPEC de la catégorie 1version5.1

Bit 8 : fixe à 0 Absence du champ "Mode 2 octal" (radar primaire).

Bit 7 : fixe à 0 Absence du champ "Qualité mode A" (radar primaire).

Bit 6 : fixe à 0 Absence du champ "Qualité mode C" (radar primaire).

Bit 5 : fixeà 0 Absence du champ Qualité mode 2" (radar primaire).

Bit 4 : ASE = 0 Absence du champ "Avertissement/situation d'erreur"

= 1 Présence du champ " Avertissement/situation d'erreur ".

Bit 3 : Réserve pour l'indicateur de présence de champ SP.

Bit 2 : Réserve pour l'indicateur de présence de champ RFS.

Bit 1 : EXT = 0 Fin du champ l'octet suivant jamais transmis.

III.2.5.4. Octet 4 (jamais transmis) :

8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	0	0	0	0	EXT

Tableau III.4 : l'octet N° 4 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 5.1

Bit 8 : Fixe à 0 Absence du champ "présence de l'impulsion X" (radar primaire).

Bits 7 à 2 : Fixe à 0 des bits libres fixés à 0.

Bit 1 : EXT = 0 Fin du champ l'octet suivant jamais transmis.

III.2.6. La spécification de chaque octet de FSPEC :

III.2.6.1. IDEN :

L'identificateur de la source de données il à deux octets de longueur fixe (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/010).

Octet 1

Octet 2

16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
SAC								SIC							

Tableau III.5 : les deux octets de l'identification

Bits 16 à 9 : SAC = Source Area.

Bits 8 à 1 : SIC = Source Identification Code numéro du radar source (0 à 255).

III.2.6.2. DESC :

Un octet extensible (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/020) .

a- Octet 1 :

8	7	6	5	4	3	2	1
TYP	SIM	SSR/PSR		ANT	0	TF	EXT

Tableau III.6 : l'octet 1 de Descripteur de type

Bit 8 : TYP = 0 Plot

1Piste

Bit 7 : SIM = 0 Info vraie

1 Info simulée (simulateur de trafic)

Bits 6 à 5 : SSR/PSR = 00

01 Pas de détection PrimaireSecondaire (impossible)

10 Associée (impossible)

11

Bit 4 : ANT = 0 Information en provenance du TPR 1

1 Information en provenance

Bit 3 : SPI = 0 pas de SPI

1 avec SPI

Bit 2 : TF = 0 Par défaut

1 Piste émanant d'un transpondeur fixe

Bit 1 : EXT = 0 fin de champ

1 Extension octet suivant

b- Octet 2 :

8	7	6	5	4	3	2	1
TST	00		0	0	0	0	EXT

Tableau III.7 :l'octet 2 de Descripteur de type

Bit 8 : TST = 0 Information réelle

= 1 Information de test (au sens plot fictif extracteur)

Bits 7 à 6 : DC = 00 Détresse civile

= 01 Pas de détresse

= 10 Détournement (code 7500) Panne radio (code 7600)

=11 Détresse (code 7700)

Bit 5 : DM = 0 Pas de détresse militaire

= 1 Détresse militaire

Bit 4 : IM = 0 Pas d'identification militaire

= 1 Identification militaire

Bit 3 à 2 : fixes à 00 libres

Bit 1 : EXT = 0 Fin du champ Octet suivant jamais transmis.

III.2.6.3. NUM :

Deux octets de longueur fixe (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/161)

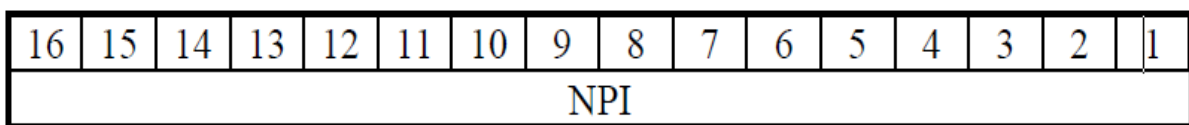


Tableau III.8 : l'octet de Numéro de piste

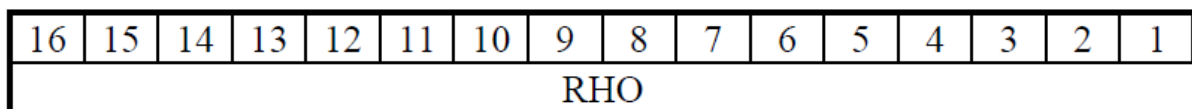
Bits 16 à 1 : NPI Numéro de piste (>0) Valeur binaire entre 0 et 65535

III.2.6.4.POSI :

Quatre octets de longueur fixe (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/040)

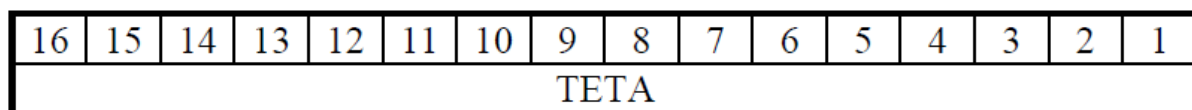
Octet 1

Octet 2



Octet 3

Octet 4



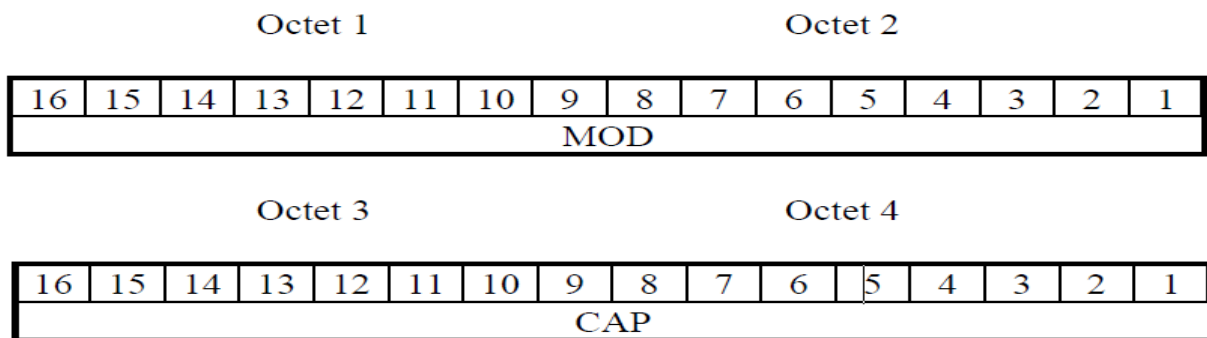
Tableaux III.9 : les octets de la Position mesurée en coordonnées polaires

Octet 1 à 2: Bits 16 à 1 : RHO = Distance au radar (>0) / RHOmin = 0 NM LSB = 1/128 NM
 RHOMax = 512 NM – LSB

Octet 3 à 4: Bits 16 à 1 : TETA = Azimut (>0)/ TETAMin = 0° LSB = 1/216 tour =
 360°/65536= 0,0054931° TETAMax = 360° - LSB

III.2.6.5. VIT :

Quatre octets de longueur fixe (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/200)



Les tableaux III.10 : l'octet de la Vitesse sol

Octet 1 à 2: Bits 16 à 1 : MOD = module de la vitesse (>0) / MODmin = 0 NM/s = 0 Kt

LSB = 1/16384 NM/s = 0, 22 Kt

MODmax = 2 NM/s = 7200 Kt – LSB

III.2.6.6. CAR : Caractéristique du plot = vitesse doppler :

Un octet extensible (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/130)

a- Octet 1 :

8	7	6	5	4	3	2	1
P1	P2	M1	M2	A1	A2	0	EXT

Tableau III.11 : l'octet1 de la vitesse doppler

Bit 8 : P1 = 0 Absence du plot voie 1

= 1 Présence du plot voie 1

Bit 7 : P2 = 0 Absence du plot voie 2

= 1 Présence du plot voie 2

Bit 6 : M1 = 0 Plot voie 1 normal

= 1 Plot voie 1 marqué multiple

Bit 5 : M2 = 0 Plot voie 2 normal

= 1 Plot voie 2 marqué multiple

Bit 4 : A1 = 0 Vitesse doppler mesurée du plot voie1 non ambiguë

= 1 Vitesse doppler mesurée du plot voie1 ambiguë

Bit 3 : A2 = 0 Vitesse doppler mesurée du plot voie 2 non ambiguë

= 1 Vitesse doppler mesurée du plot voie 2 ambiguë

Bit 2 : fixe à 0 libre

Bit 1 : EXT = 0 Fin du champ

= 1 Extension vers l'octet suivant

b- Octets 2 et 3 :

Octet 2

Octet 3

16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
E1	0	0	0	SD	HDP1	EXT	LDP1							EXT	

Tableau III.12 : l'octet2 et 3 de la vitesse doppler

Octets 2 à 3: Bit 16 : E1 = 0 Plot voie1 détecté sur tour pair ou plot voie 1 non détecté

