

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



**Université Saad DAHLEB - BLIDA**  
Institut d'aéronautique et des études spatiales

**Projet de fin du cycle**  
pour l'obtention du diplôme de Master

**Spécialité: CNS/ATM**  
Communication, Navigation et Surveillance / Air Traffic Management

**THÈME:**

**Traitement donnée radar**  
**( ASTERIX )**

**Présenté par:**  
GUERRA Abderraouf

**Promotrice: M<sup>me</sup> H.AZINE**

**Encadreur : M<sup>me</sup> F.BRAHIMI**

Promotion : 2016 - 2017

## REMERCIEMENTS

En préambule à ce mémoire je remercie Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En guise de reconnaissance, je tiens à témoigner mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de mon stage de fin d'étude et à l'élaboration de ce mémoire.

Je remercie ma famille et en particulier mes chers parents. Tout au long de mon cursus, ils m'ont toujours soutenu, encouragé et aidé.

J'adresse mes sincères remerciements à madame **BENKHADA Amina**, directrice de L'Institut d'Aéronautique et des Études Spatiales.

Mes remerciements s'adressent également à mon encadrante madame **BRAHIMI Fadila** pour le temps qu'elle a consacré et pour les précieuses informations qu'elle m'a prodiguées avec intérêt et compréhension.

Je tiens à remercier également ma promotrice madame **AZINE Houria** pour son suivi, son énorme soutien et sa riche expérience et l'accueil cordial qu'elle m'a toujours réservé.

Je désire aussi remercier l'informaticien monsieur **YAHIA Brahim** pour sa disponibilité, sa rigueur et son sens d'écoute et d'échange.

## Résumé

Dans cette thèse on va essayer de créer un module du système de traitement des données radar qui est le "décodage des données radar sous la norme **ASTERIX**", ce module est considéré comme un point de départ pour autres améliorations et aussi pour construire une plateforme complète qui traite et décode les messages ASTERIX reçus depuis les stations radars .

---

## Abstract

In this thesis we will try to create a module of the radar data processing system which is the "decoding of the radar data under the standard **ASTERIX**", this module is considered as a starting point for other improvements and also to build a complete platform which processes and decodes the **ASTERIX** messages received from the radar stations.

---

## المخلص

في هذه الأطروحة سوف نحاول إنشاء وحدة نمطية لنظام معالجة بيانات الرادار وهو "فك بيانات الرادار تحت معيار أستريكس"، تعتبر هذه الوحدة كنقطة انطلاق لتحسينات أخرى وأيضا لبناء منصة كاملة الذي يقوم بتشغيل وتشفير رسائل أستريكس المستلمة من محطات الرادار.

# Abréviations

ACARS: Aircraft Communications Addressing and Reporting System

ADS-B: Automatic Dependent Surveillance -Broadcast

ADS-C : Automatic Dependent Surveillance -Contract

AIG : Audit Interne de Gestion.

ASTERIX : All Purposes STructured Eurocontrol SuRveillance Information EXchange

CQRENA : Centre de Qualification, de Recyclage et d'Expérimentation de la Navigation Aérienne.

DDNA : Direction du Développement de la Navigation Aérienne.

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

DJRH : Direction Juridique et des Ressources Humaines.

DL : Direction de la Logistique.

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

DTNA : Direction Technique de la Navigation Aérienne.

ENEMA : Etablissement National pour l'Exploitation Météorologique et Aéronautique

ENESA : Entreprise Nationale de l'Exploitation et de la Sécurité Aéronautique

FSPEC: Field SPECification

IFF: Identification Friend or Foe

IGT : Inspection Générale Technique.

LAN : Réseau local

MAN : Réseau métropolitain

OGSA : Organisation de la Gestion de la Sécurité Aéronautique

ONAM : Office de la Navigation Aérienne et de la Météorologie

PAN : Réseau personnel

PSR : Primary Surveillance Radar

RAN : Réseau régional

RDP : Radar Data Processor

RHP: Radar Head Processor

SDLC: Synchrones Data Link Control

SIE : Sûreté Interne de l'Etablissement.

SSR : Secondary Surveillance Radar

UAP : Profil d'application utilisateur

WAN : Réseau étendu

WLAN : Réseaux locaux sans fil

# Liste des figures

<b>I.1</b>	: Organigramme de l'E.N.N.A .....	<b>2</b>
<b>I.2</b>	: Radar primaire.....	<b>3</b>
<b>I.3</b>	: Le principe radar .....	<b>4</b>
<b>I.4</b>	: Topologie en bus.....	<b>9</b>
<b>I.5</b>	: Topologie en étoile.....	<b>10</b>
<b>I.6</b>	: Topologie en anneau.....	<b>11</b>
<b>I.7</b>	: Format d'une trame HDLC.....	<b>12</b>
<b>II.1</b>	: La station radar d'Alger.....	<b>14</b>
<b>II.2</b>	: Le format d'un champ fixe.....	<b>19</b>
<b>II.3</b>	: Le format d'un champ étendu.....	<b>19</b>
<b>II.4</b>	: Le format d'un champ répétitif.....	<b>19</b>
<b>II.5</b>	: Exemple de Forme du message ASTERIX.....	<b>20</b>
<b>III.1</b>	: <i>Schéma simplifiée sur la route d'un message ASTERIX</i> .....	<b>37</b>
<b>III.2</b>	: schéma synoptique de la méthode du décodage d'un message ASTERIX.....	<b>39</b>
<b>III.3</b>	: Le schéma synoptique de la méthode existante du décodage.....	<b>39</b>
<b>III.4</b>	: Décodage manuel.....	<b>40</b>
<b>III.5</b>	: Un extrait d'un message ASTERIX Cat01 au format HEX.....	<b>40</b>
<b>III.6</b>	: Un extrait d'un message ASTERIX Cat48 au format HEX.....	<b>43</b>

# Liste des tableaux

<b>II.1</b> : Articles de Données Standard.....	<b>21</b>
<b>II.2</b> : L'octet N° 1 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 5.1.....	<b>22</b>
<b>II.3</b> : L'octet N° 2 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 5.1.....	<b>22</b>
<b>II.4</b> : L'octet N° 3 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 5.1.....	<b>22</b>
<b>II.5</b> : L'octet N° 4 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 5.1.....	<b>23</b>
<b>II.6</b> : Les deux octets de l'identification.....	<b>23</b>
<b>II.7</b> : L'octet 1 de Descripteur de type.....	<b>24</b>
<b>II.8</b> : L'octet 2 de Descripteur de type.....	<b>24</b>
<b>II.9</b> : L'octet de Numéro de piste.....	<b>24</b>
<b>II.10</b> : Les octets de la Position mesurée en coordonnées polaires.....	<b>25</b>
<b>II.11</b> : L'octet de la Vitesse sol.....	<b>25</b>
<b>II.12</b> : L'octet 1 de la vitesse doppler.....	<b>25</b>
<b>II.13</b> : L'octet 2 et 3 de la vitesse doppler.....	<b>26</b>
<b>II.14</b> : L'octet 4 et 5 de la vitesse doppler.....	<b>26</b>
<b>II.15</b> : L'octet 1 de l'état de la piste.....	<b>27</b>
<b>II.16</b> : L'octet 2 de l'état de la piste.....	<b>27</b>
<b>II.17</b> : L'octet 1 de la Qualité de la piste.....	<b>28</b>
<b>II.18</b> : L'octet 1 de l'avertissement/Situation d'erreur.....	<b>28</b>
<b>II.19</b> : Catégorie 048.....	<b>28</b>
<b>II.20</b> : Éléments de données standard de la catégorie 048.....	<b>30</b>
<b>II.21</b> : Éléments de données standard de la catégorie 048.....	<b>34</b>

# SOMMAIRE

---

<b>Résumé</b> .....	I
<b>Sommaire</b> .....	II
<b>Introduction général</b> .....	V
<b>CHAPITRE I : Systèmes de Surveillance</b> .....	1
<b>I. Introduction</b> .....	2
<b>I.1 Présentation de l'établissement (ENNA)</b> .....	2
<b>I.2 Organisation</b> .....	2
<b>II. Les Radars</b> .....	3
<b>II.1 Radar primaire</b> .....	3
<b>II.2 RADAR SECONDAIRE</b> .....	4
<b>II.2.1 les types de radar secondaire</b> .....	5
<b>a- Le radar secondaire mode (A/C)</b> .....	5
<b>b- Le radar secondaire mode S (Sélectif)</b> .....	6
<b>II.3 L'ADS (Automatic Dependent Surveillance)</b> .....	6
<b>II.3.1 L'ADS-C (Automatic Dependent Surveillance -Contract)</b> .....	6
<b>II.3.2 L'ADS-B (Automatic Dependent Surveillance -Broadcast)</b> .....	7
<b>II.4 La différence entre le radar et l'ADS</b> .....	7
<b>III. Modem</b> .....	8
<b>IV. Les réseaux informatiques</b> .....	8
<b>IV.1 LAN</b> .....	8
<b>IV.1.1 Les topologies</b> .....	9
<b>A. Topologie en bus</b> .....	9
<b>B. Topologie en étoile</b> .....	10
<b>C. Topologie en anneau</b> .....	11



# SOMMAIRE

---

<b>V. La transmission des données</b> .....	11
<b>V.1 Une trame</b> .....	11
<b>V.2 Le protocole HDLC</b> .....	12
<b>CHAPITRE 2: ASTERIX All Purposes STructured Eurocontrol</b>	
<b>SuRveillance Information Exchange</b> .....	13
<b>I. Introduction</b> .....	14
<b>II. L'architecteur de radar d'Alger</b> .....	14
1. <b>Système radar de surveillance secondaire monopulse</b> .....	15
2. <b>Le système Radar Head Processor</b> .....	15
<b>III. Le format ASTERIX</b> .....	16
1. <b>Les catégories de l'ASTERIX</b> .....	16
2. <b>Description des catégories de données radar</b> .....	17
<b>IV. CAT001 Transmission des Rapports Monoradar des Cibles</b> .....	18
1. <b>Définitions</b> .....	18
1.1 <b>Le message ASTERIX</b> .....	18
1.2 <b>Définitions de type de champ</b> .....	18
1.2.1 <b>Champ fixe</b> .....	18
1.2.2 <b>Champ étendu</b> .....	19
1.2.3 <b>Champ répétitif</b> .....	19
1.3 <b>Définition d'un bloc</b> .....	19
1.4 <b>Définition d'un enregistrement</b> .....	20
1.5 <b>Le champ FSPEC ou le champ spécifique</b> .....	21
1.6 <b>La spécification de chaque octet de FSPEC</b> .....	23

# SOMMAIRE

---

<b>V. CAT048 Transmission des Rapports Monoradar des Cibles</b>	
(Future version de la cat 01 utilisé par le radar mode S).....	28
1. Introduction.....	28
2. Composition des messages.....	29
2.1. Éléments de données standard.....	29
2.2. Description des éléments de donnée standard.....	30
3. Transmission des informations de surveillance.....	33
3.1. Profil d'application utilisateur standard .....	33
<b>CHAPITRE 3 : Réalisation d'un système de décodage d'un message ASTERIX</b>	<b>36</b>
<b>I. Introduction.....</b>	<b>37</b>
<b>II. L'intérêt de créer une application de décodage d'un message</b>	
<b>ASTERIX .....</b>	<b>37</b>
<b>III. Le choix du langage de programmation.....</b>	<b>38</b>
<b>IV. Décodage d'un message ASTERIX.....</b>	<b>39</b>
<b>VI.1 Décodage Manuel .....</b>	<b>40</b>
<b>VI.1.1 Décodage Catégorie 01 .....</b>	<b>40</b>
<b>VI.1.2 Décodage Catégorie 48 .....</b>	<b>43</b>
<b>VI.2 Décodage automatique .....</b>	<b>48</b>
<b>VI.2.1 L'organigramme .....</b>	<b>49</b>
<b>VI.2.2 Déroulement du décodage .....</b>	<b>51</b>
<b>VI.2.3 Décodage catégorie 01 .....</b>	<b>53</b>
<b>VI.2.4 Décodage Catégorie 48 .....</b>	<b>54</b>
<b>V. Conclusion .....</b>	<b>57</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>58</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>59</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>61</b>

# Introduction générale

---

## Introduction

Dans ce projet nous avons effectué une étude approfondie de l'ASTERIX qui est un standard sous lequel sont formatées les données de surveillance fournis par le système RADAR.

Cette étude nous a permis de créer une application de décodage et d'interprétation des messages ASTERIX de la catégorie 001 (PSR et SSR), et sa évolution qu'est la catégorie 048.

Cette application contribuera dans l'échange efficace harmonisé des données entre la station radar et l'ATC et facilitera la tâche de traitement de donnée sur les plans filtrage des données et leur contrôle.

A cet effet mon travail s'articulera autour de trois axes. Le premier s'attachera au système de surveillance.

Le second détaillera le format ASTERIX avec une étude approfondit sur la catégorie 001 et la catégorie 048. Le dernier axe s'attachera au décodage d'un message ASTERIX manuellement et automatiquement.



# CHAPITRE : I

## Systemes de Surveillance

# CHAPITRE I

## I. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons voir les deux types de radar qui sont le radar primaire et le radar secondaire, ainsi que la nouvelle technologie de surveillance qui est l'ADS, ainsi que la présentation de lieu de stage avec quelques définitions.

### I.1 Présentation de l'établissement (ENNA)

L'établissement National de la Navigation Aérienne « ENNA » assure les services de la circulation aérienne au départ, à l'arrivée et en route des vols sur les aéroports algériens et dans l'espace aérien national ainsi qu'en méditerranée, d'une façon générale dans les zones que lui a confiées l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale « OACI ». En outre, il prend en charge les opérations de renouvellement et de mise en conformité des instruments de la radionavigation. Au nom de l'état est placée sous la tutelle de ministère des transports. Ses actions prioritaires : la sécurité des vols, la régularité des vols avec un coût maîtrisé de ses services.

La qualité du service public de sécurité rendu à ses clients, usagers et partenaires, en Algérie comme à l'international, repose et continuera à reposer essentiellement sur la compétence personnelle et sur le sens de l'engagement collectif des agents opérationnels, managers, ingénieurs, agents administratifs <sup>[11]</sup>.

### I.2 Organisation

L'ENNA est structurée comme illustre l'organigramme suivant <sup>[12]</sup> :

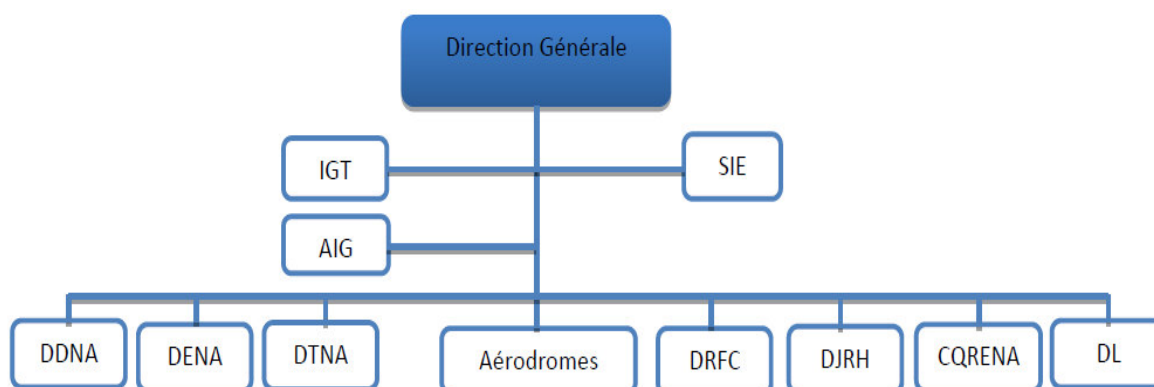


Figure I.1 : Organigramme de l'E.N.N.A

## II. Les Radars<sup>[7]</sup> :

Un radar est un instrument de télédétection active qui génère des impulsions d'onde électromagnétique de fréquence donnée.

Deux types de radar sont utilisés dans l'aviation civile :

- ❖ Le radar primaire
- ❖ Le radar secondaire

### II.1 Radar primaire :



**Figure I.2:** Radar primaire

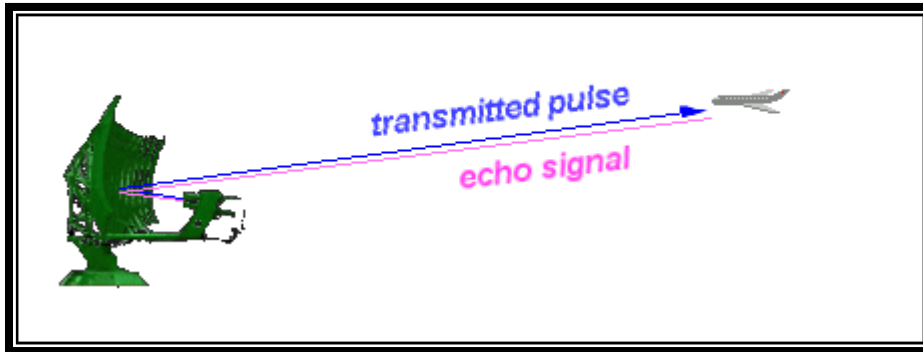
Un radar primaire (*Primary Surveillance Radar* ou PSR en anglais) est un capteur radar classique qui illumine une large portion d'espace avec une onde électromagnétique et qui reçoit en retour les ondes réfléchies par les cibles se trouvant dans cet espace. Le terme désigne donc un système radar utilisé pour détecter et localiser des cibles potentiellement non-coopératives. Il est spécifique au domaine du contrôle aérien.