= 1 Plot voie1 détecté sur tour impair

Bits 15 à 13 : fixes à libres

Bits 12 : SD = 0Signe de la vitesse doppler: +- ou inconnu

Bits 11 à 10 : HDP1 = 2 bits de poids fort du module de la valeur de la vitesse doppler mesurée du plot voie 1: (valeur binaire codée sur 9 bits)

Bit 9 : EXT = 0 Fin du champ

= 1 Extension vers l'octet suivant

Bits 8 à 2 : LDP1 = 7 bits de poids faible du module de la valeur de la vitesse doppler mesurée du plot voie 1: (valeur binaire codée sur 9 bits) / DP1min = 0 m/s LSB = 1 m/s DP1max = 511 m/s

Bit 1 : EXT = 0 Fin du champ

= 1 Extension vers l'octet suivant

c- Octets 4 et 5 :

Octet 4

Octet 5

16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
E2	0	0	0	SD	HDP2	EXT	LDP2							EXT	

Tableau III.13 :l'octet 4 et 5 de la vitesse doppler

Octets 4 à 5: Bit 16 : E2 = 0 plot voie2 détecté sur tour pair

= 1 plot voie2 détecté sur tour impair

Bits 15 à 13 fixes à 0 libres

Bits 12 : SD = 0, 1 signe de la vitesse doppler: +ou -

Bits 11 à 10 : HDP2 = 2 bits de poids fort du module de la valeur de la vitesse doppler mesurée du plot voie 2: (valeur binaire codée sur 9 bits)

Bit 9 : EXT = 0 Fin du champ

= 1 Extension vers l'octet suivant

Bits 8 à 2 : LDP2 = 7 bits de poids faible du module de la valeur de la vitesse doppler mesurée du plot voie 2: (valeur binaire codée sur 9 bits) / DP2min = 0 m/s LSB = 1 m/s
DP2max = 511 m/s

Bit 1 : EXT= 0 Fin du champ

= 1 octet suivant jamais transmis

III.2.6.7. PIST :

Un octet extensible (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/170)

a- Octet 1 :

8	7	6	5	4	3	2	1
CON	RAD	MAN	DOU	XTRP		GHO	EXT

Tableau III.14 :l'octet 1 de l'état de la piste

Bit 8 : CON = 0

= 1 Piste confirmée Piste en phase d'initialisation

Bit 7 : RAD = 0 Piste primaire

= 1 Piste SSR ou associée PR/SSR

Bit 6 : MAN = 0, 1 Détection de manœuvre

Bit 5 : DOU = 0 Association plot

= 1 piste douteuse

Bits 4 à 3 : XTRP = Nombre d'extrapolations (limité à 3) Valeur binaire entre 0 et 3

Bit 2 : GHO = 0/1Piste présumée fantôme

Bit 1 : EXT= 0 Fin du champ

= 1 Extension vers l'octet suivant

b- Octet 2 :

8	7	6	5	4	3	2	1
TRE	0	0	0	0	0	0	EXT

Tableau III.15 :l'octet 2 de l'état de la piste

Bit 8 : TRE = 0/1 événement de mort de piste

Bits 7 à 2 fixes à 0 Non utilisés

Bit 1 : EXT = 0 Fin du champ

= 1 octet suivant jamais transmis

III.2.6.8. QUAL PISTE :

Un octet extensible (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/210)

a- **Octet 1 :**

8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	POS	HEL	VIT		EXT

Tableau III.16 : l'octet 1 de la Qualité de la piste

Bits 8 à 6 : fixes à 0 Non utilisés

Bit 5 : POS = 0/1 Coordonnées de position: Brutes mesurées Calculées par la poursuite (lissées)

Bit 4 : Hel = 0 Pas de présomption d'Hélicoptère

= 1 Présomption d'Hélicoptère

Bits 3 à 2 : VIT = 00 Plage de vitesse Cible lente

01 Cible rapide

10 Valeur réservée

11 Valeur réservée

Bit 1 : EXT = 0 Fin du champ

= 1 octet suivant jamais transmis

III.2.6.9. ASE :

Un octet extensible (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/030)

a- **Octet 1 :**

8	7	6	5	4	3	2	1
A/E							EXT

Tableau III.17 : l'octet 1 de l'avertissement/Situation d'erreur

Bits 8 à 2 : A/E = Code d'alerte Valeur binaire entre 0 et 127

Bit 1 : EXT = 0 Fin du champ

= 1 octet suivant jamais transmis

III.3. Vue générale d'un Message ASTERIX :

La figure suivante va nous présenter la forme générale d'un message sous le protocole ASTERIX.

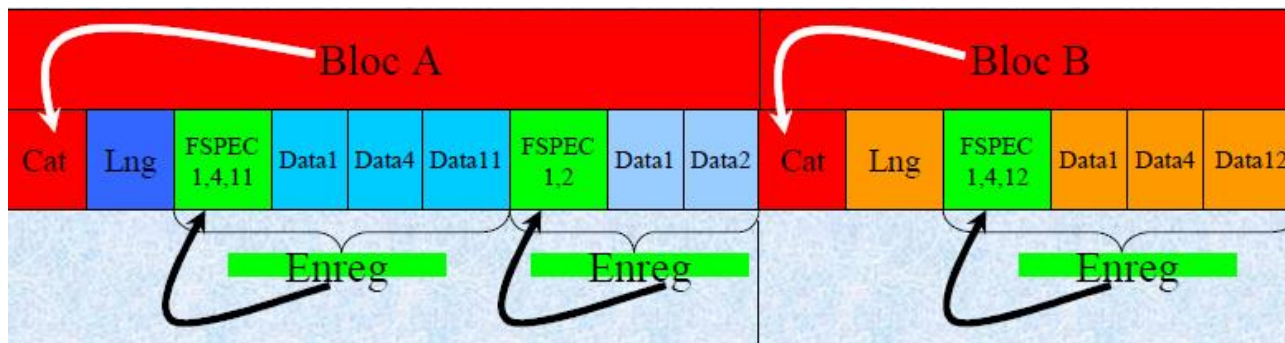


Figure III.9 : vue générale d'un message ASTERIX

III.4. Exemple sur Ethernet :

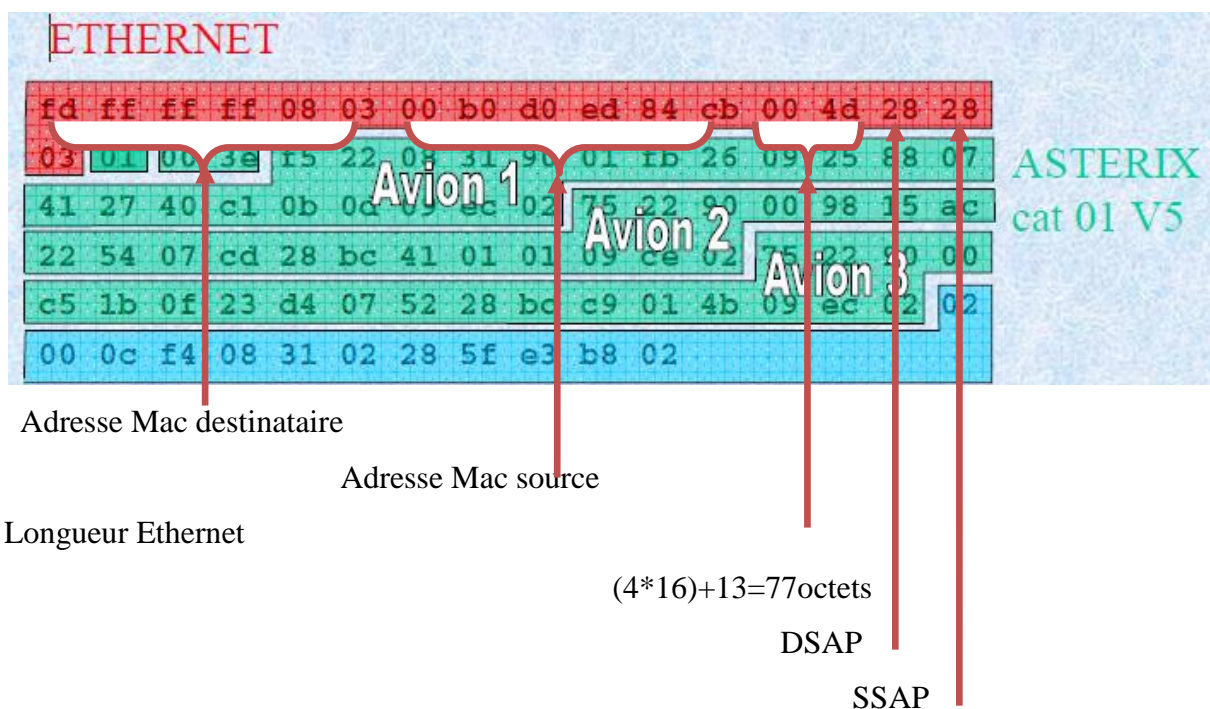
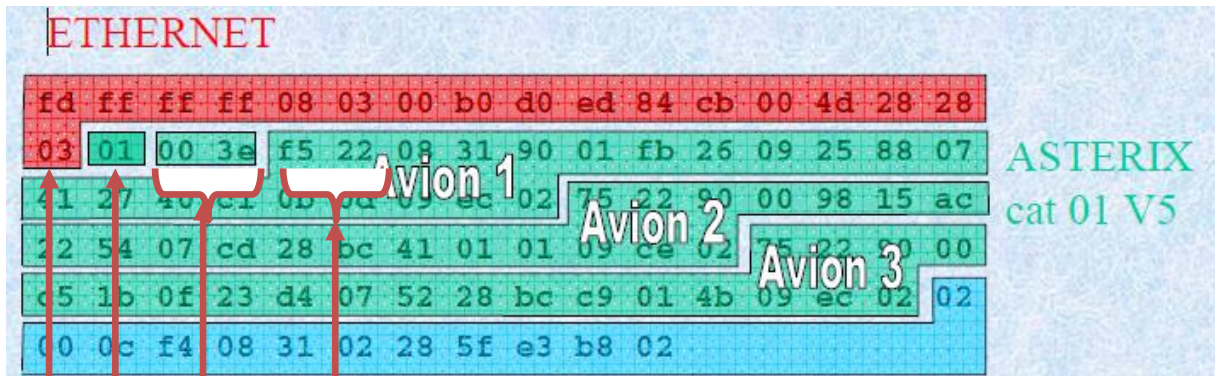