Les avantages du radar primaire sont donc qu'aucun équipement embarqué dans l'avion n'est nécessaire pour la détection de la cible et il peut être utilisé pour la

# CHAPITRE I

---

surveillance des mouvements des véhicules au sol. Ses inconvénients sont que les cibles et leur altitude ne peuvent pas être identifiées directement. En plus, il nécessite des émissions puissantes ce qui limite sa portée.



**Figure I.3 :** Le principe radar

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  $\theta$  calculé sur la position d'une antenne directive en azimut ;
- Une vitesse radiale par effet Doppler-Fizeau.

## II.2 RADAR SECONDAIRE :

Un radar secondaire ou SSR (Secondary Surveillance RADAR) est un dispositif radar de contrôle aérien qui "interroge" le ciel. Le sigle IFF, (Identification Friend or Foe), désigne un dispositif électronique embarqué développé par les Alliés pendant la Seconde Guerre mondiale permettant, par interrogation radar, d'identifier les aéronefs "amis" ou "ennemis".

Ce type de radar permet de déterminer, comme tous les radars, la position de l'avion à l'aide d'un gisement et d'une distance relatifs à l'antenne.

# CHAPITRE I

---

Le radar secondaire a plusieurs avantages qui lui sont propres. Comme un transpondeur est nécessaire pour être détecté par un radar secondaire, seuls les plots pertinents seront visualisés, les obstacles ou oiseaux n'apparaîtront pas, évitant ainsi une "pollution visuelle".

Un autre avantage est le fait que des données peuvent être transmises au système radar.

Les données dépendent du mode du transpondeur utilisé par l'avion, et des capacités de l'antenne radar. L'IFF permet entre autres d'obtenir l'altitude de l'appareil par mode d'interrogation.

Le mode d'interrogation 3/C est directement relié à l'altimètre de l'appareil. De par sa conception, le radar IFF est de taille très réduite, d'autre part le trajet de l'information est divisé par deux comparé à n'importe quel radar.

## **II.2.1 les types de radar secondaire :**

Le radar secondaire émet deux ou trois impulsions pour interroger les aéronefs volant dans le secteur de contrôle aérien. La séparation temporelle entre deux impulsions détermine le mode utilisé, on distingue donc deux types de radar secondaire :

### **a- Le radar secondaire mode (A/C) :**

Avec le mode A l'information transmise est un code SSR composé de quatre chiffres entre 0 et 7 inclus. Ce code sera affiché sur l'écran radar du contrôleur. Chaque avion a un code unique qui permet d'établir une relation entre un plot et un avion, d'identifier avec certitude que ce plot correspond à cet avion. On appelle cela l'identification radar. Donc avec le mode A, le contrôleur dispose de la position de l'avion et d'un moyen d'identification radar, et avec le mode C en ajoutant une information d'altitude. Cette donnée est mesurée dans l'avion, transmise au radar, puis visualisée sur l'écran du contrôleur. Souvent désigné par "Alt" sur les transpondeurs actuels <sup>[16]</sup>.



## **b- Le radar secondaire mode S (Sélectif) :**

Le radar secondaire mode S est une évolution du radar secondaire classique. Comme nous l'avons déjà vu les aéronefs sont identifiés par le mode A d'interrogation. Le code est assigné dynamiquement à un appareil par le contrôleur et est entré dans le transpondeur par le pilote. Ce code peut être changé durant le vol selon les besoins du trafic aérien, et un même appareil peut être identifié par plusieurs codes par différents services au sol.

Comme il n'y a que 4 096 codes seulement (**4 chiffres de 0 à 7 soit  $8^4 = 4 096$  codes possibles**) dans le mode A et que le trafic aérien est en constante augmentation, il devient de plus en plus difficile d'assigner un code unique dans une région de contrôle de vol. Cela amène à une confusion potentielle entre l'appareil et les services au sol qui peut engendrer des accidents si deux avions ont le même numéro d'identification.

Le mode S permettra un codage d'identification sur 24-bits (16 777 216 possibilités de code), aussi un échange plus riche en informations dans les deux sens (avion-station et station-avion), des informations très utiles qui peuvent donner la situation aérienne en temps réel, non seulement aux contrôleurs mais aussi aux différents avions équipés d'un transpondeur mode S <sup>[15]</sup>.

### **II.3 L'ADS (Automatic Dependent Surveillance) :**

L'ADS est une application spécifique au-dessus de ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System). Il donne des rapports de position, que ce soit automatique ou sur demande donc il existe deux types de surveillance dépendante :

#### **II.3.1 L'ADS-C (Automatic Dependent Surveillance -Contract):**

L'ADS-C fonctionne en mode connecté donc il faut établir une connexion entre l'avion et la station intéressée par les informations qu'il va envoyer (en générale une station de contrôle aérien au sol). Ensuite, selon le « contrat » ainsi négocié automatiquement, l'avion va envoyer une seule fois, ou périodiquement, sa position. L'ADS-C est généralement utilisé dans les zones océaniques, en utilisant des liaisons par satellite et comme ces liaisons sont coûteuses, la cadence d'émission des informations est faible.

## II.3.1 L'ADS-B (Automatic Dependent Surveillance -Broadcast) :

ADS-B (la surveillance automatique dépendante par diffusion) est une nouvelle technologie de surveillance dont laquelle l'avion transmet des données à partir des systèmes embarqués en mode de diffusion, ce qui permet de partager ces informations avec d'autres avions.

Les données d'intérêt sont principalement : la position, la vitesse et l'identification. L'ADS-B permet de faire voler les avions avec plus de sécurité et peut permettre une utilisation plus efficace de notre espace aérien.

**A** : il est « automatique » car aucun système externe d'activation n'est nécessaire.

**D** : il est « dépendant » car il utilise les données des systèmes embarqués.

**S** : c'est un système de « surveillance ».

**B** : mode de « diffusion ».

## II.4 La différence entre le radar et l'ADS :

1- L'ADS a un faible coût d'infrastructure par rapport au RADAR classique. En effet, la station réceptrice a besoin seulement d'une antenne permettant de recevoir les signaux ADS, le reste des traitements étant faits à bord des appareils.

2-Dans le système ADS la position est déterminée par les instruments de bord, comme le récepteur GPS donc elle est beaucoup plus précise que le radar.

3-Le radar primaire est un système indépendant et moyen non coopératif. Il ne fournit pas l'altitude, l'identification... Le radar secondaire est indépendant (à l'exception de l'altitude) et coopératif, mais ne détecte pas les avions non équipés de transpondeur. Mais l'ADS est dépendant et coopératif.

4-Avec l'ADS on peut surveiller et suivre les avions dans les régions où on ne peut pas installer de radar.

5-La couverture radar est limitée par la distance, le terrain et les conditions atmosphériques par contre l'ADS dépend de GPS.

### III. Modem

Le terme **modem** est la contraction de **modulateur démodulateur**. Il s'agit d'une interface physique, capable de transformer un signal numérique en un signal analogique (et réciproquement), le modem effectue la modulation de données numériques afin de les faire circuler sur un canal analogique.

Dans la station radar utilise le **modem MD 334** qu'est un équipement modulateur / démodulateur multistandard de table permettant la connexion sur la ligne à commuter et la connexion sur une ligne louée à 2 fils avec des fonctions de sauvegarder et de restauration automatique à une vitesse maximale de 28800 bit/s.

### IV. Les réseaux informatiques :

Les réseaux informatiques sont classés suivant leur portée :

- le bus informatique : réseau dans "la carte mère" ;
- le réseau personnel (PAN) relie des appareils électroniques personnels ;
- le réseau local (LAN) relie les ordinateurs ou postes téléphoniques situés dans la même pièce ou dans le même bâtiment ;
- le réseau local (WLAN) est un réseau LAN utilisant la technologie WIFI ;
- le réseau métropolitain (MAN) est un réseau à l'échelle d'une ville ;
- le réseau étendu (WAN) est un réseau à grande échelle qui relie plusieurs sites ou des ordinateurs du monde entier

Également (à titre indicatif) :

- le réseau régional (RAN) qui a "pour objectif de couvrir une large surface géographique.

Dans les radars le réseau informatique utilisé est le **LAN**

#### IV.1 LAN

Le réseau local LAN est un réseau informatique à une échelle géographique relativement restreinte, il est utilisé pour relier entre eux les ordinateurs, par exemple d'une habitation particulière, d'une entreprise, d'une salle informatique, d'un bâtiment. L'infrastructure est privée et est gérée localement. À l'intérieur, ou « sur »

# CHAPITRE I

le réseau local il y a des ordinateurs fixes ou portables connectés par des câbles ou sans fil (Réseaux locaux sans fil : WLAN). Ces deux mondes communiquent par l'intermédiaire d'un box ou modem ADSL (selon le FAI). La taille d'un réseau local peut atteindre jusqu'à 100 voire 1000 utilisateurs. En élargissant le contexte de la définition aux services qu'apporte le réseau local, il est possible de distinguer deux modes de fonctionnement.

Dans un environnement « paire à paire : P2P » (en anglais peer to peer), dans lequel il n'y a pas d'ordinateur central et chaque ordinateur a un rôle similaire. Dans un environnement « client/serveur », dans lequel un ordinateur central fournit des services réseau aux utilisateurs. Les MAN (Metropolitan Area Network) interconnectent plusieurs LAN géographiquement proches (au maximum quelques dizaines de km) à des débits importants.

Technologies utilisées : Ethernet (sur câbles de paires torsadées), ou Wifi<sup>[17]</sup>.

## IV.1.1 Les topologies <sup>[9]</sup>

La topologie logique, par opposition à la topologie physique, représente la façon dont les données transitent dans les lignes de communication

### A. Topologie en bus

Une topologie en bus est l'organisation la plus simple d'un réseau. En effet, dans une topologie en bus tous les ordinateurs sont reliés à une même ligne de transmission par l'intermédiaire de câble, généralement coaxial. Le mot « bus » désigne la ligne physique qui relie les machines du réseau.

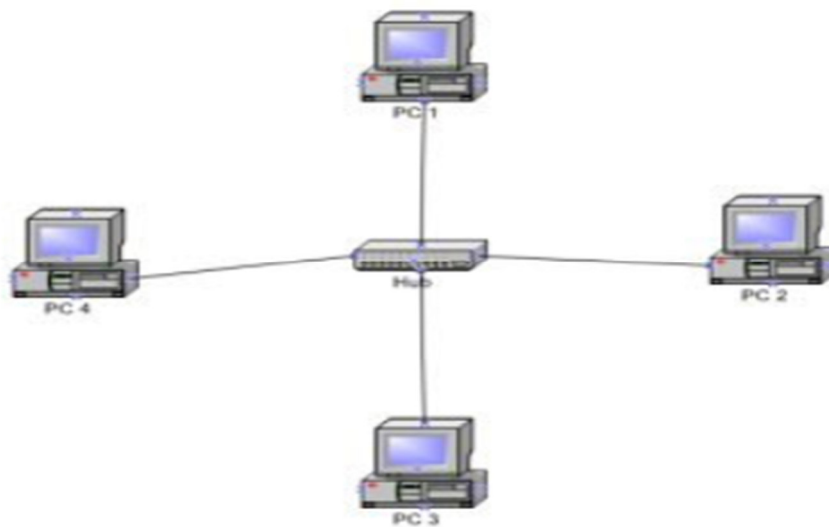


Figure I.4 : Topologie en bus

Cette topologie a pour avantage d'être facile à mettre en œuvre et de posséder un fonctionnement simple. En revanche, elle est extrêmement vulnérable étant donné que si l'une des connexions est défectueuse, l'ensemble du réseau en est affecté.

## B. Topologie en étoile

Dans une topologie en étoile, les ordinateurs du réseau sont reliés à un système matériel central appelé concentrateur. Il s'agit d'une boîte comprenant un certain nombre de jonctions auxquelles il est possible de raccorder les câbles réseau en provenance des ordinateurs. Celui-ci a pour rôle d'assurer la communication entre les différentes jonctions.



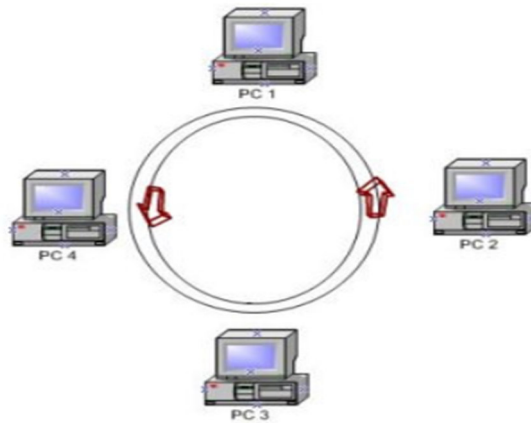
**Figure I.5 :** Topologie en étoile

Contrairement aux réseaux construits sur une topologie en bus, les réseaux suivant une topologie en étoile sont beaucoup moins vulnérables car une des connexions peut être débranchée sans paralyser le reste du réseau. Le point névralgique de ce réseau est le concentrateur, car sans lui plus aucune communication entre les ordinateurs du réseau n'est possible.

En revanche, un réseau à topologie en étoile est plus onéreux qu'un réseau à topologie en bus car un matériel supplémentaire est nécessaire (**HUB**).

## C. Topologie en anneau

Dans un réseau possédant une topologie en anneau, les ordinateurs sont situés sur une boucle et communiquent chacun à leur tour.



**Figure I.6 :** Topologie en anneau

En réalité, dans une topologie anneau, les ordinateurs ne sont pas reliés en boucle, mais sont reliés à un répartiteur qui va gérer la communication entre les ordinateurs qui lui sont reliés en impartissant à chacun d'entre eux un temps de parole.

## V. La transmission des données

La transmission des données est le transport des informations, quel que soit le type, d'un endroit à un autre par un moyen physique. Il existe plusieurs types de transmission, par exemple la transmission des données dans une liaison point à point (peer to peer), qui est une liaison entre deux hôtes uniquement et qui n'est pas conçue pour être utilisée initialement dans un réseau, il n'y a donc pas de notion native d'adresse réseau des deux hôtes, ni de contrôle avancé du flux.

**HDLC**, PPP et SLIP sont des protocoles destinés à permettre l'utilisation d'une liaison point à point dans un réseau, en palliant ses limitations.

### V.1 Une trame :

Dans les réseaux informatiques, une trame est le PDU (Unité de données de protocole) de la couche 2 (Liaison de données) dans le modèle OSI.

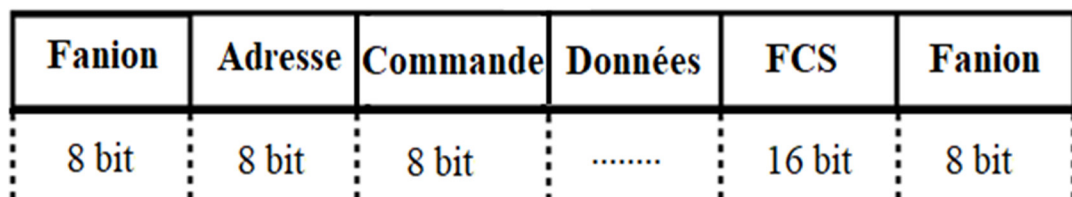
Une trame est délimitée par une série de bits particulière appelée fanion. Une trame est composée d'un header, des informations que l'on veut transmettre, et d'un

# CHAPITRE I

postambule (trailer). Un paquet (dans le cas d'IP par exemple) ne peut transiter directement sur un réseau : il est encapsulé à l'intérieur d'une trame qui elle-même finit en un enchaînement de bits qui circule sur le support physique.

## V.2 Le protocole HDLC

Le protocole **HDLC** est un protocole de couche de liaison du Modèle **OSI** dérivé de **SDLC** (Synchrones Data Link Control). Son but est de définir un mécanisme pour délimiter des trames de différents types, en ajoutant un contrôle d'erreur. Il a été développé par l'Organisation internationale de normalisation "**ISO**". Il relève des normes **ISO 3309** et **ISO 4335**. Il prend en charge les lignes de communication **semi-duplex** et **full-duplex**, les réseaux point à point (peer to peer) et multipoint ainsi que les canaux commutés ou non commutés. La **figure I.4** illustre le format d'une trame **HDLC**.



**Figure I.7** : Format d'une trame HDLC

- Le champ "**Fanion**" indique les bordures de la trame (début et fin).
- "**Adresse**" est celle du destinataire à qui est envoyée la trame.
- Le champ "**Commande**" indique le type de trame. Il existe trois types de trames :
  - ❖ Les trames d'information ("**I**" Information)
  - ❖ Les trames de supervision ("**S**" Supervisory)
  - ❖ Les trames non numérotées ("**U**" Unnumbered)
- Le champ "**Données**" est un champ optionnel de longueur variable et qui contient les données à envoyer.
- Le "**FCS**" est un code ajouté après les données pour détecter d'éventuelles erreurs de transmission, il est codé habituellement sur 16 bits.

# CHAPITRE II :

## ASTERIX

All Purposes STructured Eurocontrol  
SuRveillance Information Exchange



# CHAPITRE II

## I. Introduction :

Dans ce chapitre nous étudions la catégorie 01 de l'ASTERIX standard normalisé sous lequel sont organisés les données radar des systèmes de surveillance conventionnels de la circulation aérienne dont est équipé l'Établissement National de la Navigation Aérienne (ENNA), tel que le radar secondaire et le radar primaire ainsi que leurs systèmes évolutifs tel le radar secondaire mode S future installation radar que l'ENNA va acquérir, qui est organisé sous la nouvelle catégorie 48 qui est une évolution du radar secondaire.

## II. L'architecteur de la station radar d'Alger <sup>[1]</sup>

Le schéma suivant explique les différents composants de la station radar d'Alger :

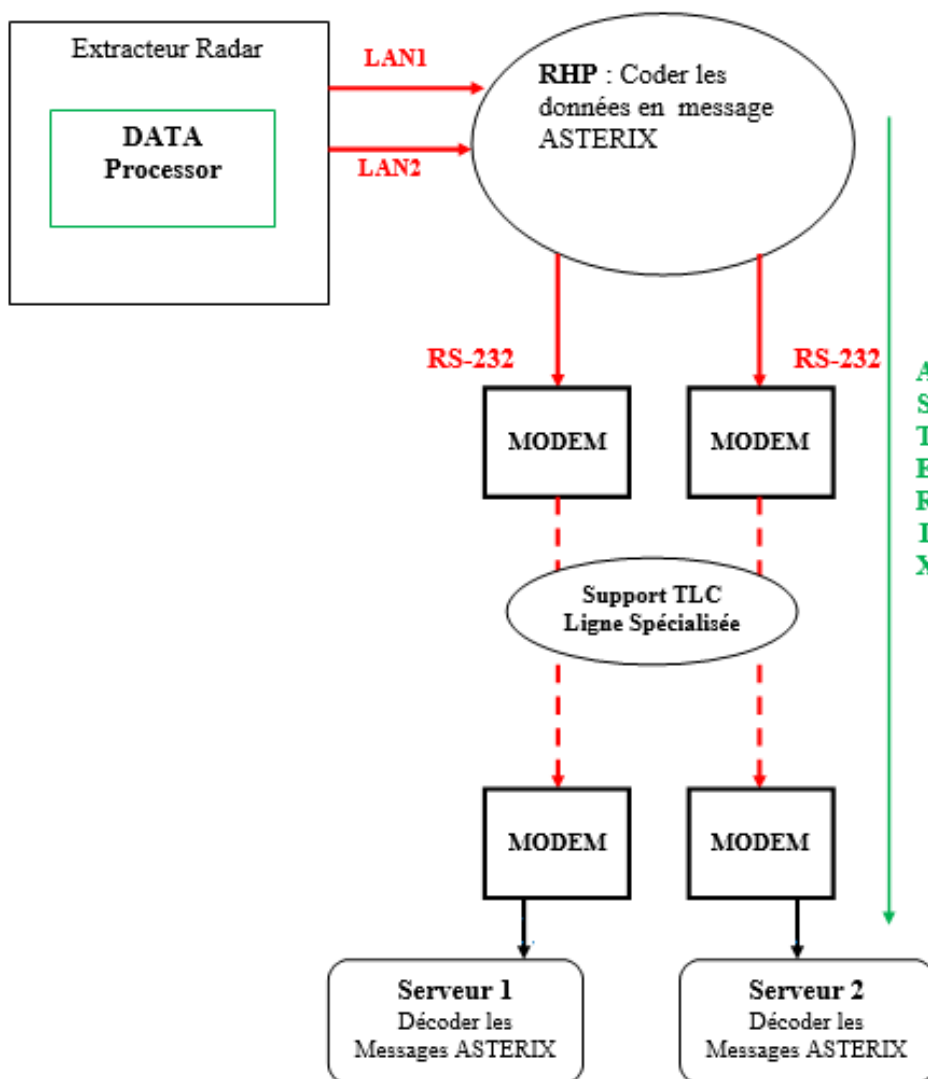


Figure II.1: La station radar d'Alger

## CHAPITRE II

---

### a. Système radar de surveillance secondaire monopulse (EXTRACTOR RADAR)

Le **SIR-M** est la version monopulse du système radar de surveillance secondaire SIR.

L'équipement est entièrement conforme aux recommandations pertinentes de l'OACI et du STANAG.

Cette approche donne un très haut degré de flexibilité au radar et permet l'expansion du système de **SIR-R (SSR traditionnel)** par **SIR-M (SSR monopulse)** à **SIR-S (mode S SSR)** en ajoutant simplement des modules.

**SIR-M** est utilisé pour le contrôle de la circulation aérienne, à base de canal double avec contrôleur / extracteur intégré doté d'un changement automatique de canal et logé dans une seule armoire.

Après le **SIR-M**, il y a un réseau local (**LAN**) qui permet la transmission des données vers le **RHP (Radar Head Processor)** en utilisant le protocole **HDLC**.

### b. Le système Radar Head Processor

Dans l'architecture précédente il y a deux **RHP** (pour assurer la redondance) de marque "**COMPAQ-Alpha server DS 10**" reliés sur le réseau **LAN**, le **RHP** permet de faire la combinaison des deux données reçues du **PSR** et **SSR** de la même cible, calcule la vitesse et écrit les données reçues sous format **ASTERIX** pour les envoyer vers les **modems MD 334** par des câbles

### c. Les modems MD 334

Le terme **modem** est la contraction de **modulateur démodulateur**. Il s'agit d'une interface physique, capable de transformer un signal numérique en un signal analogique (et réciproquement), le modem effectue la modulation de données numériques afin de les faire circuler sur un canal analogique.

Le **modem MD 334** est un équipement modulateur / démodulateur multistandard de table permettant la connexion sur la ligne à commuter et la connexion sur une ligne louée à 2 fils avec des fonctions de sauvegarder et de restauration automatique à une vitesse maximale de 28800 bit/s.

Après les modems les données radar sont transmises de la station radar vers la salle technique par des lignes spécialisées (support TLC)

## CHAPITRE II

---

Dans la salle technique il y a des modems pour recevoir les données radar et les envois vers les serveurs qui sont faire le décodage **ASTERIX**.

### III. Le format **ASTERIX** <sup>[3]</sup>

Le format **ASTERIX** (**All Purposes STructured Eurocontrol SuRveillance Information Exchange**) ; Echange Polyvalent de l'information structurée des Radars Eurocontrol) est une norme pour l'échange d'informations sur les services de trafic aérien (ATS), il est développé et maintenu par l'organisation européenne ATS Eurocontrol. **ASTERIX** ne représente pas seulement l'échange d'informations de surveillance structuré à l'ensemble de l'infrastructure Eurocontrol, mais représente également un format de données de surveillance de pointe qui est adopté par la communauté mondiale des utilisateurs comme la norme universelle dans ce domaine aujourd'hui. **ASTERIX** est une norme extensible avec plusieurs catégories différentes, chacune traitant d'un type particulier d'informations, elles incluent des rapports cibles à partir de capteurs de surveillance tels que des radars ainsi que des informations traitées telles que des pistes et divers messages d'état du système, l'avantage de ce format et qu'il a été conçu pour les supports de communication avec une bande passante limitée. C'est pourquoi il suit des règles qui lui permettent de transmettre toutes les informations nécessaires, avec la plus petite charge de données possible. On utilise ce format dans l'aviation civile (Radar ATC, Radar météo, ADS-B, ...).

#### 1. Les catégories de l'**ASTERIX**

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

- Les catégories de 0 à 127 : pour les applications "standard" civile et militaire (utilisé pour l'Air Traffic Control (ATC) et la météo).
- Les catégories de 128 à 240 : pour les applications spéciales pour le domaine militaire.
- Les catégories de 241 à 255 : pour les applications non standard civile et militaire (recherche, test, expérimentation).

Par exemple on a :

- \* La cat 01 : Plot pisté (détection d'un avion)
- \* La cat 02 : Message de service concernant un radar = fin de secteur (codage de la rotation d'antenne)

- \* La cat 08 : Radar météo
- \* La cat 10 : Monosensor Surface Movement Data
- \* La cat 21 : ADS-B
- \* La Cat 48 : radar mode S

### 2. Description des catégories de données radar

- **Catégorie 000, Messages De la Synchronisation :**

Des messages de la synchronisation sont employés, par exemple, pour fournir des données horodatées quand des images composées du trafic sont échangées entre les systèmes de traitement.

- **Catégorie 001, le rapport radar des cibles d'un système de surveillance radar à un système de traitement des données radar (RDP)**

Les rapports radar des cibles sont des transactions contenant des paramètres transmis d'un système de surveillance radar à un système RDP (Radar Data Processor).

Des messages de piste (tracés) ou de plots ou une combinaison des deux peuvent être transmis.

Le flux de donnée est unidirectionnel de la station radar au system(s) utilisateur.

- **Catégorie 002, Messages De Service Radar**

La transmission des données de la catégorie 002 permet à une station radar d'informer ses utilisateurs au sujet de sa configuration matérielle actuelle et le statut de traitement.

Le flux de donnée est unidirectionnel de la station radar au system(s) utilisateur et représentent les données élémentaires nécessaires pour la manipulation appropriée des données radar de surveillance sur le côté utilisateur.

- **Catégorie 003, distribution des données synthétiques du trafic aérien**

Cette catégorie est conçue pour distribuer les images synthétiques de la situation du trafic entre les systèmes RDP pour les affichées à la position du contrôleur.

Les images de situation du trafic sont fondamentalement établies par un processus de traitement des tracés (Pistes) mono/multi radar, encore probablement complété

## CHAPITRE II

---

avec l'association des données du plan de vol (ainsi les images du trafic sont entièrement marquées).

Le dernier dispositif permet l'exécution des processus automatiques de coordination par l'intermédiaire de la communication écran à écran, même entre les positions de travail situées dans différents centres ATC.

- **La Catégorie 008, Données Météos Dérivées du Monoradar**

Ce sont des images météorologiques relativement simples des zones de précipitations détectées par des radars.

Le flux de donnée est unidirectionnel de la station radar au system(s) utilisateur.

- **La Catégorie 048**

- Future version de la cat 01
- Version directement utilisé par radar mode S

#### IV. **CAT001 Transmission des Rapports Monoradar des Cibles** <sup>[3]</sup>

##### 1. Définitions :

###### 1.1 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.

###### 1.2 Définitions de type de champ :

###### 1.2.1 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

## CHAPITRE II

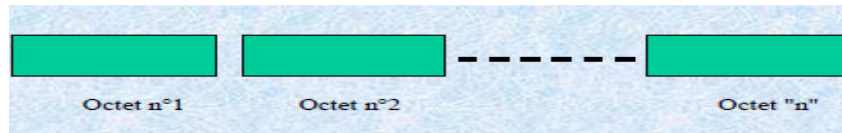


Figure II.2 : le format d'un champ fixe.

### 1.2.2 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.

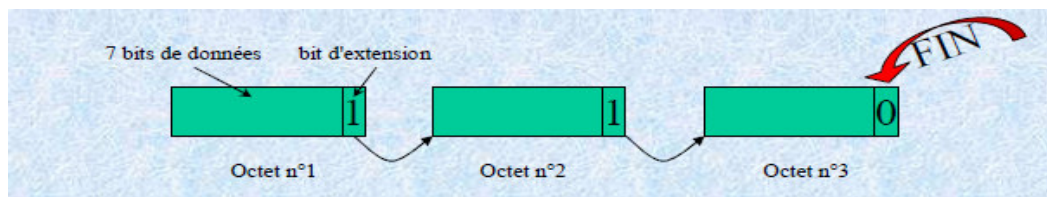


Figure II.3 : le format d'un champ étendu

### 1.2.3 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.

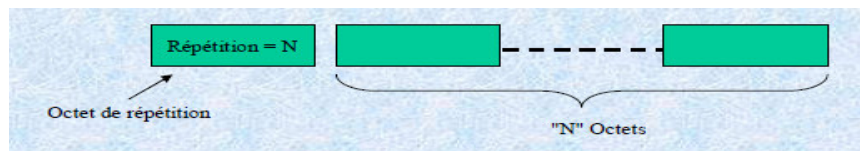


Figure II.4 : le format d'un champ répétitif

### 1.3 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

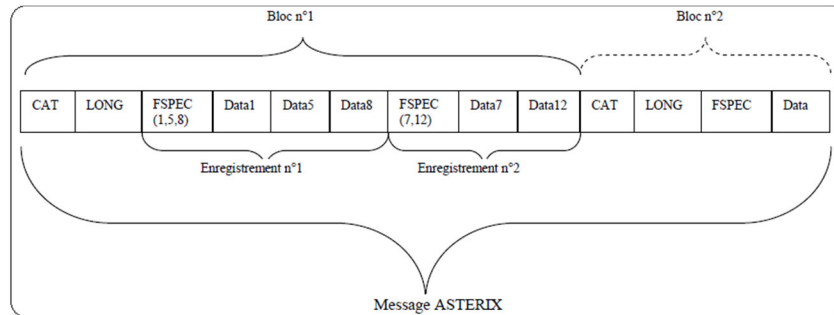
Après l'octet de catégorie, il y a 2 octets pour la longueur du bloc puis les octets d'enregistrement.

## CHAPITRE II

### 1.4 Définition d'un enregistrement <sup>[4]</sup> :

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



**Figure II.5 :** Exemple de Forme du message ASTERIX

Les articles de données normalisés qui seront employés pour la transmission des rapports mono-radar de cible sont définis dans le Tableau III.2.1 suivant :

## CHAPITRE II

N° Article de Donnée	Description	Unité
I001/010	Identificateur source de donnée	Néant
I001/020	Description du rapport de cible (Target Report)	Néant
I001/030	Conditions Alarme/Erreur	Néant
I001/040	Position Mesurée dans les coordonnées Polar	Rho : 1/128 NM Theta : 360°/(216)
I001/042	Position Mesurée dans les coordonnées Cartésiennes	X,Y : 1/64 NM
I001/050	Code Mode-2 dans la représentation Octale	Néant
I001/060	Indicateur de Confiance du Code Mode-2	Néant
I001/070	Code Mode-3/A dans la représentation Octale	Néant
I001/080	Indicateur de Confiance du Code Mode-3/A	Néant
I001/090	Code Mode-C dans la représentation Binaire	¼ FL
I001/100	Code Indicateur de Confiance et Code Mode-C	Néant
I001/120	Vitesse radiale Doppler mesurée	(2-14) NM/s
I001/130	Caractéristiques des Plots Radar	Néant
I001/131	Puissance Reçue	1 dBm
I001/141	Heure tronquée (Truncated Time of Day)	1/128 s
I001/150	Présence de X-Impulsion	Néant
I001/161	Numéro Piste/Plot (Track/Plot)	Néant
I001/170	Etat de Piste	Néant
I001/200	Vitesse Piste calculée en Coordonnées Polaires	Vit (2-14 ) NM/s Cap : 360°/(216)
I001/210	Qualité de la Piste (TrackQuality)	Néant

**Tableau II.1 : Articles de Données Standard**

### 1.5 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 :



## CHAPITRE II

### 1.5.1 Octet 1

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

Tableau II.2 : 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.

### 1.5.2 Octet 2 :

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

Tableau II.3 : l'octet N° 2 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 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 champ PIST/=1 Présence du champ PIST.
- 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.

### 1.5.2 Octet 3 :

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

Tableau II.4 : L'octet N° 3 du champ FSPEC de la catégorie 1 version 5.1

## CHAPITRE II

- 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 : fixe à 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.

### 1.5.3 Octet 4 (jamais transmis) :

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

**Tableau II.5 :** 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.

### 1.6 La spécification de chaque octet de FSPEC :

#### 1.6.1 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
S A C								S I C							

**Tableau II.6 :** 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).

#### 1.6.2 DESC :

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

## CHAPITRE II

### 1.6.2.1 Octet 1 :

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

**Tableau II.7 :** L'octet 1 de Descripteur de type

- Bit 8 : TYP = 0 Plot / = 1 **Piste**
- Bit 7 : SIM = 0 Info vraie / = 1 Info simulée (simulateur de trafic)
- Bits 6 à 5 : SSR/PSR = 00 / = 01 Pas de détection Primaire Secondaire (impossible) / =10 Associée (impossible)/ =11
- Bit 4 : ANT = 0 Information en provenance du TPR1 / = 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 / = Extension octet suivant

### 1.6.2.2 Octet 2 :

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

**Tableau II.8 :** 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.

### 1.6.3 NUM :

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

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

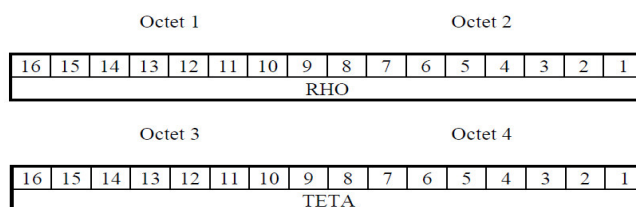
**Tableau II.9 :** l'octet de Numéro de piste

## CHAPITRE II

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

### 1.6.4 POSI :

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

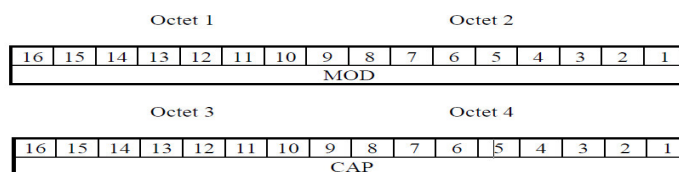


**Tableaux II.10:** Les octets de la Position mesurée en coordonnées polaires

- 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

### 1.6.5 VIT :

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



**Les tableaux II.11 :** L'octet de la Vitesse sol

- Octet 1 à 2: Bits 16 à 1 : MOD = module de la vitesse (>0) / MOD min = 0 NM/s = 0 Kt
- LSB = 1/16384 NM/s = 0, 22 Kt
- MOD max = 2 NM/s = 7200 Kt – LSB

### 1.6.6 CAR : Caractéristique du plot = vitesse doppler :

Un octet extensible (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/130)

#### 1.6.6.1 Octet 1 :

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

**Tableau II.12 :** L'octet1 de la vitesse doppler

- Bit 8 : P1 = 0 Absence du plot voie1/ = 1 Présence du plot voie 1
- Bit 7 : P2 = 0 Absence du plot voie2 / = 1 Présence du plot voie 2

## CHAPITRE II

- 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

### 1.6.6.2 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 II.13** : L'octet 2 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 = 0 Signe 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

### 1.6.6.3 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 II.14** : 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 -

## CHAPITRE II

- 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

### 1.6.7 PIST :

Un octet extensible (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/170)

#### 1.6.7.1 Octet 1 :

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

**Tableau II.15 :** 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 : DOUT = 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 = 0/1 Piste présumée fantôme
- Bit 1 : EXT= 0 Fin du champ / = 1 Extension vers l'octet suivant

#### 1.6.7.2 Octet 2 :

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

**Tableau II.16 :** 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

### 1.6.8 QUAL PISTE :

Un octet extensible (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/210)

#### 1.6.8.1 Octet 1 :

## CHAPITRE II

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

**Tableau III.17 :** 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

### 1.6.9 ASE :

Un octet extensible (Donnée élémentaire Eurocontrol I001/030)

#### 1.6.9.1 Octet 1 :

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

**Tableau III.18 :** 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/= octet suivant jamais transmis

## V. CAT048 Transmission des Rapports Monoradar des Cibles

**(Future version de la cat 01 utilisé par radar mode S) <sup>[13]</sup>**

Cette partie décrit la structure des messages pour la transmission des rapports de cible monoradar d'une station de radar (secondaire conventionnel)

Radar de surveillance (SSR), monopulse, Mode S, radar primaire conventionnel ou radar primaire utilisant le traitement de détection de cible mobile (MTD)

CAT	LEN	FSPEC	DONNEE 1	.....	DONNEE n
-----	-----	-------	----------	-------	----------

**Tableau II.19 :** Catégorie 048

- La catégorie de données (CAT) = 048, est un champ d'un octet indiquant que les données De bloc contient des rapports de cible radar.