Figure III.10 : présentation du premier ronger du message sur Ethernet



Type ou commande

Début du message ASTERIX donc octet de catégorie ici la catégorie 01

Longueur du bloc ici c'est $(3 \times 16) + 14 = 62$ octets

FSPEC

Figure III.11 : présentation du deuxième ronger du message sur Ethernet

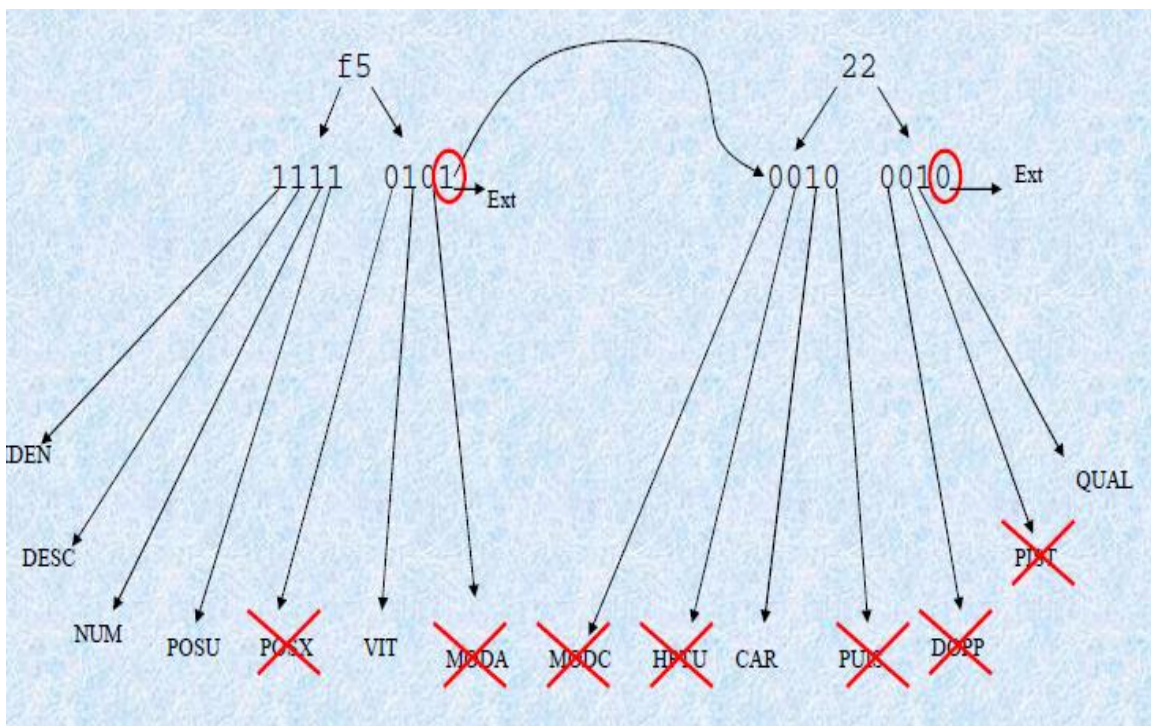


Figure III.12 : analyse du FSPEC

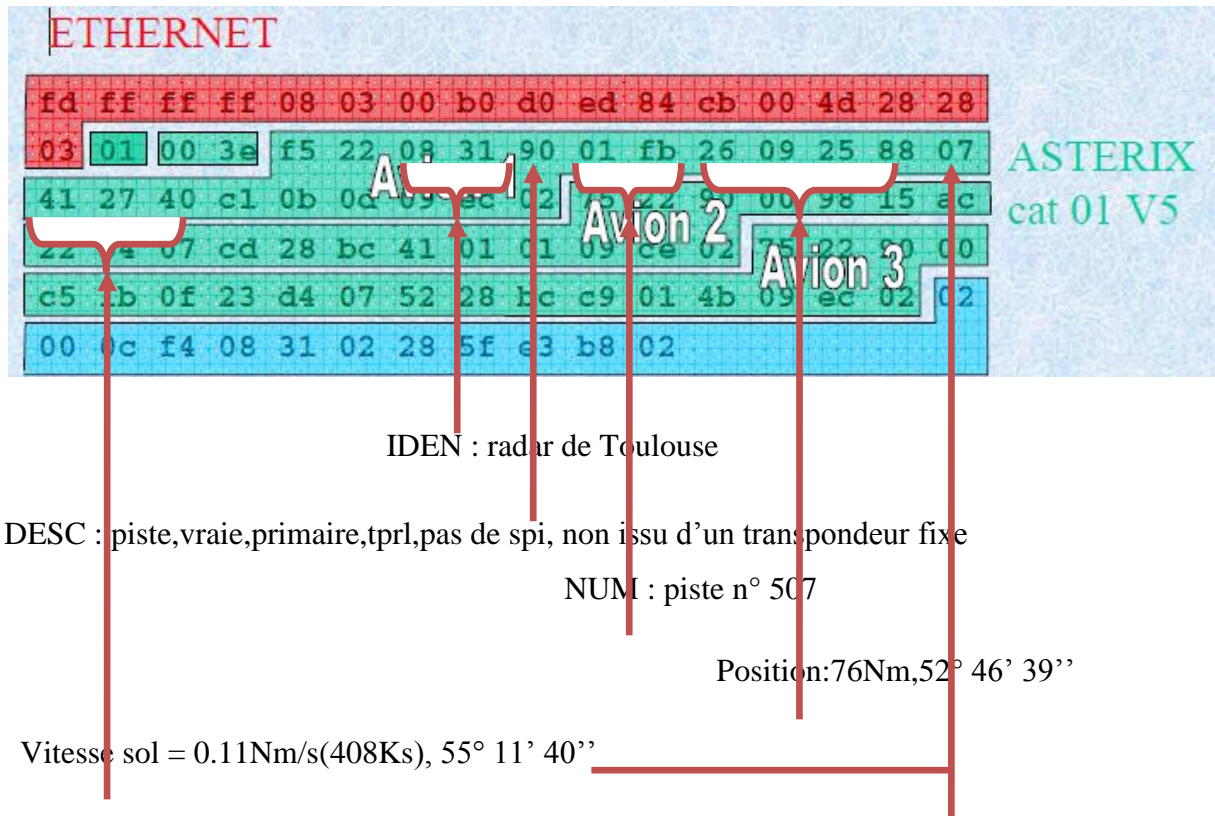


Figure III.13 : présentation du deuxième ronger du message sur Ethernet

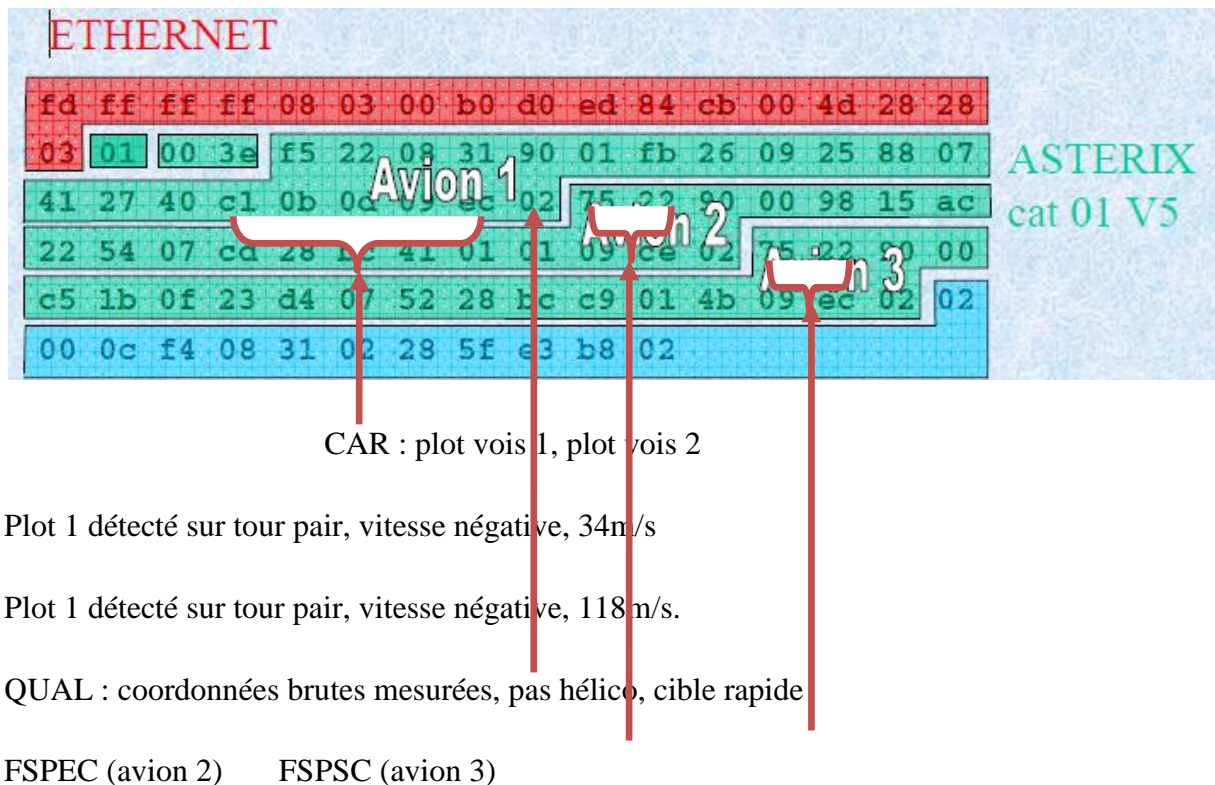


Figure III.14 : présentation troisième ronger du message sur Ethernet

Conclusion :

Dans ce chapitre on est arrivé à connaître le RHP et ses sous-systèmes (TRH, TTM, SMD et le NSV), les différentes positions d'affichage Et aussi le format ASTERIX utilisé pour le transfert des données radar primaire et secondaire.

Tout le système est redondant pour ne pas avoir la coupure d'information chez les Radaristes et les contrôleurs aériens, des procédures de travail respectées par le personnel Radar pour assurer la disponibilité de l'image Radar au CCR.

*Chapitre IV : les réseaux informatique, le
réseau VPN et
La simulation du nouveau support de
transmission des données Radar*

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

I. Introduction :

Internet est le réseau informatique mondial accessible au public.

Le complexe de la navigation aérienne est un des consommateurs de l'internet, elle utilise internet pour assurer leur but de créer un nouveau moyen de transmission des données radar de la station radar d'Alger jusqu'au CCR à fin de redonner le seul moyen existant actuellement qui est le câble coaxial, et pour cela elle doit passer par Algérie Telecom pour réserver une adresse IP spéciale, pour aller à ce nouveau moyen qui est le tunnel virtuel (VPN) dans ses réseaux LAN.

Avant de réaliser ce support il faut le simuler sur un logiciel qui est le paquet tracer de CISCO qu'elle a créé pour ne pas avoir des problèmes réels.

II. généralités sur les réseaux informatiques:

Les réseaux sont nés du besoin d'échanger des informations de manière simple et rapide entre des machines. En d'autres termes, les réseaux informatiques sont nés du besoin de relier des terminaux distants à un site central puis des ordinateurs entre eux, et enfin des machines terminales, telles que les stations de travail à leur serveur

II.1. Classification des réseaux :

Lorsque l'on parle de réseau informatique, il faut distinguer les classes de réseaux:

II.1.1. bus : qui relie les différents composants d'un ordinateur.