## CHAPITRE II

- L'indicateur de longueur (LEN) est un champ de deux octets indiquant la longueur totale en octets du bloc de données, y compris les champs CAT et LEN.
- FSPEC est le champ spécifique.

### 2 Composition des messages

#### 2.1 Éléments de données standard

Les éléments de données normalisés qui seront utilisés pour la transmission des rapports de cible monoradar d'une station Mode S sont définis dans le **tableau II.20**

FRN	Article de données	Description des éléments de données	Longueur dans Octets
1	I048 / 010	Identificateur de source de données	2
2	I048 / 140	Heure du jour	3
3	I048 / 020	Target Report Descriptor	+1
4	I048 / 040	Position mesurée dans les coordonnées polaires obliques	4
5	I048 / 070	Mode-3 / A dans la représentation octale	2
6	I048 / 090	Niveau de vol dans la représentation binaire	2
7	I048 / 130	Caractéristiques du diagramme de radar	1+1+
FX	n.a.	Indicateur d'extension de terrain	n.a.
8	I048 / 220	Adresse de l'avion	3
9	I048 / 240	Identification de l'avion	6
10	I048 / 250	Mode S Données MB	1 + 8 * n
11	I048 / 161	Numéro de piste	2
12	I048 / 042	Position calculée dans les coordonnées cartésiennes	4
13	I048 / 200	Vitesse de piste calculée dans la représentation polaire	4
14	I048 / 170	TrackStatus	1+
FX	n.a.	Indicateur d'extension de terrain	n.a.
15	I048 / 210	Qualité de voie	4
16	I048 / 030	Conditions d'avertissement / erreur	1+
17	I048 / 080	Mode-3 / A Code Confidence Indicator	2
18	I048 / 100	Code de mode-C et indicateur de confiance	4
19	I048 / 110	Hauteur mesurée par 3D Radar	2



## CHAPITRE II

20	I048 / 120	Radial Doppler Speed	1+
21	I048 / 230	Communications / ACAS Capacité et vol Statut	2
FX	n.a.	Indicateur d'extension de terrain	n.a.
22	I048 / 260	Rapport consultatif sur la résolution ACAS	7
23	I048 / 055	Mode-1 Code dans la représentation octale	1
24	I048 / 050	Mode-2 Code dans la représentation octale	2
25	I048 / 065	Mode-1 Code Indicateur de confiance	1
26	I048 / 060	Mode-2 Code Indicateur de confiance	2
27	SP-Data Item	Special Purpose Field	1+1+
28	RE-Données	Réservé Champ d'extension	1+1+
FX	n.a.	n.a. Indicateur d'extension de terrain n.a.	n.a.

**Tableau II.20 :** Éléments de données standard de la catégorie 048

### 2.2 Description des éléments de données standard

#### 2.2.1 Article de données I048 / 010, Identificateur de source de données

##### 2.2.1.2 Format : (voir Annexe B)

Longueur fixe de deux octets Données élément.

Cet élément doit être présent dans chaque enregistrement ASTERIX.

#### 2.2.2 Article de données I048 / 020, descripteur de rapport cible

##### 2.2.2.2 Format : (voir Annexe B)

Longueur variable Données Élément comprenant une première partie d'un octet, Suivi d'une extension d'un octet si nécessaire.

#### 2.2.3 Article de données I048 / 030, Conditions d'avertissement / erreur

##### 2.2.3.2 Format : (voir Annexe B)

Longueur variable Données Élément comprenant une première partie d'un octet, suivi d'une extension d'un octet si nécessaire.

#### 2.2.4 Données I048 / 040, Position mesurée dans les coordonnées polaires

##### 2.2.4.2 Format : (voir Annexe B)

Longueur fixe de quatre octets Données élément.

## CHAPITRE II

---

### **2.2.5 Article de données I048 / 042, Position calculée dans les coordonnées cartésiennes**

**2.2.5.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de quatre octets Données élément.

### **2.2.6 Article de données I048 / 050, code Mode-2 dans la représentation octale**

**2.2.6.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de deux octets Données élément.

### **2.2.7 Article de données I048 / 055, code Mode-1 dans la représentation octale**

**2.2.7.2 Format :** (voir Annexe B)

Un élément de données de longueur fixe d'un octet.

### **2.2.8 Données I048 / 060, Indicateur de confiance du code Mode 2**

**2.2.8.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de deux octets Données élément.

### **2.2.9 Données I048 / 065, Indicateur de confiance du code Mode 1**

**2.2.9.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe d'un octet Données élémentaires.

### **2.2.10 Article de données I048 / 070, Code Mode-3 / A dans la représentation octale**

**2.2.10.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de deux octets Données élément.

### **2.2.11 Numéro de données I048 / 080, Indicateur de confiance du code Mode-3 / A**

**2.2.11.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de deux octets Données élément.

### **2.2.12 Article de données I048 / 090, Niveau de vol en représentation binaire**

**2.2.12.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de deux octets Données élément.

### **2.2.13 Article de données I048 / 100, code de mode C et code Indicateur de confiance**

**2.2.13.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de quatre octets Données élément.

## CHAPITRE II

---

### **2.2.14 Données I048 / 110, Hauteur mesurée par un radar 3D**

#### **2.2.14.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de deux octets Données élément.

### **2.2.15 Données Objet I048 / 120, Vitesse Doppler Radial**

#### **2.2.15.2 Format :** (voir Annexe B)

Élément de données composées, comprenant un sous champ primaire d'un octet, suivi par l'un des deux sous-champs définis.

### **2.2.16 Article de données I048 / 130, Caractéristiques du diagramme de radar**

#### **2.2.16.2 Format :** (voir Annexe B)

Élément de données composées.

### **2.2.17 Données Objet I048 / 140, Heure du jour**

#### **2.2.17.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de trois octets Données élément.

### **2.2.18 Article de données I048 / 170, état de la piste**

#### **2.2.18.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur variable Données Élément comprenant une première partie d'un octet, suivi d'une extension d'un octet si nécessaire.

### **2.2.19 Élément de données I048 / 200, Vitesse de piste calculée dans les coordonnées polaires**

#### **2.2.19.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de quatre octets Données élément.

### **2.2.20 Article de données I048 / 210, Qualité de la voie**

#### **2.2.20.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de quatre octets Données élément.

### **2.2.21 Article de données I048 / 220, Adresse de l'avion**

#### **2.2.21.2 Format :** (voir Annexe B)

Longueur fixe de trois octets Données élément.

### **2.2.22 Article de données I048 / 230, capacité de communication / ACAS et état du vol**

## CHAPITRE II

---

### 2.2.22.2 Format : (voir Annexe B)

Longueur fixe de deux octets Données élément.

### 2.2.23 Article de données I048 / 240, Identification de l'avion

#### 2.2.23.2 Format : (voir Annexe B)

Longueur fixe de six octets Données élément.

### 2.2.24 Données Objet I048 / 250, Mode S Données MB

#### 2.2.24.2 Format : (voir Annexe B)

Données répétitives Article commençant par un champ de répétition d'un octet, Indicateur (REP) suivi d'au moins un rapport BDS comprenant un registre BDS de sept octets et un code BDS octet.

### 2.2.25 Article de données I048 / 260, Rapport consultatif sur la résolution ACAS

#### 2.2.25.2 Format : (voir Annexe B)

Longueur fixe de sept octets Données élément.

## 3. Transmission des informations de surveillance

### 3.1 Profil d'application utilisateur standard

L'UAP standard suivant indiqué dans le tableau 2 doit être utilisé pour la transmission des données de surveillance de la primauté, des SSR / ModeS ou de la SSR / mode primaire combinée S radars

FRN	Article de données	Description des éléments de données	Longueur dans Octets
1	I048 / 010	Identificateur de source de données	2
2	I048 / 140	Heure du jour	3
3	I048 / 020	Target Report Descriptor	+1
4	I048 / 040	Position mesurée dans les coordonnées polaires obliques	4
5	I048 / 070	Mode-3 / A dans la représentation octale	2
6	I048 / 090	Niveau de vol dans la représentation binaire	2
7	I048 / 130	Caractéristiques du diagramme de radar	1+1+

## CHAPITRE II

FX	n.a.	Indicateur d'extension de terrain	n.a.
8	I048 / 220	Adresse de l'avion	3
9	I048 / 240	Identification de l'avion	6
10	I048 / 250	Mode S Données MB	1 + 8 * n
11	I048 / 161	Numéro de piste	2
12	I048 / 042	Position calculée dans les coordonnées cartésiennes	4
13	I048 / 200	Vitesse de piste calculée dans la représentation polaire	4
14	I048 / 170	TrackStatus	1+
FX	n.a.	Indicateur d'extension de terrain	n.a.
15	I048 / 210	Qualité de voie	4
16	I048 / 030	Conditions d'avertissement / erreur	1+
17	I048 / 080	Mode-3 / A Code Confidence Indicator	2
18	I048 / 100	Code de mode-C et indicateur de confiance	4
19	I048 / 110	Hauteur mesurée par 3D Radar	2
20	I048 / 120	Radial Doppler Speed	1+
21	I048 / 230	Communications / ACAS Capacité et vol Statut	2
FX	n.a.	Indicateur d'extension de terrain	n.a.
22	I048 / 260	Rapport consultatif sur la résolution ACAS	7
23	I048 / 055	Mode-1 Code dans la représentation octale	1
24	I048 / 050	Mode-2 Code dans la représentation octale	2
25	I048 / 065	Mode-1 Code Indicateur de confiance	1
26	I048 / 060	Mode-2 Code Indicateur de confiance	2
27	SP-Data Item	Special Purpose Field	1+1+
28	RE-Données	Réservé Champ d'extension	1+1+
FX	n.a.	n.a. Indicateur d'extension de terrain n.a.	n.a.

**Tableau II.21** : Éléments de données standard de la catégorie 048

Dans le tableau ci-dessus

- la première colonne indique le Numéro de référence de terrain (FRN) associé à chaque élément de données utilisé dans l'UAP ;

## CHAPITRE II

---

- la quatrième colonne donne le format et la longueur de chaque élément, un

La figure autonome indique le nombre d'octets d'un élément de données de longueur fixe, 1+ indique un élément de données à longueur variable comprenant une première partie de 1 octet suivie par des octets de n-octets au besoin

### VI. Conclusion

Le choix d'utiliser le protocole ASTERIX pour l'échange des données dans un système de surveillance aérien s'avère une bonne décision vu ces avantages déjà discutés dans le chapitre, Le protocole aussi subit une amélioration continue en parallèle avec l'évolution des systèmes de surveillance.

# CHAPITRE III :

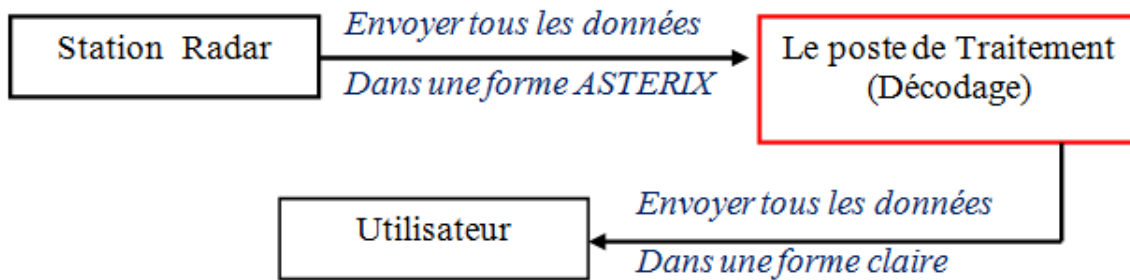
Réalisation d'un système de  
décodage d'un message  
ASTERIX

# CHAPITRE III

## 1. Introduction :

Après avoir vu l'intérêt de format ASTERIX dans l'amélioration et la simplification d'échange des données entre les postes de traitements(Système de traitement des données de surveillance)et les stations de radar.

Toutes les données reçues par la station radar sont codées dans un message ASTERIX d'une catégorie correspondante aux données reçues pour l'envoyer aux postes de traitements, dans le poste de traitement le message a besoin d'être traité et décodé pour être exploité par les différents utilisateurs qu'ils sont concernés par les informations extraites , comme le montre la figure suivante :



*Figure III.1 Schéma simplifiée sur la route d'un message ASTERIX-*

Pour cela nous sommes obligés de le décodé pour lire les informations. Jusqu'à présent le décodage se fait en utilisant un système acheté ( ERUCAT ) , donc pour éviter l'achat de ce système , nous avons élaborés un programme pour décodé ce message ASTERIX important.

## 2. L'intérêt de créer une application de décodage d'un message ASTERIX:

L'application permet **d'automatiser** le traitement et le décodage d'un grand nombre des messages dans un **temps exceptionnel**, les données extraites peuvent être présentées dans une interface graphique, les stockées dans une base de données ou dans des fichiers textes (\*).Mais le marché de surveillance aérien est déjà dominé par des compagnies très connues par ces expériences et par la qualité de ces produits. Donc des applications informatiques dédiées au traitement et décodage des données aériennes (messages ASTERIX) sont déjà sur le marché et qui répondent à la plupart des exigences voulus par une telle application.



## CHAPITRE III

---

Un développement d'une application pareille semble qu'on est entraîné de réinventer la roue.

Mais les avantages de développement d'une telle application résument dans les points suivants :

- ✓ On est obligé de mieux comprendre le protocole ASTERIX, et tous les détails nécessaires, puisque l'application va prendre en considération de tous les cas possibles.
- ✓ Créer une base pour développer une application complète par des mains algériennes à l'avenir, Donc diminuer les couts de maintenances et les mises à jour.
- ✓ Comme les données traitées peuvent être sensibles, Donc voir le code source de l'application assurer que ces données sont bien sécurisées, tout ça est impossible à faire en cas des applications commercialisées et étrangers.
- ✓ En cas d'un problème majeur dans les applications commercialisées de décodage et traitement des messages ASTERIX, On peut utiliser notre application pour assurer le service minimum on attendant le réglage de problème.
- ✓ Acquérir le savoir-faire.

*(\*) : On a choisi de stocker les informations dans des fichiers textes pour simplifier l'application.*

### 3. le choix du langage de programmation:

Il existe plusieurs langages de programmation tels que : C, C++, JAVA, VB, PYTHON<sup>(14)</sup>,...etc. Mais notre choix sera le langage de programmation PYTHON, grâce a ces avantages par rapport autres langages :

- 1- **Portable** : Le même code est exécuté direct sans changement sur la plupart des Systèmes d'exploitation (Linux, Windows, Mac). Il suffit juste d'installer la version exacte de programme PYTHON sur l'ordinateur cible.
- 2- **Gratuit** : On peut l'utiliser sans restrictions dans un projet éducationnel ou commercial. Puisque la licence est libre.
- 3- **Des modules prêts** : Un grand nombre des fonctions prêts à utiliser par rapport les autres langages de programmation.

# CHAPITRE III

4- **Documentation** : Grace à la gratuité de PYTHON, la documentation de ce dernier est vaste et disponible.

## 4. Décodage d'un message ASTERIX :

Nous allons décoder les messages ASTERIX par deux méthodes différentes, suivant les spécifications d'Eurocontrol, et pour cela nous avons pris deux catégories qui sont 01 et 48.

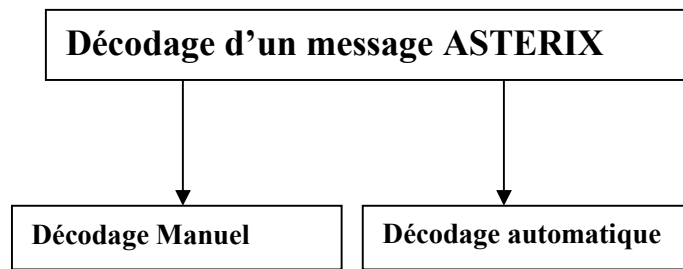


Figure III-2 schéma synoptique de la méthode du décodage d'un message ASTERIX

Le schéma ci-dessous nous donne la méthode existante

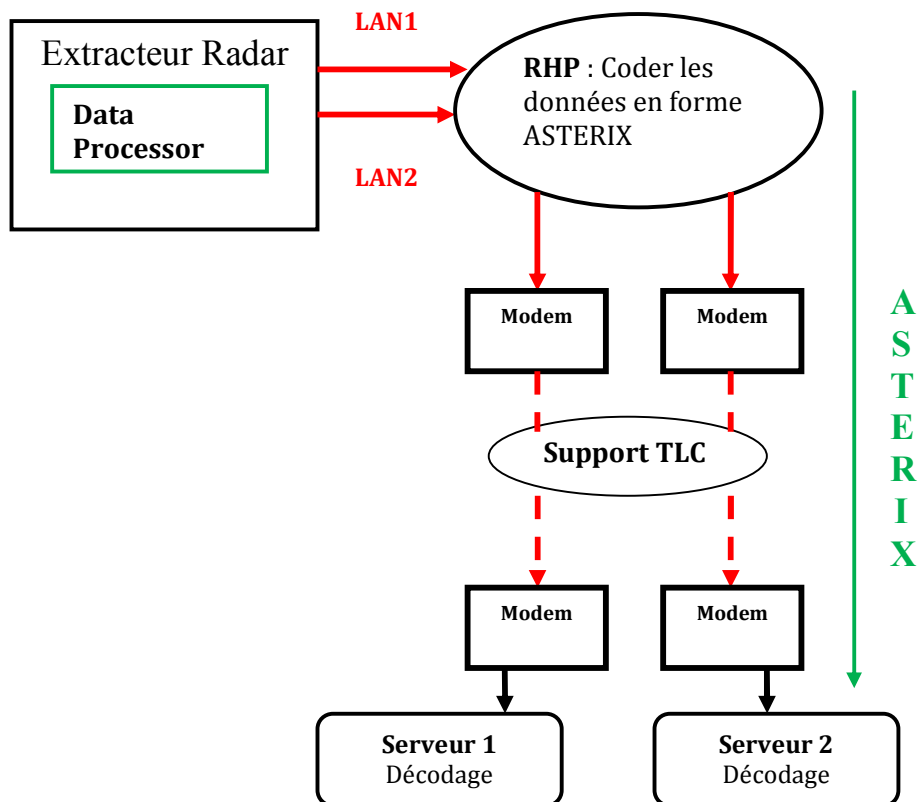
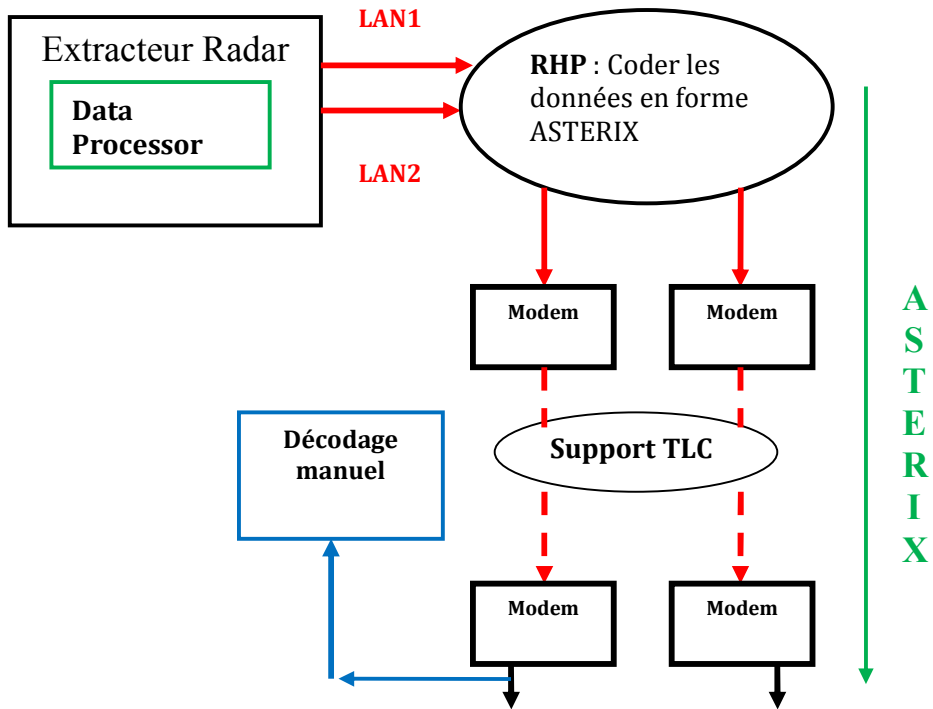


Figure III.3 Le schéma synoptique de la méthode existante du décodage

## CHAPITRE III

### 4.1. Décodage manuel

Ce type de décodage est basé sur le traitement manuel de chaque octet et chaque bit dans le message et les serveurs sont remplacés par un décodage manuel comme le montre la figure 3.4.



**Figure III.4 Décodage manuel**

Pour nos tests nous avons pris deux sortes de catégories :

#### 4.1.1 .Décodage Catégorie 01

Le message est pris à partir d'un fichier des captures réelles dans la région d'Alger.

CAT	LON	FSPEC	SAC/SIC	DESC	POLAR	Mode-3A	Mode-C	Tran-Time								
01	00	2d	fa	c8	02	20	6a	58	bc	c9	09	0d	05	c8	7c	10

**Figure III.5 Un extrait d'un message ASTERIX Cat01 au format HEX**

## CHAPITRE III

Décodons et expliquons chaque champ de la trame de la catégorie 1 :

- **Catégorie :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
01	00000001	01

✓ Donc on a un message de catégorie 01.

- **Longueur :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
002d	000000000101101	45

✓ Donc la longueur de bloc est de 45 octets.

- **FSPEC :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
FA	11111010	250

✓ Le dernier bit de FSPEC est 0 donc on n'a pas une extension. Et pour savoir quel UAP on va utiliser (Plot Ou Track) on est obligé de trouver la valeur de bit TYP dans l'octet DESC.

- **SAC/SIC :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
C8/02	11001000/00000010	200/02

✓ SAC /SIC : 200/02

- **DESC :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
20	00100000	32

✓ Bit 8 : TYP = 0 → Donc on a un plot c'est ne pas une piste (track). Donc a ce

## CHAPITRE III

point-là avec la valeur de FSPEC on peut choisir l'UAP (UAP d'un plot<sup>(2)</sup>) qu'on va l'utiliser pour décoder les données suivantes.

- ✓ Bit7 : SIM = 0 → Plot Actuel.
- ✓ Bits6, 5: SSR/PSR = 10 → Détection Radar dans le dernier scan.
- ✓ Bit4: ANT = 0 → Rapport de la cible depuis l'antenne 1.
- ✓ Bit3 : SPI = 0 → Par défaut.
- ✓ Bit2 : RAB = 0 → Par default.
- ✓ Bit1 : FX = 0 → il n'y a pas un octet d'extension pour DESC.

- **Position en coordonnées polaires :**

Hexadécimal	Binaire(bn...b1)	Décimal
6a 58 /bc c9	0110101001011000 / 1011110011001001	27224 / 48233

- ✓ Bits 32..17 : RHO =  $27224 * 1/128 \text{ NM} = 212,6875 \text{ NM}$
- ✓ Bits 16...1 : THETA =  $48233 * 0.0055^\circ = 265,2815^\circ$

- **MODE-3A en représentation Octale :**

Hexadécimal	Binaire(bn...b1)	Décimal	Octal
09 0d	0000100100001101	2317	4415

- ✓ Bit 16 : V = 0 → Code validé.
- ✓ Bit 15 : G = 0 → Code n'est pas brouillé.
- ✓ Bit 14 : L = 0 → Mode-3A Comme dériver depuis le transpondeur.
- ✓ Bit 13 : Bit réservé = 0 → Toujours 0.
- ✓ Bits 12...1 : Mode-3A réponse en représentation octale.

- **MODE-C en représentation binaire :**

## CHAPITRE III

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
05c8	0000010111001000	1480

- ✓ Bit 16 : V = 0 → Code validé.
- ✓ Bit 15 : G = 0 → Code n'est pas brouillé.
- ✓ Bits 14...1 : Mode-C Height = 1480 \* ¼ FL = **370 FL**. (1480 \* 25 feets = 37000 feets) → Altitude = **37000 feets**.

- **Temps tronqué :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
7c10	0111110000010000	31760

- ✓ Bits 16...1 : Temps = 31760 \* 1/128 sec = **248 ,125 sec**

### 4.1.2 Décodage Catégorie 48

Le message est pris à partir d'une capture fournis par la compagnie « Croatia Control Ltd», dans le site web de la compagnie<sup>(18)</sup>.

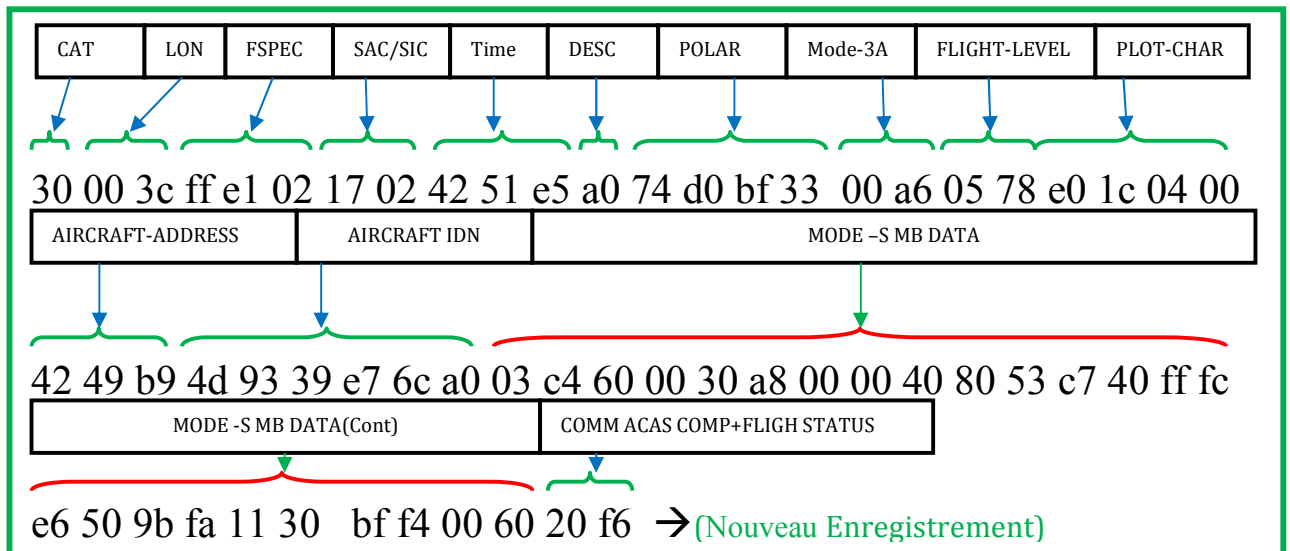


Figure III.6 -Un extrait d'un message ASTERIX Cat48 au format HEX –

- **Catégorie :**

## CHAPITRE III

Hexadécimal	Binaire(bn...b1)	Décimal
30	00110000	48

✓ Bits 8..1 : CAT = 48.

- **Longueur :**

Hexadécimal	Binaire(bn...b1)	Décimal
003C	000000000111100	60

✓ Bits 16...1 : LON = 60 octets.

- **FSPEC :**

Hexadécimal	Binaire(bn...b1)	Décimal
FF/ E1 / 02	11111111 / 11100001 / 00000010	16769282

✓ Le dernier bit de 1<sup>er</sup> octet de FSPEC est 1 → le 2<sup>ème</sup> octet est une extension.

Et le dernier bit de 2<sup>ème</sup> octet est 1 → le 3<sup>ème</sup> octet c'est une extension.

✓ Depuis le FSPEC on peut déterminer l'ordre et l'existence des données suivantes.

- **SAC/SIC :**

Hexadécimal	Binaire(bn...b1)	Décimal
17/02	00010111 / 00000010	23 / 02

✓ SAC /SIC : 17 / 02

- **Heure de jour :**

Hexadécimal	Binaire(bn...b1)	Décimal
42 51 e5	01000010010100011110 0101	4346341

✓ Bit 24...1 : Time-of-day = 4346341 \* 1/128 sec → temps de jours = 33955,7890625 sec.

## CHAPITRE III

---

- **DESC:**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
A0	10100000	160

- ✓ Bit 8..6 : TYP = 101 → Single Mode-S Roll Call.
- ✓ Bit 5 : SIM = 0 → rapport de cible actuel.
- ✓ Bit 4 : RDP = 0 → rapport depuis la chaîne RDP 1.
- ✓ Bit 3 : SPI = 0 → Absence de SPI.
- ✓ Bit 2 : RAB = 0 → rapport depuis le transpondeur de l'aéronef.
- ✓ Bit 1 : FX = 0 → Il n'y a pas une extension pour le DESC.s

- **Position en coordonnées polaires :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
74 d0 bf 33	0111010011010000 / 1011 111100110011	29904 / 48947

- ✓ Bits 32..17 : RHO =  $29904 * 1/128 \text{ NM} = 233,625 \text{ NM}$
- ✓ Bits 16...1 : THETA =  $48233 * 0.0055^\circ = 269,2085^\circ$

- **MODE-3A en représentation Octale :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal	Octal
00A6	0000000010100110	160	246

- ✓ Bit 16 : V = 0 → Code validé.
- ✓ Bit 15 : G = 0 → Code n'est pas brouillé.
- ✓ Bit 14 : L = 0 → Mode-3A Comme dériver depuis le transpondeur.
- ✓ Bit 13 : Bit réservé = 0 → Toujours 0.



## CHAPITRE III

- ✓ Bits 12...1 : Mode-3A réponse en représentation octale.

- **Flight Altitude en représentation binaire :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
0578	000000001010 0110	1400

- ✓ Bit 16 : V = 0 → Code validé.
- ✓ Bit 15 : G = 0 → Code n'est pas brouillé.
- ✓ Bits 14...1 : Mode-C Height = 1400 \* ¼ FL = **370 FL**. (1400 \* 25 feets = 35000 feets) → Altitude = **35000 feets**.

- **Caractéristiques plot radar :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
e0 / 1c0400	11100000 / 0001 1100 0000 0100 0000 0000	3759932416

- ✓ Bit 8 : SRL = 1 → présence (SSR plot runlength)
- ✓ Bit7 : SRR = 1 → présence sous-champ 2 (Number of received replies for M(SSR)).
- ✓ Bits6: SAM = 1 → Présence Amplitude of received replies for M(SSR).
- ✓ Bit5: PRL = 0 → Absence PSR plot runlength.
- ✓ Bit4 : PAM= 0 → Absence PSR Amplitude.
- ✓ Bit3 : RPD = 0 → Absence (Difference in Range between PSR and SSR plot)
- ✓ Bit2 : APD = 0 → Absence (Difference in Azimuth between PSR and SSR plot).
- ✓ Bit 1 : FX = 0 → il n'y a pas une extension.

- **Adresse de l'aéronef :**

## CHAPITRE III

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
42 / 49b9	01000010 / 0100100110111001	66/18870

- ✓ Bits24...17 : Aéronef = 66.
- ✓ Bits16...1 : Adresse = 18870.

- **Aéronef Identification :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	ASCII
4d9339e76ca0	010011 / 011001 / 001100/ 111001/ 111001/ 110110/ 110010/ 100000	SYL9962

- ✓ Bit 48...1: L'identification de l'aéronef en 8 caractères, chaque caractère est codé avec 6 bits<sup>(6)</sup>.(8).(voir les annexes)

- ✓ **Mode-S MB Data :**

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
03 c4 60 00 30 a8 00 00 40 80 53 c7 40 ff fc e6 50 9b fa 11 30 bf f4 00 60	00000011/110001000110000000000000011 00001010100000000000	

- ✓ Bit 72...65 : REP = 3. Nombre des Blocs de Données.
- ✓ Bit64.....9 : Les données dans 56-bits :

Bloc 1 : **c460 00 30 a8 00 00 40**

Bloc 2 : **80 53 c7 40 ff fc e6 50**

# CHAPITRE III

## Bloc 3 :9b fa 11 30 bf f4 00 60

- ✓ Bits 8....5 : BDS1
- ✓ Bits 4....1 : BDS2, BDS<sup>(5)</sup> code est formé depuis les 2 données précédentes

Exemple : si BDS1=4 et BDS2= 0 → On a un BDS4.0 Code.

### • Communication ACAS capacité + Statut de Vol :

Hexadécimal	Binaire(bn....b1)	Décimal
20f6	0010000011110110	8438

- ✓ Bits16...14 :COM = 2 : Comm A + Comm B + Uplink ELM
- ✓ Bits13...11 : STAT=0 : (Statut de vol) → No Alert, No SPI, aircraft airborne.
- ✓ Bit 10 : SI = 0 : (SI/II transponderCapability) → SI Code Capable.
- ✓ Bits 9 : Bit reserve = 0
- ✓ Bit 8 : MSSC = 1: (Mode-S Specific Service Capability) → YES
- ✓ Bit 7 : ARC = 1: Altitude Reporting capability → 25 feets resolution
- ✓ Bit 6 : AIC = 1: Aircraft Identification Capability → YES
- ✓ Bit 5 : B1A = 1 :BDS 1.0 bit 16
- ✓ Bit 4...1= 0110: BDS 1.0 bits (37...40)

### 4.2.Décodage automatique

Dans ce type de décodage on va utiliser l'application déjà créée pour décoder les messages ASTERIX comme le montre la figureIII.7.