II.1.2. Les réseaux personnels PAN (Personal Area Network): utilisé pour l'interconnexion sans fil des équipements personnels.

II.1.3. Les réseaux locaux LAN (Local Area Network) : Qui sont généralement circonscrits à un ou plusieurs groupes de bâtiment pas trop éloignés les uns des autres

II.1.4. Les réseaux métropolitains MAN (Métropolitain Area Network): Qui peut regrouper un petit nombre de réseaux locaux d'une ville ou une région

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

II.1.5. Les réseaux distants WAN (Wide Area Network): Permet de communiquer à l'échelle d'un pays ou de la planète entière.

Voilà une figure qui représente la portée des classes de réseaux :

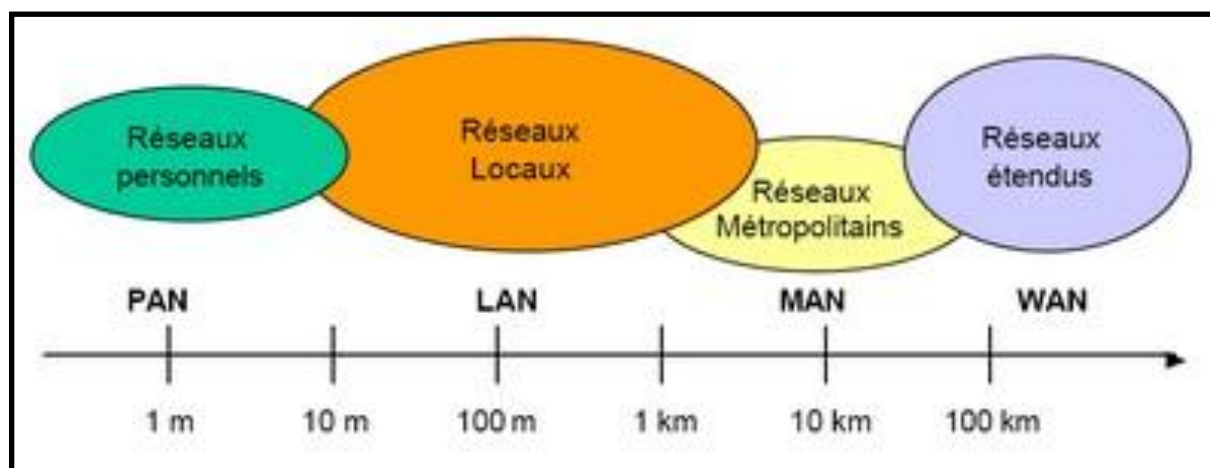


Figure IV.1 : la portée des classes de réseaux

II.2. Topologie des réseaux :

Une topologie de réseau informatique correspond à l'architecture (physique ou logique) de celui-ci, définissant les liaisons entre les équipements du réseau et une hiérarchie éventuelle entre eux.

Elle peut définir la façon dont les équipements sont interconnectés et la représentation spatiale du réseau (topologie physique). Elle peut aussi définir la façon dont les données transitent dans les lignes de communication (topologie logique)

II.2.1. La topologie logique:

Correspond à la manière de faire circuler le signal parmi les composantes physiques (on parlera des méthodes d'accès au canal). Par opposition à la topologie physique, représente la façon dont les données transitent dans les lignes de communication. Les topologies logiques les plus courantes sont Ethernet, Token Ring et FDDI.

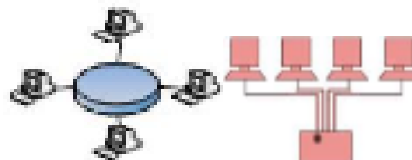
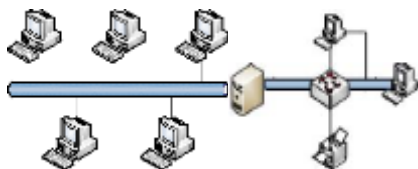
Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

II.2.2.La topologie physique:

Un réseau informatique est constitué d'ordinateurs reliés entre eux grâce à des lignes de communication (câbles réseaux, etc.) et des éléments matériels (cartes réseau, ainsi que d'autres équipements permettant d'assurer la bonne circulation des données).Correspond à la façon dont les postes du réseau local sont câblés. Autrement dit c'est la configuration spatiale du réseau.

On distingue généralement les topologies suivantes :

Topologie en bus Topologie en étoile Topologie en anneau Topologie en arbre



Topologie maillée



Figure IV.2 : la topologie des réseaux

II.3.Le Modèle OSI :

Le modèle OSI (Open SystemsInterconnection) a été adopté pour faciliter l'échange des données provenant des matériels des différents constructeurs. Ce modèle de référence a été défini en 7 couches pour communiquer entre elles. Il décrit le fonctionnement d'un réseau à communication des paquets.

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

II.3.1. Couche physique :

Elle assure l'établissement, le maintien de la liaison physique et le transfert de bits sur le canal physique (support). Elle comprend donc les spécifications mécaniques (connecteurs) et les spécifications électriques (niveaux de tension);

II.3.2. Couche liaison des données :

Elle assure le maintien de la connexion logique, le transfert des blocs de données (les trames et les paquets), le contrôle, l'établissement, le maintien et la libération du lien logique entre entités ;

II.3.3. Couche réseau :

Assure des blocs de données entre les deux systèmes d'extrémités, le routage (choix du chemin à parcourir à partir des adresses), lors d'un transfert à travers un système relais, l'acheminement des données (paquets) à travers les différents nœuds d'un sous - réseau (routage) Et elle définit la taille de ses blocs ;

II.3.4. Couche transport :

Est le pivot du modèle OSI. Elle assure le contrôle du transfert de bout en bout des informations (message) entre les deux systèmes d'extrémité.

Afin de rendre le transport transparent pour les couches supérieures. Elle assure le découpage des messages en paquets pour le compte de la couche réseau et les reconstitue pour les couches supérieures. Elle utilise les protocoles TCP et UDP ;

II.3.5. Couche session :

Elle assure l'échange des données, et la transaction entre deux applications distantes. C'est une interface entre les couches qui assurent l'échange de données (transaction) entre les applications distantes. La fonction essentielle de la couche

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

session est la synchronisation et le séquence ment de l'échange par la détection et la reprise de celui-ci en cas d'erreur ;

II.3.6. Couche présentation :

Elle assure la mise en forme des données; elle est une interface entre les couches qui assurent l'échange de données et celle qui manipule, celle couche assure la mise en forme de données, les conversions de code nécessaires pour délivrer à la couche supérieure un message dans une syntaxe compréhensible par celle-ci ;

II.3.7. Couche application :

Est la couche située au sommet des couches de protocoles TCP/IP. Elle ne contient pas les applications utilisateurs, mais elle assure la communication, à l'aide de processus, un ensemble de fonctions (entités d'application) permettant le déroulement correct des programmes communicants (transferts des fichiers, etc.).

Ce modèle a pour objectifs, décomposer, structurer et assurer l'indépendance vis-à-vis du matériel et du logiciel

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

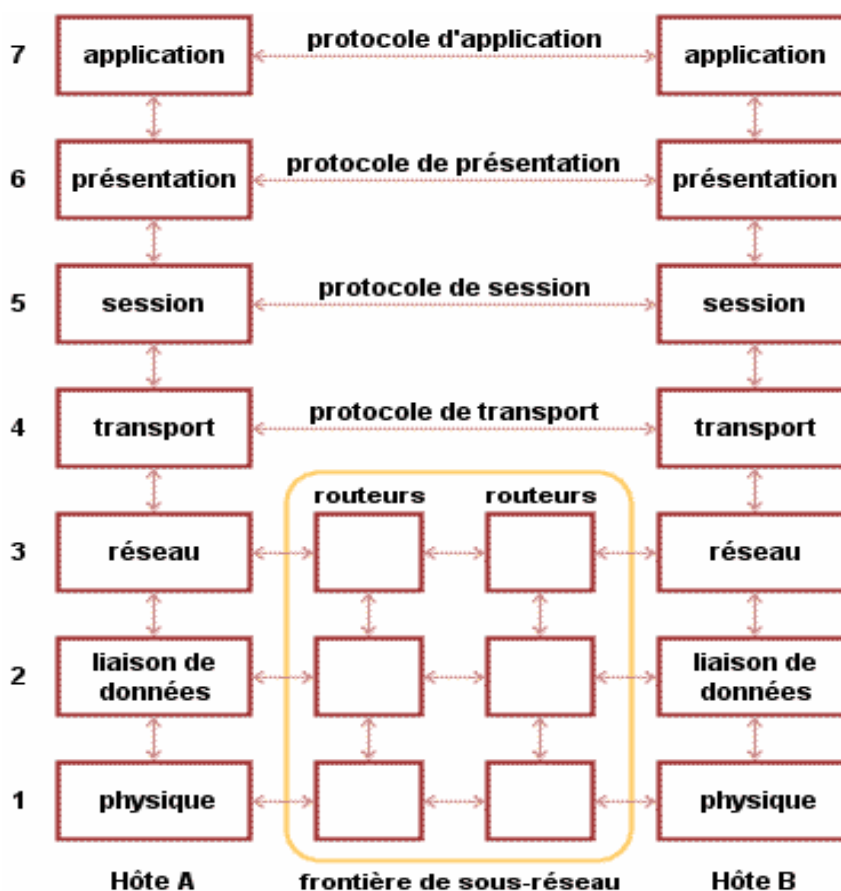


Figure IV.3 : le modèle OSI

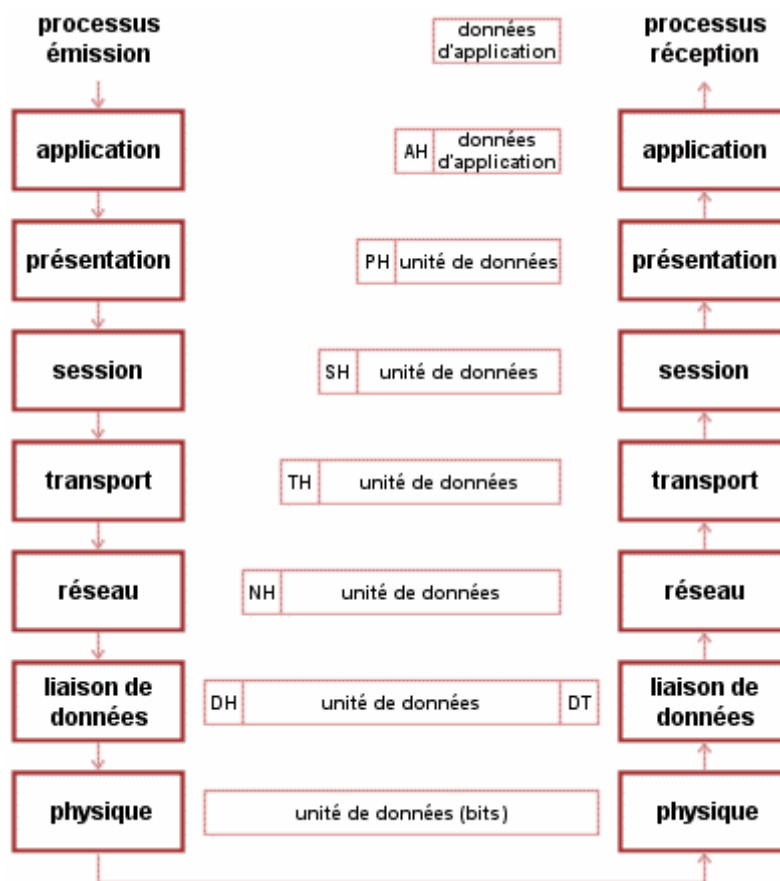
II.4. Transmission de données au travers du modèle OSI :

Le processus émetteur remet les données à envoyer au processus récepteur à la couche application qui leur ajoute un en-tête application AH (éventuellement nul). Le résultat est alors transmis à la couche présentation.

La couche présentation transforme alors ce message et lui ajoute (ou non) un nouvel en-tête (éventuellement nul). La couche présentation ne connaît et ne doit pas connaître l'existence éventuelle de AH ; pour la couche présentation, AH fait en fait partie des données utilisateur. Une fois le traitement terminé, la couche présentation envoie le nouveau "message" à la couche session et le même processus recommence. Les données atteignent alors la couche physique qui va effectivement transmettre les

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

données au destinataire. A la réception, le message va remonter les couches et les en-têtes sont progressivement retirés jusqu'à atteindre le processus récepteur :



FigureIV.4: canal de transmission de données.

Le concept important est le suivant : il faut considérer que chaque couche est programmée comme si elle était vraiment horizontale, c'est à dire qu'elle dialoguait directement avec sa couche paire réceptrice. Au moment de dialoguer avec sa couche paire, chaque couche rajoute un en-tête et l'envoie (virtuellement, grâce à la couche sous-jacente) à sa couche paire.

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

II.5. Matériel du réseau informatique:

II.5.1. Le routeur:

Un routeur est un équipement d'interconnexion de réseaux informatiques permettant d'assurer le routage des paquets entre deux réseaux ou plus afin de déterminer le chemin qu'un paquet de données va emprunter.

Lorsqu'un utilisateur appelle une URL, le client Web (navigateur) interroge le serveur de noms, qui lui indique en retour l'adresse IP de la machine visée.