# CHAPITRE III

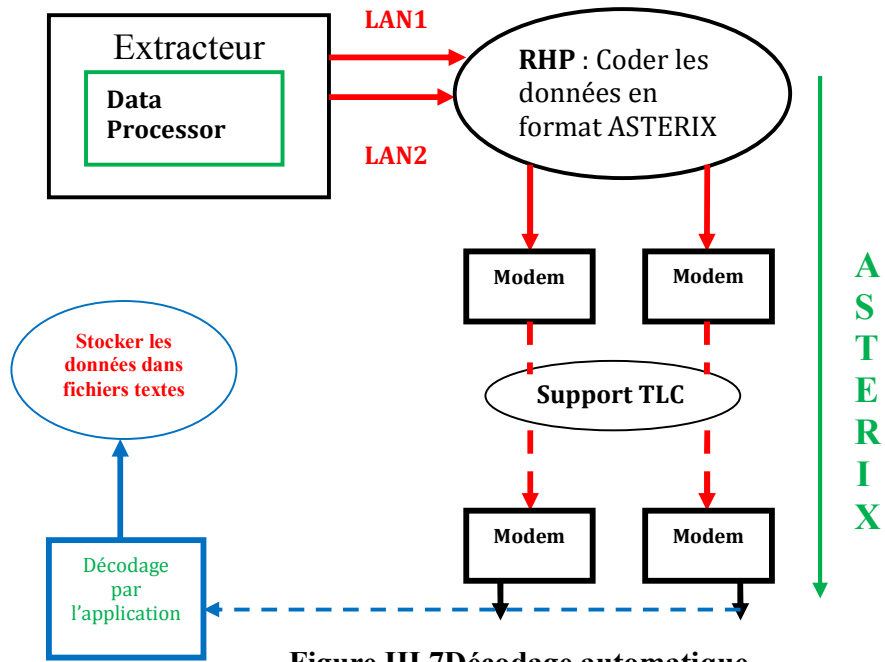
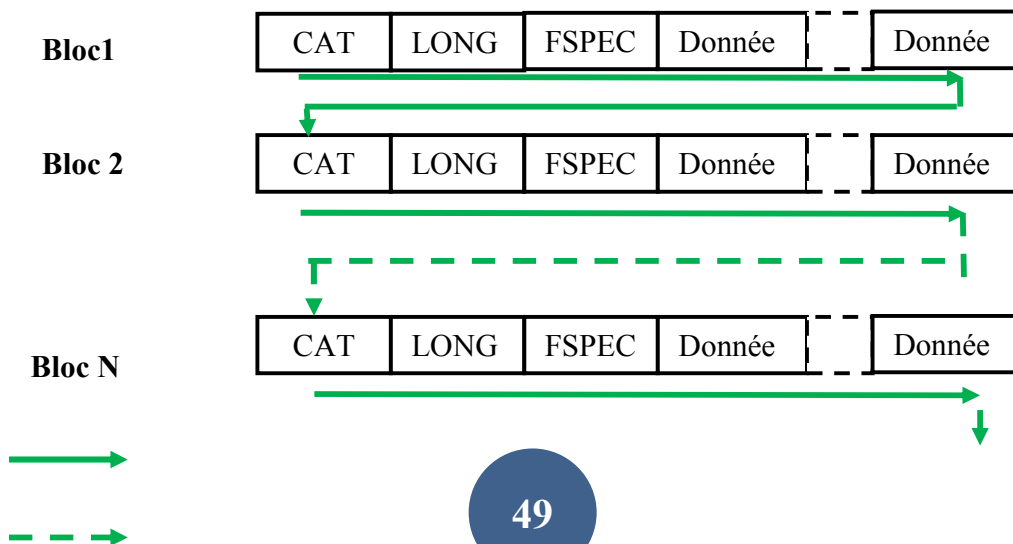


Figure III.7 Décodage automatique

### 4.2.1 L'organigramme :

Il définit le flux de traitement des données dans notre application, le flux de traitement est basé sur la forme de message ASTERIX (voir Chapitre 2), le message peut avoir plusieurs blocs Comme indiqué dans le schéma suivant :



## CHAPITRE III

---

**Fin**

**: Le Flux de traitement.**

**: Le Flux de traitement pour les blocs pas représentés.**

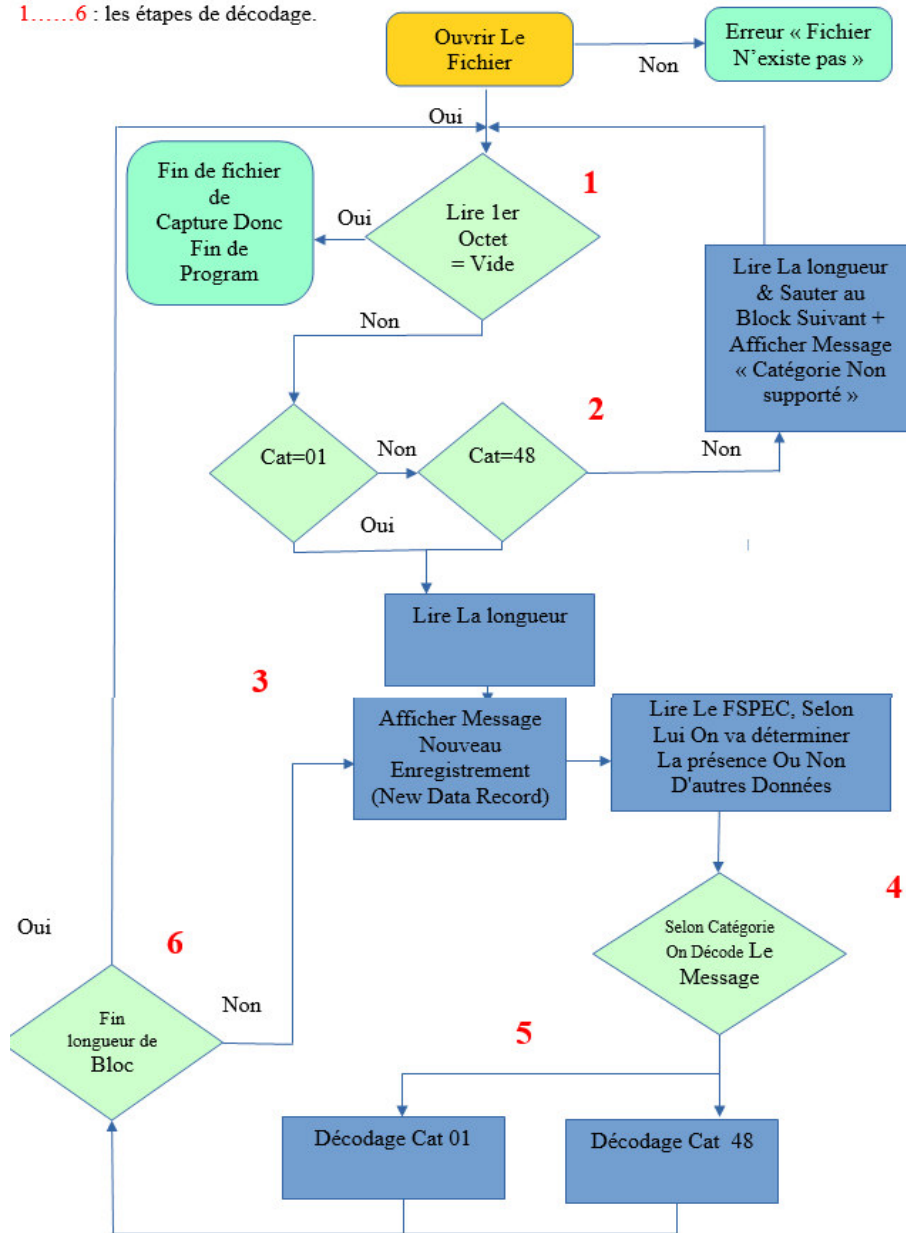
### **Figure III.8 assemblage du message en blocs**

L'algorithme ci-dessous nous donne les différentes étapes du décodage du message ASTERIX nous constatons qu'il est constitué de six étapes.

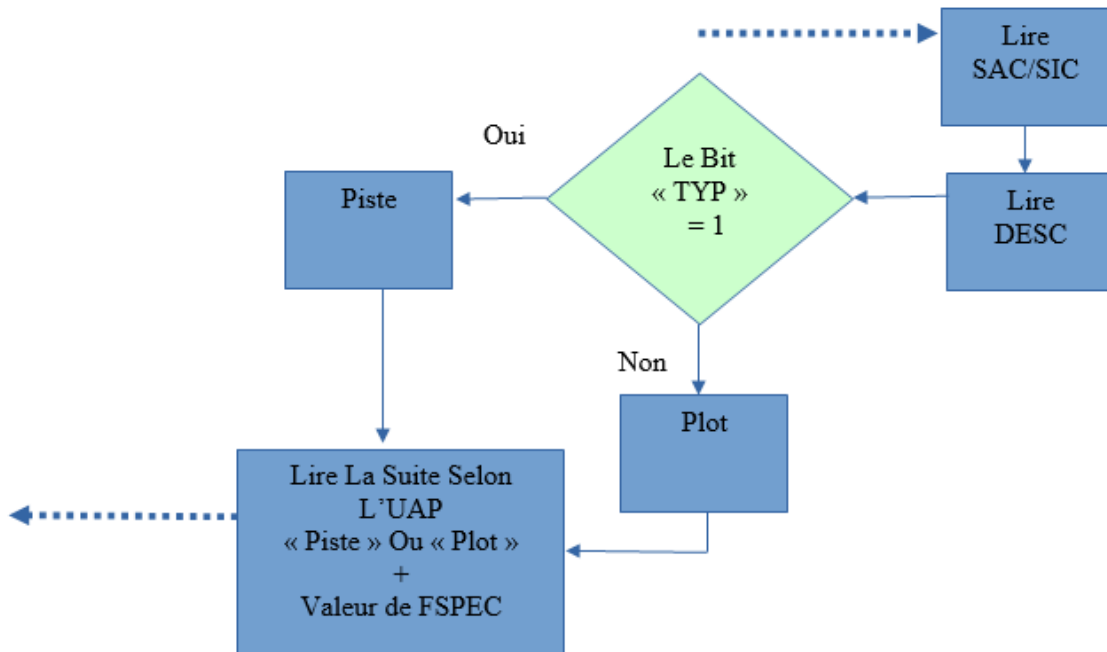
Et pour notre réalisation nous avons pris aussi deux catégories exactement comme la méthode manuelle pour pouvoir faire la différence sauf que dans ce cas les deux catégories sont implémentées sur le même algorithme ce qui nous permet un gain de temps.

# CHAPITRE III

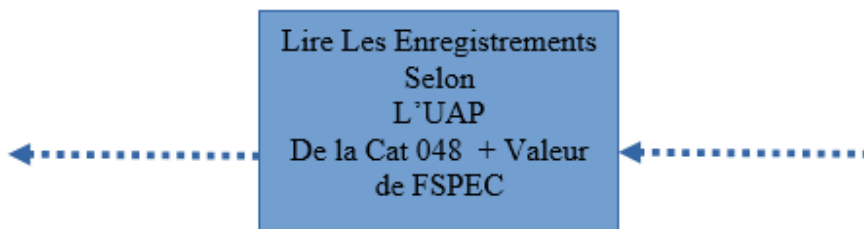
1.....6 : les étapes de décodage.



## CHAPITRE III



Algorithme III.1 décodage du message ASTERIX Catégorie 01



Algorithme III.2 décodage du message ASTERIX Catégorie 48

### 4.2. Déroulement du décodage

Dans la partie suivante on va détailler les étapes à suivre pour traiter les messages ASTERIX et qu'ils sont déjà présentées sur l'organigramme.

- ✓ **Etape 1 :** Après avoir ouvert le fichier, On procède par lire le premier Octet. Si le fichier n'existe pas l'application va afficher un message d'erreur et sortir.
- ✓ **Etape 2 :** L'Octet lu précédemment est reçu par un variable, Suivant la valeur de

## CHAPITRE III

---

cette variable on va détecter la catégorie de message en cours de traitement et on va l'afficher, Si le variable a reçu une valeur autre que « 1 » ou « 48 », l'application va afficher le message « Catégorie non supportée ». Si la valeur est Nulle « Vide » ça veut dire qu'on a arrivé à la fin de notre fichier, donc l'application affiche le message « END » et sort.

```
---CAT: 48---
```

**Resultat III.1** : La valeur de catégorie.

```
#####  
Don't Support Cat 34  
Block Data Skipped N= 1  
+---CAT: 34  
len is 15  
#####
```

**Résultat III.2** : Traitement des catégories non supportées.

- ✓ **Étape 3:** Donc l'octet suivant ça sera la longueur « LONG » de notre premier bloc (ça peut arriver qu'on ait juste un bloc). Après la longueur on va commencer par traiter le premier enregistrement (ça peut arriver qu'on ait juste un seul enregistrement), Chaque début de traitement d'un enregistrement commence par le message « Nouveau Enregistrement »

```
+--- Longueur de Bloc : 60
```

**Résultat III.3** : La longueur d'un bloc.

- ✓ **Étape 4:** Chaque enregistrement commence par l'octet FSPEC. Donc ensuite on va lire le FSPEC. A l'aide de ce dernier avec la valeur de catégorie on peut déterminer la longueur (Nombre des données et des Octets) et l'UAP de l'enregistrement en cours de traitement.



## CHAPITRE III

```
FSPEC1 : 0b11111111
FSPEC2 : 0b11100001
FSPEC3 : 0b10
|___No Other FSPEC Extension
-----
FSPEC Item Has 3 bytes
-----
```

**Résultat III.4** : La valeur de FSPEC.

- ✓ **Étape 5**: La valeur de catégorie va nous permettre d'appeler la fonction correspondante, (Décodage Cat 1, Décodage Cat 48) et la valeur de FSPEC va nous permettre de savoir l'ordre exact (UAP) des données suivantes.
- ✓ **Étape 6** : Après avoir testé tous les bits de FSPEC et lu tous les données correspondants (dans les parties Décodage Cat 01, Décodage Cat 48), On va voir est ce qu'il existe un autre enregistrement dans le même bloc ou on a un autre bloc (qu'il peut être d'une autre catégorie ou de la même catégorie). Si on a dépassé la longueur de bloc (de l'étape 3) donc on est dans un nouveau bloc sinon ça sera un autre enregistrement dans le même bloc.

### 4.2.2 Décodage catégorie 01

La table suivante présente un extrait des résultats de traitement d'un échantillon de message ASTERIX CAT001.

```
-----CAT: 1-----
+--- Longueur de Bloc : 45
----- (Nouveau Enregistrement) -----
FSPEC1 : 0b11111010
|___No Other FSPEC Extension
-----
FSPEC Item Has 1 bytes 1
-----
+---I001/010 [Data Source Identifier]
|___ SAC : 200
|___ SIC : 2
```

## CHAPITRE III

---

**+---I001/020 [Target Report Descriptor] 0b100000:**

|\_\_ DES.TYP : 0 : **There is Plot information (Not Track)**

|\_\_ DES.SIM : 0 : Actual Plot

|\_\_ DES.SSR/PSR : 10 : Secondary Detection

|\_\_ DES.ANT : 0 : Report from Antenna 1

|\_\_ DES.SPI : 0 : Default (No SPI)

|\_\_ DES.RAB : 0 : Default (Track/Plot Not From Fixed Transponder)

|\_\_ DES.FX : 0 : Extension Does not exist

-----  
**DES.TYP bit (Track/Plot) decides The Order of the Next Data Items**  
-----

Plot :

**+---I001/040 [POSITION IN POLAR CORDINATES]:**

|\_\_ RHO\_MSPOLAR\_CORD : 27224

|\_\_ 212.6875 NM

|\_\_ THETA\_MSPOLAR\_CORD: 48329

|\_\_ 265.8095 deg

Plot :

**+---I001/070 [Mode-3A Code in Octal Representation]**

|\_\_ V : 0 : Code Validate

|\_\_ G : 0 : Code Not Garbled

|\_\_ L : 0 : Mode3\_A Code As Derived From the Reply Of Transponder

|\_\_ bit13: 0 : [Spare Bit Always Set to 0]

|\_\_ Mode3\_A reply In Octal : 4415

|\_\_ Decimal : 2317

Plot :

**+---I001/090 : [Mode C Code In Binary Representation]**

|\_\_ MODE\_C\_CODE\_V : 0 : [Code Validated]

|\_\_ MODE\_C\_CODE\_G : 0 : [Default (No Garbled)]

|\_\_ MODE\_C\_CODE\_HEIGHT : 370.00 FL: [Mode-C Height]

Plot :

**+---I001/141 [Truncated Time Of Day]: 248.12 sec**

2

## CHAPITRE III

La table suivante présente un extrait des résultats de traitement d'un échantillon de message ASTERIX CAT048.

```
-----  
-----CAT: 48-----  
-----  
+--- Longueur de Bloc : 60  
-----[Nouveau Enregistrement]-----  
FSPEC1 : 0b11111111  
FSPEC2 : 0b11100001  
FSPEC3 : 0b10  
|__ No Other FSPEC Extension  
-----  
FSPEC Item Has 3 bytes  
-----  
+---I048/010 [Data Source Identifier]  
|__ SAC : 23  
|__ SIC : 2  
+---I048/140 [Time Stamping] : 33955.789062 sec  
+---I048/020 [Target Report Descriptor] 0b10100000:  
|__ DES.TYP : 101 : Single ModeS Roll-Call  
|__ DES.SIM : 0 : Actual Target Report  
|__ DES.RDP : 0 : Report From RDP Chain 1  
|__ DES.SPI : 0 : Default (No SPI)  
|__ DES.RAB : 0 : Report from aircraft transponder  
|__ DES.FX : 0 : Extension Does not exist  
+---I048/040 [POSITION IN POLAR CORDINATES]:  
|__ RHO_MSPOLAR_CORD : 29904  
|__ 116.8125 NM  
|__ THETA_MSPOLAR_CORD: 48947  
|__ 269.2085 deg  
+---I048/070 [Mode-3A Code in Octal Representation]  
|__ V : 0 :Code Validate 1  
|__ G : 0 :Code Not Garbled  
|__ L : 0 :Mode3_A Code As Derived From the Reply Of Transponder  
|__ bit13: 0 : [Spare Bit Always Set to 0]  
|__ Mode3_A reply In Octal : 246  
|__ Decimal : 166  
+---I048/090 [FLIGHT LEVEL IN BINARYREPRESENTATION]: 0b10101111000  
|__ V : 0 : Code Validated  
|__ L : 0 : Default (Code Not Garbled)  
|__ Flight Level : (1400) 350.00 FL
```