Son poste de travail envoie la requête au routeur le plus proche, c'est-à-dire à la passerelle par défaut du réseau sur lequel il se trouve. Ce routeur va ainsi déterminer la prochaine machine à laquelle les données vont être acheminées de manière à ce que le chemin choisi soit le meilleur

II.5.2. Le Modem:

(Mot-valise pour modulateur-démodulateur), est un périphérique servant à communiquer avec des utilisateurs distants par l'intermédiaire d'une ligne téléphonique.

Techniquement, l'appareil sert à convertir les données numériques de l'ordinateur en signal modulé, dit analogique, transmissible par une ligne de téléphone classique et la principale caractéristique d'un modem, c'est sa vitesse de transmission. Celle-ci est exprimée en bits par seconde (bit/s ou bps) ou en kilobits par seconde (kbit/s ou kbps)

II.5.3. Hub (répétiteur):

Un Hub est un simple répétiteur (son nom en Français). Il ne fait qu'amplifier le signal pour le retransmettre sur tous ses ports. Le réel problème de ce type de concentrateur, c'est justement le renvoi des données vers tous les équipements. Dès que le nombre d'ordinateurs connectés augmente, le taux de collision augmente en proportion, réduisant la vitesse effective du réseau

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

II.5.4. Switch (commutateur):

Est un équipement qui relie plusieurs segments (câbles ou fibres) dans un réseau informatique. Il s'agit le plus souvent d'un boîtier disposant de plusieurs ports Ethernet (entre 4 et plusieurs centaines).

Il a comme avantages: Décongestion du réseau: les données envoyées d'un port à un autre sans interférer sur les autres ports

II.5.5. Serveur:

Est à la fois un ensemble de logiciels et l'ordinateur les hébergeant dont le rôle est de répondre de manière automatique à des demandes de services envoyées par des clients — ordinateur et logiciel via le réseau.

Le client formule des requêtes puis les transmet au serveur. Le serveur traite les demandes, puis envoie sa réponse au client. Le client affiche la réponse (par exemple, il présente le résultat à l'écran).

Un protocole de communication établit le format des requêtes envoyées au serveur, et des réponses de celui-ci. Les utilisations courantes des serveurs sont le serveur de fichiers, de base de données, de courrier, ainsi que le serveur web

III. Le Réseau privé virtuel(VPN):

Dans les réseaux informatiques et les télécommunications, le réseau privé virtuel ou VPN est vu comme une extension des réseaux locaux et préserve la sécurité logique que l'on peut avoir à l'intérieur d'un réseau local. Il correspond en fait à une interconnexion de réseaux locaux via une technique de « tunnel ». Nous parlons de VPN lorsqu'un organisme interconnecte ses sites via une infrastructure partagée avec d'autres organismes.

Il existe deux types de telles infrastructures partagées : les « Publiques » comme Internet et les infrastructures dédiées que mettent en place les opérateurs pour offrir des services de VPN aux entreprises.

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

C'est sur internet et les infrastructures IP que se sont développées les techniques de « tunnel ».

Il permet d'échanger des données entre deux ordinateurs sur un réseau partagé ou public, selon un mode qui émule une liaison privée point à point.

III.1. Latunnelisation :

La tunnelisation est un protocole permettant aux données passant d'une extrémité à l'autre du VPN d'être sécurisées par des algorithmes de cryptographie.

III.1.1. Principe :

Le terme tunnel est utilisé pour symboliser le fait que entre l'entrée et la sortie du VPN les données sont chiffrées et donc normalement incompréhensibles pour toute personne située entre les deux extrémités du VPN, comme si les données passaient dans un Tunnel. De plus, créer un tunnel signifie aussi encapsuler un protocole dans un protocole de même niveau du modèle OSI (IP dans IP Sec par exemple). Dans le cas d'un VPN établi entre deux machines, on appelle client VPN l'élément permettant de chiffrer les données à l'entrée et serveur VPN (ou plus généralement serveur d'accès distant) l'élément déchiffrant les données en sortie.

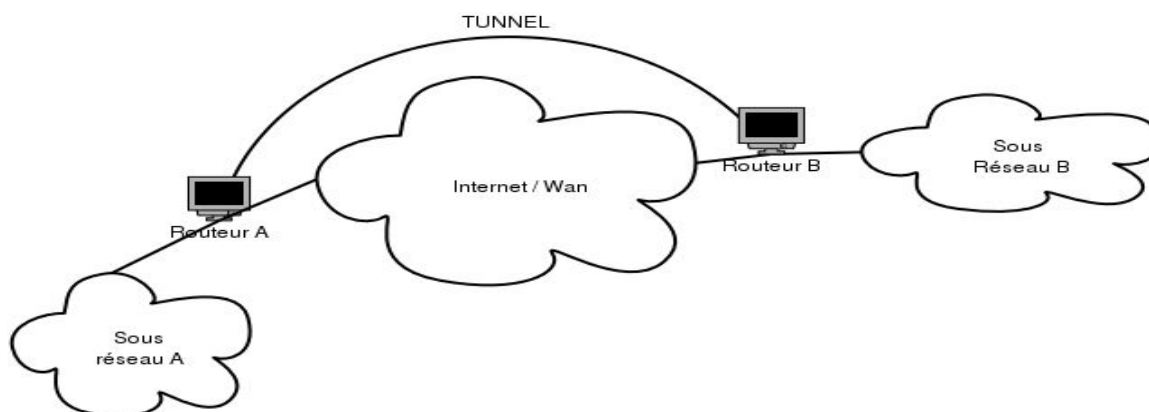


Figure IV.5 : Tunnel interconnectant le réseau sous réseau A au sous réseau B à travers le réseau Internet.

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

III.2. Les protocoles de tunnelisation :

Voici les principaux protocoles de tunnelisation :

III.2.1. PPTP :

Est un protocole de niveau 2 développé par Microsoft, 3Com, Ascend, US Robotics et ECI Telematics.

III.2.2. L2F :

Est un protocole de niveau 2 développé par Cisco, Northern Telecom et Shiva.
Il est désormais quasi-obsolète

III.2.3. L2TP :

Est l'aboutissement des travaux de l'IETF (RFC 2661) pour faire converger les fonctionnalités de PPTP et L2F. Il s'agit ainsi d'un protocole de niveau 2 s'appuyant sur PPP.

III.2.4. IP Sec :

Est un protocole de niveau 3, issu des travaux de l'IETF, permettant de transporter des données chiffrées pour les réseaux IP.

III.3. Concept de VPN :

Les réseaux locaux d'entreprise LAN sont des réseaux internes à une organisation, c'est-à-dire que les liaisons entre machines appartiennent à l'organisation. Ces réseaux sont de plus en plus souvent reliés à Internet par l'intermédiaire d'équipements d'interconnexion.

Il arrive ainsi que des entreprises éprouvent le besoin de communiquer avec des filiales, des clients ou même des personnels géographiquement éloignés via internet.

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

Pour autant, les données transmises sur Internet sont beaucoup plus vulnérables que lorsqu'elles circulent sur un réseau interne à une organisation car le chemin emprunté n'est pas défini à l'avance, ce qui signifie que les données empruntent une infrastructure réseau publique appartenant à différents opérateurs. Ainsi il n'est pas impossible que sur le chemin parcouru, le réseau soit écouté par un utilisateur indiscret ou même détourné.

Il n'est donc pas concevable de transmettre dans de telles conditions des informations sensibles pour l'organisation ou l'entreprise. La première solution pour répondre à ce besoin de communication sécurisé consiste à relier les réseaux distants à l'aide de liaisons spécialisées.

Ce réseau est dit virtuel car il relie deux réseaux "physiques" (réseaux locaux) par une liaison non fiable (Internet), et privé car seuls les ordinateurs des réseaux locaux de part et d'autre du VPN peuvent "voir" les données. Le système de VPN permet donc d'obtenir une liaison sécurisée à moindre coût, si ce n'est la mise en œuvre des équipements terminaux.

En contrepartie il ne permet pas d'assurer une qualité de service comparable à une ligne louée dans la mesure où le réseau physique est public et donc non garanti.

IV. La simulation de notre projet :

A travers le packettracer on est arrivées à simuler ce réseau qui assure le transfert des données radar de la station jusqu'au CCR,

Ce réseau est incluse dans le réseau mondial internet et il a une adresse IP statique louer par AlgérieTelecom, cette ligne spécialisée est la ligne qui assure la redondance de la ligne actuelle « le câble coaxial » en toute sécurité.