## CHAPITRE III

```
+----I048/130 : [Radar Plot Charac] : 224
|__ SSR Plot Runlength : 1.23 deg
|__ Number OfRecieved Replies for M(SSR): 4
|__ Amplitude of M(SSR): 0 dBm
+----I048/220 [Aircraft Address]:
|__ Aircraft: 0x42 (66)
|__ Address : 0x49b9 (18873)
+----I048/240 [AIRCRAFT ID]:
[0b10011][0b11001][0b1100][0b111001][0b111001][0b110110][0b110010][0
b100000]
|__ SYL9962
SYL =>Yakutia Airlines (Russia) Air Yakutia
+----I048/250 [MODE S MB DATA]
|__ MBdata3: c460030a800
|__ BDS 4.0 code
|__ MCP/FCU Selected Altitude : 35008.00 ft
|__ Barometric Pressure : 1013.20 mb
|__ bits40-47: reserved
|__ bits52-53: reserved

|__ MBdata2: 8053c740ffce6
|__ BDS 5.0 code
|__ Roll (to right) Angle: 0.35 deg
|__ True Track (to EAST) Angle: 84.90 deg
|__ Ground Speed: 518.00 Knots
|__ Track Angle Rate: -15.97 deg/sec
|__ True Air Speed: 460.00 knots

|__ MBdata1: 9bfa1130bff40
|__ BDS 6.0 code
|__ Magnetic Heading : 78.57 deg
|__ Indicated Air Speed : 264.00 knots
|__ Mach Number : 0.2720 Mach
|__ Barometric Altitude Rate: -16320.00 feet/min
|__ Inertial Altitude Rate: 0.00 feet/min
+----I048/230 [COMM ACAS CAPABILITY & FLIGHT STATUS]
|__ COM: 001 :Comm_A&Comm_B Capabilities
|__ STAT: 000 : No Alert + No SPI + aircraft airborne
|__ bit9: Spare bit set to 0
|__ MSSC: 1 : Mode-S Specific Service Capability (YES)
|__ ARC : 1 : Altitude Reporting Capability (25ft Resolution)
|__ AIC : 1 : Aircraft Identification Capability (YES)
|__ B1A : BDS1.0 bit 16 = 1
|__ B1B : BDS1.0 bits37/40 = 0b110
->(Nouveau Enregistrement)
```

2

## CHAPITRE III

---

### **Conclusion :**

D'après les résultats obtenus dans la méthode manuelle et la méthode automatique (Application) On a constaté que la première méthode prend beaucoup de temps (plus de 30mins chaque message qu'a un enregistrement) et le taux d'erreur est très élevé (l'erreur humain). Par contre, la méthode automatique est plus rapide et efficace.

# Conclusion générale

---

## Conclusion

Les travaux de recherche menés dans le cadre de créer un module du système de traitement des données radar pour décodage des données radar sous la norme **ASTERIX**.

Cette application d'interfaçage et d'intégration est valable pour la **catégorie 001** et la future évolution de cette catégorie, la **catégorie 048**.

Cette application nous permet d'interpréter des données codées à fin d'extraire les informations utiles pour assurer la surveillance et le contrôle radar dans l'espace de contrôle radar algérien.

Cette application est considérée comme un point de départ pour d'autres améliorations et aussi pour construire une plateforme complète qui traite et décode les messages ASTERIX reçus depuis les stations radar,

Cette plateforme sera capable de présenter toutes les informations nécessaires dans une interface graphique pour améliorer et simplifier le contrôle aérien.

l'objectif essentiel visé par ce projet est de créer une interface avec un système de traitement de données radar (Surveillance Data Processing System) complet par des mains Algériens.

# **BIBLIOGRAPHIE**

# BIBLIOGRAPHIE

---

- [1] : Alenia Marconi systems : "SIR-M 3 IISLS", Document équipement Radar secondaire appartenant à l'ENNA, 1996
- [2] : EUROCONTROL STANDARD DOCUMENT FOR RADAR DATA EXCHANGE Part 2a : Transmission of Monoradar Data Target Reports. (Category 001)
- [3] : EUROCONTROL STANDARD DOCUMENT FOR SURVEILLANCE DATA EXCHANGE Part 4 : Category 048 Transmission of Monoradar Target Reports.(Category 048)
- [4] : EUROCONTROL Specification for Surveillance Data Exchange - Part 1 "All Purpose Structured EUROCONTROL Surveillance Information Exchange (ASTERIX)" (Pour définir c'est quoi l'ASTERIX + sa forme)
- [5] : ICAO (Doc 9871): Technical Provisions for Mode S Services and Extended Squitter.(BDS codes (BDS4.0; BDS5.0; BDS6.0))
- [6] : ICAO Annex 10 - Volume 4 "Surveillance And Collision Avoidance Systems". (Comment l'identification des avions est encodée, La table)
- [7] : M.Lagha : "cours Radar", Institut d'aéronautique et d'étude spatial
- [8] : [http://www.airlineupdate.com/content\\_public/codes/airlinecodes/icaocodes/icao\\_a.htm](http://www.airlineupdate.com/content_public/codes/airlinecodes/icaocodes/icao_a.htm) "20-08-2017"
- [9] : <http://www.commentcamarche.net/contents/512-topologie-des-reseaux> "19-09-2017"
- [10] : <http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spr05/cos126/cmd-prompt.html> "25-08-2017"
- [11] : <https://www.enna.dz/historique.htm> "06-04-2017" "15-07-2017"
- [12] : <https://www.enna.dz/organisation.htm> "06-04-2017" "15-07-2017"
- [13] : [www.icao.int](http://www.icao.int) "01-08-2017"
- [14] <https://www.python.org> "19-08-2017"
- [15] : <http://www.radartutorial.eu/13.ssr/sr04.fr.html> "20-07-2017"
- [16] : <http://www.radartutorial.eu/13.ssr/sr20.fr.html> "21-07-2017"
- [17] <http://robert.cireddu.free.fr/SIN/La%20topologie%20des%20reseaux.pdf> "20-09-2017"
- [18]: <http://www.crocontrol.hr> « 20-09-2017 »



# ANNEXES

# ANNEXE A

## ANNEXEA :

### Le fonctionnement interne de l'application :

Comme l'application est très grande, on ne peut pas expliquer tous le code, Donc on va prendre un échantillon de code et on va l'expliquer.

On a choisi d'expliquer le code qu'est responsable d'extraire l'identification de l'aéronef.

**Aircraft Identification (I048/240) :** C'est un code alphanumérique de **8 caractères long**, Commence par 3 lettres qui représentent le « **ICAO Agency Designator** » suivi par 4 numéros qui représentent le **numéro de vol**.

Octet no. 1						Octet no. 2									
48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
MSB	Character 1					Character 2					Character 3				

Octet no. 3						Octet no. 4									
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
Character 4						Character 5									

Octet no. 5						Octet no. 6									
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Character 6						Character 7						Character 8 LSB			

bits-48/1

Characters 1-8 (coded on 6 bits each) defining aircraft identification when flight plan is available or the registration marking when no flight plan is available.

Chaque caractère est **codée** on suivant la table suivant (Chaque Caractère est codé par **6-bit**) :



# ANNEXE A

*ICAO Annex10 Vol4*

*Table 3-8*

				$b_6$	0	0	1	1
				$b_5$	0	1	0	1
$b_4$	$b_3$	$b_2$	$b_1$					
0	0	0	0			P	SP	0
0	0	0	1		A	Q		1
0	0	1	0		B	R		2
0	0	1	1		C	S		3
0	1	0	0		D	T		4
0	1	0	1		E	U		5
0	1	1	0		F	V		6
0	1	1	1		G	W		7
1	0	0	0		H	X		8
1	0	0	1		I	Y		9
1	0	1	0		J	Z		
1	0	1	1		K			
1	1	0	0		L			
1	1	0	1		M			
1	1	1	0		N			
1	1	1	1		O			

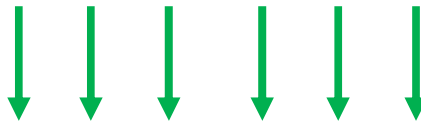
-Table01-

***Exemple sur l'utilisation de la table :***

On va prendre un code binaire de 6-bits long et on va essayer de trouver le caractère correspondant.

Code binaire : **010011**

**010011**



**$b_6$   $b_5$   $b_4$   $b_3$   $b_2$   $b_1$**

$b_6b_5 = 01$  et  $b_4b_3b_2b_1 = 0011 \Rightarrow$  depuis la table c'est la lettre « S »

## ANNEXE A

### Implémentation dans l'application :

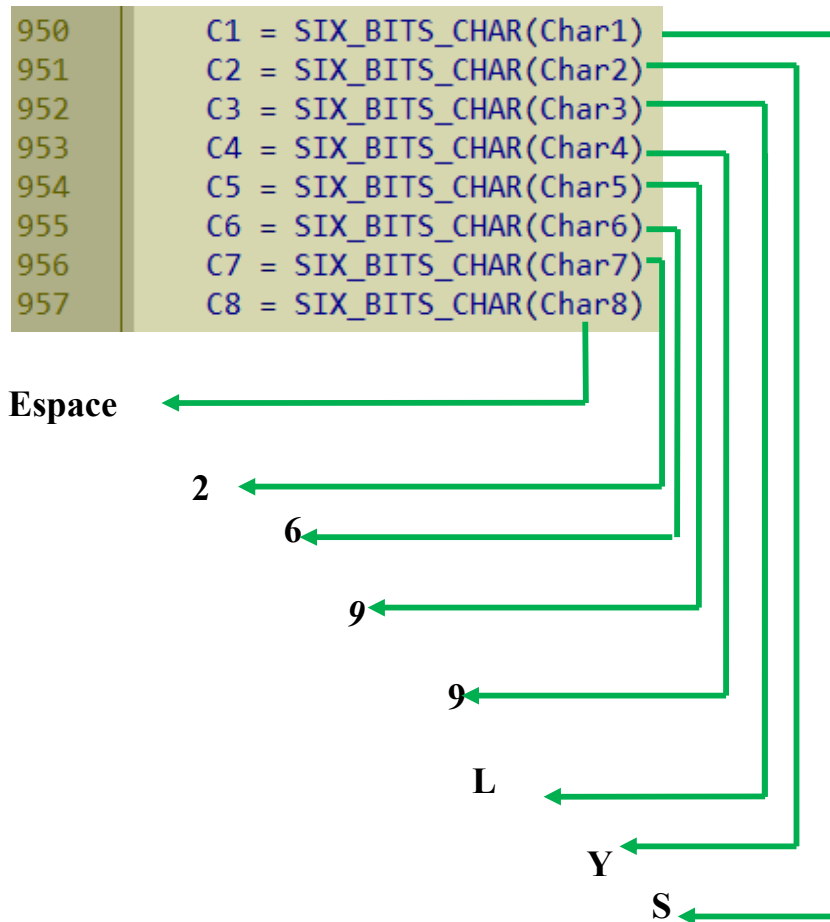
```
930 def AIRCRAFT_ID():  
931     Octet1=readbyte()  
932     Octet2=readbyte()  
933     Octet3=readbyte()  
934     Octet4=readbyte()  
935     Octet5=readbyte()  
936     Octet6=readbyte()  
937  
938     Char1 = Octet1 >> 2  
939     Char2 = ((Octet1<<4)& 0x3F) | (Octet2 >> 4)  
940     Char3 = ((Octet2<<2) & 0x3F) | (Octet3 >> 6)  
941     Char4 = (Octet3 & 0x3F)  
942     Char5 = (Octet4>>2)  
943     Char6 = ((Octet4<<4)& 0x3F) | (Octet5 >> 4)  
944     Char7 = ((Octet5<<2) & 0x3F) | (Octet6 >> 6)  
945     Char8 = (Octet6 & 0x3F)
```

-Figure3.16-

- 1- On lit les 6 Octets qui représentent la Donnée « Aircraft Identification ».
- 2- Dans cette étape On extraire tous les Caractères qu'ils sont codées en 6-bits code.
- 3- Char1 → Char8 : Identification de l'Aéronef. Exemple : « **SYL9962 \_** ». '\_': pour indiquer qu'il y a un espace.

Pour trouver chaque caractère dans la table on utilise la fonction **SIX\_BITS\_CHAR(Char)**, Voir la figure suivante :

## ANNEXE A



### ***La fonction SIX\_BITS\_CHAR () :***

Chaque caractère de l'identification de l'aéronef est encodé en utilisant la - Table01-.

Le code est dans la **Figure 3.15**, Au début on définit 2 variables :

**(Ind ,letter\_num)**. On va utiliser ces variables comme des coordonnées dans la table pour trouver le caractère voulu.

### **Un exemple :**

Code = b6b5b4b3b2b1 (bi : un bit)

1/ **ind** = (b6b5b4b3b2b1 & 0x30) >>4 = (b6b50000) >>4 = 0000b6b5 → Y dans la table.

2/ **letter\_num** = b6b5b4b3b2b1 & 0xF = 00b4b3b2b1 → X dans la table.

Après avoir trouvé les coordonnées nécessaires, il suffit juste de voir la table pour extraire le caractère correspondant.

## ANNEXE A

```
48 def SIX_BITS_CHAR(code):
49     ind      = (code & 0x30) >> 4
50     letter_num = (code & 0xF)
51
52     if(letter_num == 0):
53         if(ind == 0):
54             return " "
55         elif(ind == 1):
56             return 'P'
57         elif(ind == 2):
58             return " "
59         elif(ind == 3):
60             return '0'
61     elif(letter_num == 1):
62         if(ind == 0):
63             return 'A'
64         elif(ind == 1):
65             return 'Q'
66         elif(ind == 2):
67             return " "
68         elif(ind == 3):
69             return '1'
```

-Figure3.15-

*N.B : Dans la -Table01- il y a des cases vides, donc on ne retourne rien.*

### *Extraire le nom de la compagnie aérienne :*

Les 3 premières lettres sont « **ICAO Agency Designator** ». Dans le code On a une table qui contient la plupart des compagnies et « **ICAO Agency Designator** » correspondant. Dans la figure suivante on a des extraits de la table, Chaque **code** Correspond à **un nom d'une compagnie**.

```
22 airline_code = [['JOR', ' Blue Air (Romania) Blue Transport\n'],
['AMB', ' Deutsche Rettungsflugwacht (Germany) Civil Air Ambulance\n'],
['EJA', ' Netjets (USA) Execjet\n'], ['DBB', ' Deutsche Bahn (Germany)\n'],
```

-Extrait de la table `airline_code[ ]`-

## ANNEXE A

---

Dans la fin de la fonction le code suivant est le responsable sur la recherche dans la table des noms:

```
962     Name = C1 + C2 + C3
963     for name in airline_code:
964         if (name[0] == Name):
965             print (" %s => %s" % (name[0],name[1]))
```

Si : Name = C1+C2+C3 = SYL

Donc après la recherche dans la table : **SYL => Yakutia Airlines (Russia)**

# ANNEXE A

---

**Mode d'emplois de l'application :** Pour faciliter le codage de l'application, On a décidé de ne pas coder une **Interface Graphique**, Donc l'application est conçue pour s'exécuter dans la ligne de commande (**invite de commande (CMD)** pour **WINDOWS** <sup>(10)</sup>, **TERMINAL** pour **Linux**).

On va prendre un exemple dans WINDOWS (car la majorité utilise le) pour mieux comprendre comment utiliser l'application pour décoder un message ASTERIX.

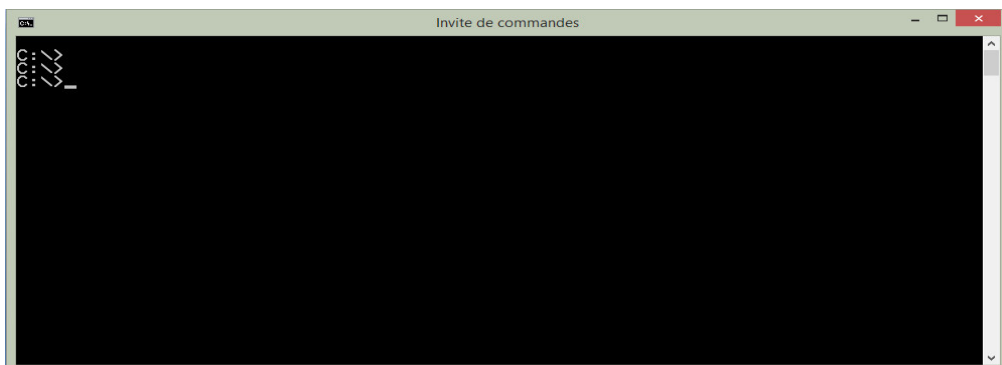
On est besoin de :

- L'application : **pydec.py**(En informatique on l'appelle un **script**, puisque il est différent d'un **exécutable « .exe »**).
- Un message ASTERIX à décoder sous forme **Binaire** comme entrée pour l'application: **Message\_Asterix\_01.bin «Message\_Asterix\_48.bin »**
- La ligne de commande WINDOWS depuis ou on va exécuter l'application: **cmd.exe (Invite de commandes)**.
- Un fichier texte arbitraire (On va choisir : **Output.txt**) pour sauvegarder la sortie de notre application.