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

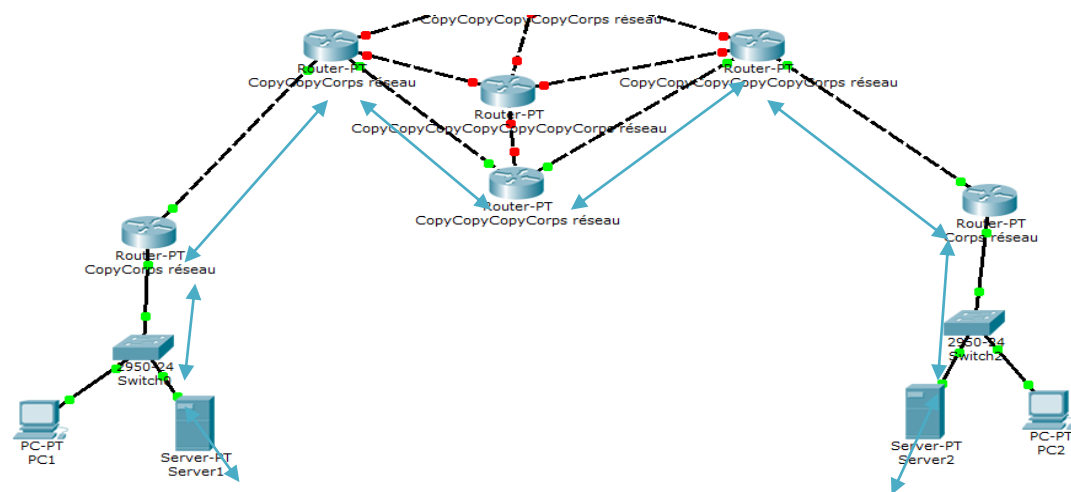


Figure VI.6 : Le schéma de transfert des données de la station jusqu'au CCR

Pour arriver à simuler ce réseau on est passé par la configuration de chaque élément du réseau, au début de notre configuration on commence par le PC1 du premier LAN.

VI.1. La configuration du PC1 :

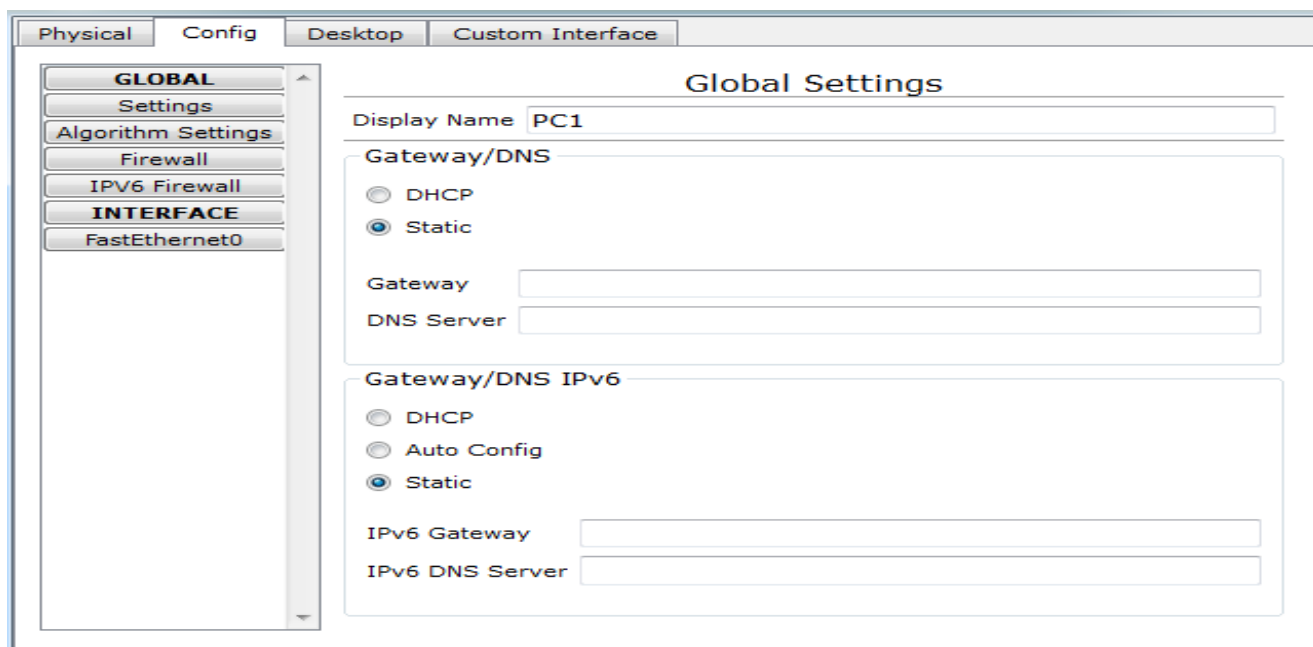


Figure VI.7 : la fenêtre de la configuration du PC1

Config : display : PC1

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

VI.2. configuration du serveur 1 :

Config : display name : serveur 1

, On coupe le HTTP, HTTPS,TFTP,Syslog , AAA, NTP puis on configure notre serveur par mettre une adresse IP ,l'adresse de la passerelle ,le masque de sous réseau et l'adresse du serveur DNS et on fin en enregistre tous sa.

DHCP

Service On Off

Pool Name

Default Gateway

DNS Server

Start IP Address :

Subnet Mask:

Maximum number of Users :

TFTP Server:

Pool Nam	Default Gate	DNS Serve	Start IP Add	Subnet Mask	Max Num	T
serverPool	192.168.1.0	192.168.1.1	192.168.1.2	255.255.255.0	254	0

< >

Figure VI.8 : la fenêtre de la configuration du serveur

```
Command Prompt
Packet Tracer SERVER Command Line 1.0
SERVER>ipconfig

FastEthernet0 Connection: (default port)
Link-local IPv6 Address.....: FE80::205:5EFF:FE2A:989A
IP Address.....: 192.168.1.1
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 0.0.0.0

SERVER>
```

Figure VI.9 : la fenêtre de commande du serveur

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

VI.3. Configuration de Switch :

On fait lier le Switch avec le PC et le serveur par des câbles direct et par le routeur par un câble croisé.

VI.4. Configuration du routeur :

On ajoute une adresse IP qui est la passerelle du réseau pour faire configurer le routeur et on va le lier par un autre réseau (câble croisé).

VI.5. La configuration d'un VPN sous l'UNIX TRUE 64 sur un serveur :

```
System Bootstrap, Version 12.1(3r)T2, RELEASE SOFTWARE (fc1)
Copyright (c) 2000 by cisco Systems, Inc.
PT 1001 (PTSC2005) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes of memory

Self decompressing the image :
##### [OK]

                Restricted Rights Legend

Use, duplication, or disclosure by the Government is
subject to restrictions as set forth in subparagraph
(c) of the Commercial Computer Software - Restricted
Rights clause at FAR sec. 52.227-19 and subparagraph
(c) (1) (ii) of the Rights in Technical Data and Computer
Software clause at DFARS sec. 252.227-7013.

                cisco Systems, Inc.
                170 West Tasman Drive
                San Jose, California 95134-1706

Cisco Internetwork Operating System Software
IOS (tm) PT1000 Software (PT1000-I-M), Version 12.2(28), RELEASE SOFTWARE (fc5)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
```

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

```
Copyright (c) 1986-2005 by cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 27-Apr-04 19:01 by miwang

PT 1001 (PTSC2005) processor (revision 0x200) with 60416K/5120K bytes of memory
.
Processor board ID PT0123 (0123)
PT2005 processor: part number 0, mask 01
Bridging software.
X.25 software, Version 3.0.0.
8 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)
2 Low-speed serial(sync/async) network interface(s)
32K bytes of non-volatile configuration memory.
63488K bytes of ATA CompactFlash (Read/Write)

Press RETURN to get started!

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet6/0, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet7/0, changed state to up

%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet8/0, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet9/0, changed state to up
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet6/0, changed state to administratively do
wn
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet7/0, changed state to administratively do
wn
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet8/0, changed state to administratively do
wn
%LINK-5-CHANGED: Interface FastEthernet9/0, changed state to administratively do
wn
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state t
o up
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state t
o up
```

Figure VI.10 : la fenêtre de la configuration du routeur

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

V. circulation des données :

Après le traitement des données qui viennent de l'antenne radar au serveur 1, les données sont circulées dans un réseau VPN.

Du serveur 1 qui est à la station radar d'Alger les données Alo et TH qui sont sous un format ASTERIX nous donnons les Plots radars primaire et secondaire sur le PC 1 et aussi d'autres informations sur les cibles comme l'identification de l'aéronef son altitude sa destination... qui sont dans leur zone de couverture via le Switch 0.

Les données Alo et TH peuvent traverser le routeur 1 puis le 2, le 3, le 4 et le 5ème routeur au Switch 1 et en fin au PC 2 qui est au CCR.

La route utilisée du premier routeur jusqu'au dernier elle n'est pas la seule route disponible car Algérie Telecom a une infinité des routes disponibles dans le cas du coupure de cette route qu'on a choisie comme exemple.

La circulation des données elle est bidirectionnelle mais nous avons besoin de la faire circuler dans une seule direction de la station Radar au CCR

Pour réaliser ce réseau l'ENNA elle doit passer par Algérie Telecom pour réserver une adresse IP spéciale pour plus de sécurité des données.

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

Toute cette circulation est assurée quand on a internet au niveau des deux sites.

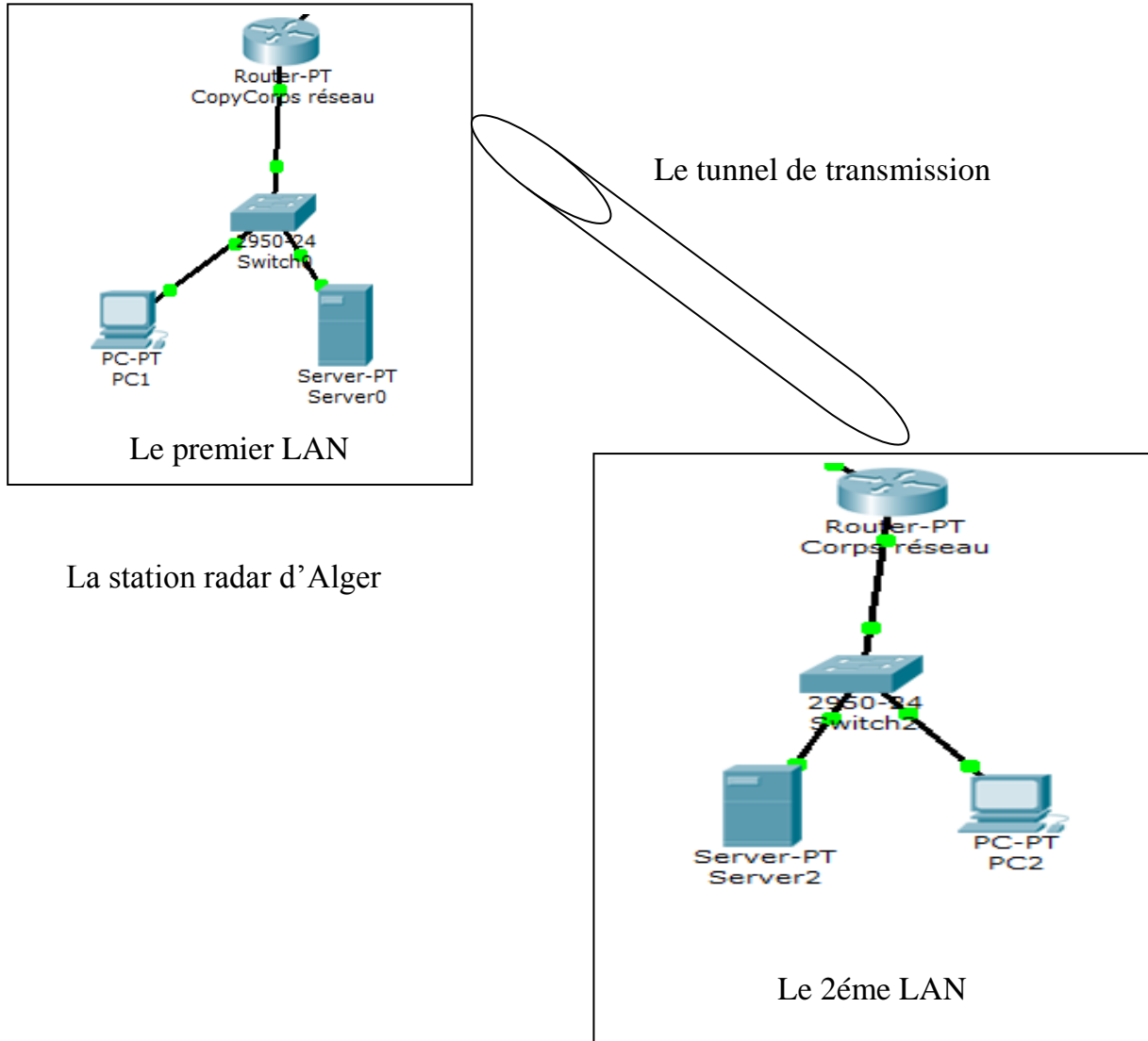


Figure VI.11 les sites concernés

Chapitre IV : les réseaux informatique, le réseau VPN et la simulation du nouveau support de transmission des données Radar

V.1. Pour quoi le choix VPN ?

Dans notre cas on a choisi le protocole PPTP parce que ce protocole est compatible avec notre projet qui relie deux sites distant qui sont la station radar d'Alger et le CCR et aussi para port au système d'exploitation utilisé aux serveurs de l'ENNA qui est l'INUX

Et on choisit le VPN car leurs :

- Sécurité : assure des communications sécurisées et chiffrées.
- Simplicité : utilise les circuits de télécommunication classique.
- Économie : utilise internet en tant que média principal de transport, ce qui évite les couts liés à une ligne dédiée.

Le système d'exploitation INUX a déjà un VPN inclue dans le système lui même donc on n'a pas besoin d'installer un VPN sur notre PC ou notre serveur, on a juste besoin a la configuration de ce VPN pour lui donnée une adresse IP spécifique ou une adresse statique

IV. Conclusion :

Dans ce chapitre pour arriver a réaliser le nouveau support de transmission des données Radar de la station d'Alger au CCR d'une manière sécurisé et rapide (en temps réel), on a du commencer toute au début à essayer de comprendre qu'est qu'un réseau informatique ? et quel sont les instruments utilisés pour avoir un réseau ?le model OSI ? comment la donnée circule dans un réseau ? puis le réseau virtuel VPN et la technique de tunnelisation et ces protocoles et comment on peut crée ce réseau VPN ?, et en fin pour faire simuler le support on a utilisé le pakcet tracer de CISCO.

Conclusion générale :

Aujourd'hui internet est devenu le moyen d'échange de l'information le plus utilisée au monde entier.

L'ENNA est un des clients d'Algérie télécom, dont l'utilisation de ces moyens de transmission disponibles : fibre optique ; support 2MB ; lignes spécialisées et les hot lignesPour envoyer ces données Radar ; téléphonies ; fréquences des différents sites qui sont la station Radar secondaire d'Oran, Annaba ,El Oued, El Bayhed et la station Radar secondaire Co-implanté avec un Radar primaire d'Alger au nord de l'Algérie et le système ADS-C au sud, vers le centre de control régional CCR et même vers les différentes approches.

On a proposé ce thème afin d'assurer la redondance du support existant qui est un câble coaxial par une ligne virtuel dans le réseau internet.

Cette ligne assure le transfert des données radar de la station radar d'Alger vers le CCR et vers la position de la supervision à la salle technique pour avoir la télésignalisation et l'image brute de la station , et assure aussi la continuité de service même avec une coupure du support existant ,ce transfert des données se fait sous le protocole PPTP comme le système d'exploitation utilisées au niveau des serveur de l'ENNA d'Alger est l'INUX.

Cette technique utilisée parce qu'elle est simple, rapide, sécurisée et de plus elle n'est pas trèscouteuse.

Cette étude est très intéressante surtout qu'on a eu la chance de passer notre stage pratique au Centre de Contrôle Régional CCR d'Alger, Ils nous ont vraiment fait découvrir le mode de travail dans cette entreprise et même comment savoir gérer le stress dans un régime opérationnel où le temps de l'intervention est très important, c'est pour cela qu'il faut vraiment penser à tous redonder.

Bibliographie :

- [1] Christian Wolff, traduction en langue française Christophe Paumier « Radar tutorial » GNU free documentation License version 1.3.3 novembre 2008.
- [2] Mathieu Androz « installation et configuration d'un VPN routé avec Open VPN »
Publié le 5 avril 2009 - Mis à jour le 17 avril 2009.
- [3] Denis de REYNAL Jehan-Guillaume de RORTHAIS Sun Seng TAN
« Présentation sur les VPN » Informatique et Réseaux 3^{ème} année – Février 2004.
- [4] Jerome66 « Code OACI » OACI article discuter 18 juillet 2014.
- [5] Alenia Marconi Systems « ALGERIA SYRAL PROJECT SOFTWARE USER MANUAL FOR THE TRACKS HANDLER CSCI » 28 May, 1999.
- [6] Service Technique de la Navigation Aérienne Département 4 « ASTERIX PRIMAIRE VERSION 5.1 ANNEXE 1 » Avril 2000.
- [7] Service Technique de la Navigation Aérienne Département 4 « ASTERIX PRIMAIRE VERSION 5.1 ANNEXE 2 » Avril 2000.
- [8] Eurocontrol Agency « EUROCONTROL STANDARD DOCUMENT FOR RADAR DATA EXCHANGE Part 2a Transmission of Mono radar Data Target Reports » aout 2011.
- [9] Eurocontrol « EUROCONTROL STANDARD DOCUMENT FOR Radar Data Exchange Part 2b Transmission of Mono radar Service Messages » November 1997.
- [10] www.enna.dz