*N.B : il faut que l'application et le message ASTERIX soient dans le même dossier, pour suivre les mêmes étapes suivantes.*

Les étapes à suivre pour exécuter l'application dans WINDOWS sont :

- **Ouvrir l'invite de commande (CMD.exe) dans WINDOWS:** le programme se trouve dans le chemin suivant : **C:\Windows\System32 \cmd.exe**





## ANNEXE A

---

- **Naviguer au dossier qui contient les fichiers (application, Message\_Asterix) :** On a mis tous les fichiers dans un dossier qui s'appelle **Asterix\_Decoder** dans la partition « C: ». On utilise la commande « **cd (le chemins vers le dossier cible)** ».




```
C:\>
C:\> cd Asterix_Decoder
C:\Asterix_Decoder>
```

- Pour exécuter l'application on utilise cette commande :  
**Cat01 :python pydec.py Message\_Asterix\_01.bin > Output.txt**

**Cat48 :python pydec.py Message\_Asterix\_48.bin > Output.txt**

**Python :** C'est le programme qu'il va interpréter notre code de l'application.

➤ :Diriger le résultat de traitement vers un fichier texte **Output.txt**

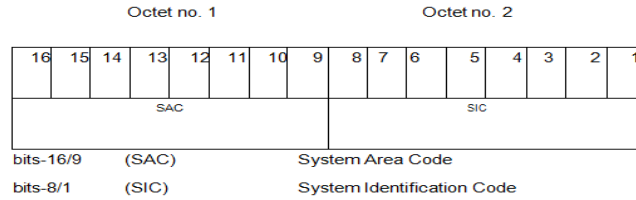


```
C:\>
C:\> cd Asterix_Decoder
C:\Asterix_Decoder>
C:\Asterix_Decoder>
C:\Asterix_Decoder> python pydec.py Message_Asterix_01.bin > Output.txt
```

# ANNEXE B

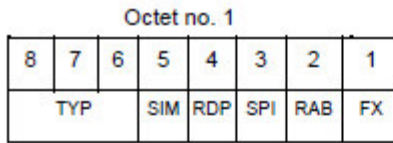
## ANNEXE B :

### Article de données I048 / 010, Identificateur de source de données



**Tableau B.1** : description d'article de données I048/010

### Article de données I048 / 020, descripteur de rapport cible



bits-8/6	(TYP)	= 000	No detection
		= 001	Single PSR detection
		= 010	Single SSR detection
		= 011	SSR + PSR detection
		= 100	Single ModeS All-Call
		= 101	Single ModeS Roll-Call
		= 110	ModeS All-Call + PSR
		= 111	ModeS Roll-Call +PSR
bit-5	(SIM)	= 0	Actual target report
		= 1	Simulated target report
bit-4	(RDP)	= 0	Report from RDP Chain 1
		= 1	Report from RDP Chain 2
bit-3	(SPI)	= 0	Absence of SPI
		= 1	Special Position Identification
bit-2	(RAB)	= 0	Report from aircraft transponder
		= 1	Report from field monitor (fixed transponder)
bit-1	(FX)	= 0	End of Data Item
		= 1	Extension into first extent

# ANNEXE B

## Article de données I048 / 030, Conditions d'avertissement / erreur

Octet no. 1							
8	7	6	5	4	3	2	1
W/E Value							FX

bits-8/2 (W/E Value) Warning/error condition value

bit-1 (FX) = 0 End of Data Item  
 = 1 Extension into first extent (next W/E condition value)

## 2.2.4 Données I048 / 040, Position mesurée dans les coordonnées polaires

Octet no. 1										Octet no. 2					
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
RHO															LSB

Octet no. 3										Octet no. 4					
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
THETA															LSB

bit-17 (LSB) = 1/256 NM.  
 Max. range = 256 NM

bit-1 (LSB) =  $360 \cdot 2^{-16} = \text{approx. } 0.0055^\circ$

**Tableau B.2:** description de donnée I048/40

## Article de données I048 / 042, Position calculée dans les coordonnées cartésiennes

Octet no. 1										Octet no. 2					
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
X-Component															LSB

Octet no. 3										Octet no. 4					
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Y-Component															LSB

bit-17 (LSB) = 1/128 NM  
 Max. range =  $\pm 256$  NM

bit-1 (LSB) = 1/128 NM  
 Max. range =  $\pm 256$  NM

**Tableau B.3:** description de données I048/042

## ANNEXE B

### Article de données I048 / 050, code Mode-2 dans la représentation octale

Octet no. 1								Octet no. 2							
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
V	G	L	0	A4	A2	A1	B4	B2	B1	C4	C2	C1	D4	D2	D1

bit-16	(V)	=	0	Code validated
		=	1	Code not validated
bit-15	(G)	=	0	Default
		=	1	Garbled code
bit-14	(L)	=	0	Mode-2 code as derived from the reply of the transponder
		=	1	Smoothed Mode-2 code as provided by a local tracker
bit-13				Spare bit set to 0
bits-12/1				Mode-2 code in octal representation

**Tableau B.4** : description de donnée I048/050

### Article de données I048 / 055, code Mode-1 dans la représentation octale

Octet no. 1							
8	7	6	5	4	3	2	1
V	G	L	A4	A2	A1	B2	B1

bit-8	(V)	=	0	Code validated
		=	1	Code not validated
bit-7	(G)	=	0	Default
		=	1	Garbled Code
bit-6	(L)	=	0	Mode-1 code as derived from the reply of the transponder.
		=	1	Smoothed Mode-1 code as provided by a local tracker.
bits-5/1				Mode-1 code

### Données I048 / 060, Indicateur de confiance du code Mode 2

Octet no. 1								Octet no. 2							
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	0	QA4	QA2	QA1	QB4	QB2	QB1	QC4	QC2	QC1	QD4	QD2	QD1

bits-16/13				Spare bits set to 0
bits-12/1	(QXi)	=	0	High quality pulse Xi
		=	1	Low quality pulse Xi

**Tableau B.5** : description de donnée I048/060



# ANNEXE B

## Données I048 / 065, Indicateur de confiance du code Mode 1

Octet no. 1							
8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	QA4	QA2	QA1	QB2	QB1

bits-8/6

Spare bits set to zero

bits-5/1 (QXi) = 0 High quality pulse Xi  
 = 1 Low quality pulse Xi

**Tableau B.6** : description de donnée I048/065

- bits-8 /6 Les bits de rechange sont mis à zéro
- bits-5/1 (QXi) = 0 pouls haute qualité Xi/ = 1 pouls basse qualité Xi

## Article de données I048 / 070, Code Mode-3 / A dans la représentation octale

Octet no. 1								Octet no. 2							
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
V	G	L	0	A4	A2	A1	B4	B2	B1	C4	C2	C1	D4	D2	D1

bit-16 (V) = 0 Code validated  
 = 1 Code not validated

bit-15 (G) = 0 Default  
 = 1 Garbled code

bit-14 (L) = 0 Mode-3/A code derived from the reply of the transponder  
 = 1 Mode-3/A code not extracted during the last scan

bit-13 Spare bit set to 0

bits-12/1 Mode-3/A reply in octal representation

## Numéro de données I048 / 080, Indicateur de confiance du code Mode-3 / A

Octet no. 1								Octet no.2							
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	0	QA4	QA2	QA1	QB4	QB2	QB1	QC4	QC2	QC1	QD4	QD2	QD1

**Tableau B.7** : description de donnée I048/080

- bits-16/13 bits de rechange mis à 0
- bits-12/1 (QXi) = 0 pouls de haute qualité Xi/= 1 pouls basse qualité Xi

# ANNEXE B

## Article de données I048 / 090, Niveau de vol en représentation binaire

Octet no. 1								Octet no. 2							
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
V	G	Flight Level												LSB	

bit-16 (V) = 0 Code validated  
 = 1 Code not validated

bit-15 (G) = 0 Default  
 = 1 Garbled code

bits-14/1 (Flight Level) LSB= 1/4 FL

## Article de données I048 / 100, code de mode C et code Indicateur de confiance

Octet no. 1								Octet no. 2							
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
V	G	0	0	C1	A1	C2	A2	C4	A4	B1	D1	B2	D2	B4	D4

Octet no. 3								Octet no. 4							
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	0	0	QC1	QA1	QC2	QA2	QC4	QA4	QB1	QD1	QB2	QD2	QB4	QD4

bit-32 (V) = 0 Code validated  
 = 1 Code not validated

bit-31 (G) = 0 Default  
 = 1 Garbled code

bits-30/29 Spare bits set to 0

bits-28/17 Mode-C reply in Gray notation

bits-16/13 Spare bits set to 0

bits-12/1 (QXi) = 0 High quality pulse Xi  
 = 1 Low quality pulse Xi

## Données I048 / 110, Hauteur mesurée par un radar 3D

Octet no.1								Octet no.2							
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
0	0	3D-Height												LSB	

bits-16/15 Spare bits set to zero

bits-14/1 (3D-Height) 3D height, in binary notation. Negative values are expressed in two's complement

LSB = 25 ft

**Tableau B.8** : description de donnée I048/110



# ANNEXE B

## 2.2.15 Données Objet I048 / 120, Vitesse Doppler Radial

### Primary Subfield:

Octet no.1							
8	7	6	5	4	3	2	1
CAL	RDS	0	0	0	0	0	0

bit-8	(CAL)		Subfield #1: Calculated Doppler Speed = 0 Absence of Subfield #1 = 1 Presence of Subfield #1
bit-7	(RDS)		Subfield #2: Raw Doppler Speed = 0 Absence of Subfield #2 = 1 Presence of Subfield #2
bits-6/1	(Spare)		Subfields #3/7: Spare = 0 Absence of Subfield = 1 Presence of Subfield

### Structure of Subfield # 1: Calculated Doppler Speed

Octet no.1								Octet no. 2								
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
D	0					CAL										LSB

bit-16	(D)		= 0 Doppler speed is valid = 1 Doppler speed is doubtful
bits-15/11	(Spare)		Fixed to zero
bits-10/1	(CAL)		Calculated Doppler Speed, coded in two's complement LSB= 1 m/sec

### Structure of Subfield # 2: Raw Doppler Speed

Octet no.1							
56	55	54	53	52	51	50	49
REP							

Octet no.2								Octet no.3							
48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
DOP															LSB

Octet no.4								Octet no. 5							
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
AMB															LSB

Octet no.6								Octet no. 7							
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
FRQ															LSB

bits-56/49	(REP)		Repetition Factor
bit-48/33	(DOP)		Doppler Speed LSB= 1 m/sec
bits-32/17	(AMB)		Ambiguity Range LSB= 1 m/sec
bits-16/1	(FRQ)		Transmitter Frequency LSB= 1 Mhz

# ANNEXE B

## Article de données I048 / 130, Caractéristiques du diagramme de radar

		Octet no.1							
		8	7	6	5	4	3	2	1
		SRL	SRR	SAM	PRL	PAM	RPD	APD	FX
bit-8, octet1	(SRL)	Subfield #1: SSR plot runlength = 0 Absence of Subfield #1 = 1 Presence of Subfield #1							
bit-7, octet1	(SRR)	Subfield #2: Number of received replies for M(SSR) = 0 Absence of Subfield #2 = 1 Presence of Subfield #2							
bit-6, octet1	(SAM)	Subfield #3: Amplitude of received replies for M(SSR) = 0 Absence of Subfield #3 = 1 Presence of Subfield #3							
bit-5, octet1	(PRL)	Subfield #4: PSR plot runlength = 0 Absence of Subfield #4 = 1 Presence of Subfield #4							
bit-4, octet1	(PAM)	Subfield #5: PSR amplitude = 0 Absence of Subfield #5 = 1 Presence of Subfield #5							
bit-3, octet1	(RPD)	Subfield #6: Difference in Range between PSR and SSR plot = 0 Absence of Subfield #6 = 1 Presence of Subfield #6							
bit-2, octet1	(APD)	Subfield #7: Difference in Azimuth between PSR and SSR plot = 0 Absence of Subfield #7 = 1 Presence of Subfield #7							
bit-1, octet1	(FX)	= 0 End of Primary Subfield = 1 Extension of Primary Subfield into next octet							

## Données Objet I048 / 140, Heure du jour

Octet no. 1								Octet no. 2							
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Time-of-Day															

Octet no. 3							
8	7	6	5	4	3	2	1
LSB							

bits-24/1	(Time-of-Day)	Acceptable Range of values: 0 <= Time-of-Day <= 24 hrs
bit-1	(LSB)	= 2 <sup>-7</sup> seconds = 1/128 seconds





# ANNEXE B

## Article de données I048 / 170, état de la piste

Octet no. 1							
8	7	6	5	4	3	2	1
CNF	RAD		DOU	MAH	CDM		FX
bit-8	(CNF)	Confirmed vs. Tentative Track					
		= 0 Confirmed Track					
		= 1 Tentative Track					
bits-7/6	(RAD)	Type of Sensor(s) maintaining Track					
		= 00 Combined Track					
		= 01 PSR Track					
		= 10 SSR/Mode S Track					
		= 11 Invalid					
bit-5	(DOU)	Signals level of confidence in plot to track association process					
		= 0 Normal confidence					
		= 1 Low confidence in plot to track association.					
bit-4	(MAH)	Manoeuvre detection in Horizontal Sense					
		= 0 No horizontal man.sensed					
		= 1 Horizontal man. sensed					
bits-3/2	(CDM)	Climbing / Descending Mode					
		= 00 Maintaining					
		= 01 Climbing					
		= 10 Descending					
		= 11 Invalid					
bit-1	(FX)	End of Data Item					
		= 1 Extension into first extent					

## Élément de données I048 / 200, Vitesse de piste calculée dans les coordonnées polaires

Octet no. 1								Octet no. 2							
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
CALCULATED GROUND SPEED (max. 2 NM/s)															LSB
Octet no. 3								Octet no. 4							
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
CALCULATED HEADING															LSB

bit-17 (LSB) =  $(2^{-14})$  NM/s = approx. 0.22 kt

bit-1 (LSB) =  $3607 \cdot 2^{-16}$  = approx. 0.0055°

# ANNEXE B

## Article de données I048 / 210, Qualité de la voie

Octet no.1							
8	7	6	5	4	3	2	1
Sigma (X)							LSB

bits-8/1 (Sigma (X))

Standard Deviation on the horizontal axis of the local grid system  
= 1/128 NM

bit-1 (LSB)

**NOTE -** The standard deviation is per definition a positive value, hence the range covered is :  $0 \leq \text{Sigma}(X) < 2 \text{ NM}$

Octet no.2							
8	7	6	5	4	3	2	1
Sigma (Y)							LSB

bits-8/1 (Sigma (Y))

Standard Deviation on the vertical axis of the local grid system  
= 1/128 NM

bit-1 (LSB)

**NOTE -** The standard deviation is per definition a positive value, hence the range covered is:  $0 \leq \text{Sigma} (Y) < 2 \text{ NM}$

Octet no.3							
8	7	6	5	4	3	2	1
Sigma (V)							LSB

bits-8/1 (Sigma (V))

Standard Deviation on the groundspeed within the local grid system  
=  $(2^{-14}) \text{ NM/s} = 0.22 \text{ Kt}$

bit-1 (LSB)

**NOTE -** The standard deviation is per definition a positive value, hence the range covered is:  $0 \leq \text{Sigma} (V) < 56.25 \text{ Kt}$

Octet no.4							
8	7	6	5	4	3	2	1
Sigma (H)							LSB

bits-8/1 (Sigma (H))

Standard Deviation on the heading within the local grid system  
=  $360 / (2^{12}) \text{ degrees} = 0.08789 \text{ degrees}$

bit-1 (LSB)

## Article de données I048 / 220, Adresse de l'avion

Octet no. 1							
24	23	22	21	20	19	18	17
AIRCRAFT							

Octet no. 2											Octet no. 3												
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1								
ADDRESS																							

bits-24/1

24-bits Mode S address, A23 to A0

# ANNEXE B

## Article de données I048 / 230, capacité de communication / ACAS et état du vol

Octet no. 1								Octet no. 2								
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
COM			STAT					SI	0	MSSC	ARC	AIC	B1A	B1B		
bits-16/14 (COM)								Communications capability of the transponder								
								= 0 No communications capability (surveillance only) = 1 Comm. A and Comm. B capability = 2 Comm. A, Comm. B and Uplink ELM = 3 Comm. A, Comm. B, Uplink ELM and Downlink ELM = 4 Level 5 Transponder capability 5 to 7 Not assigned								
bits-13/11 (STAT)								Flight Status								
								= 0 No alert, no SPI, aircraft airborne = 1 No alert, no SPI, aircraft on ground = 2 Alert, no SPI, aircraft airborne = 3 Alert, no SPI, aircraft on ground = 4 Alert, SPI, aircraft airborne or on ground = 5 No alert, SPI, aircraft airborne or on ground 6 - 7 Not assigned								
bit-10 (SI)								SI/II Transponder Capability								
								= 0 SI-Code Capable = 1 II-Code Capable								
bit-9 (spare)								spare bit set to zero								
bit-8 (MSSC)								Mode-S Specific Service Capability								
								= 0 No = 1 Yes								
bit-7 (ARC)								Altitude reporting capability								
								= 0 100 ft resolution = 1 25 ft resolution								
bit-6 (AIC)								Aircraft identification capability								
								= 0 No = 1 Yes								
bit-5 (B1A)								BDS 1,0 bit 16								
bits 4/1 (B1B)								BDS 1,0 bits 37/40								

## Article de données I048 / 240, Identification de l'avion

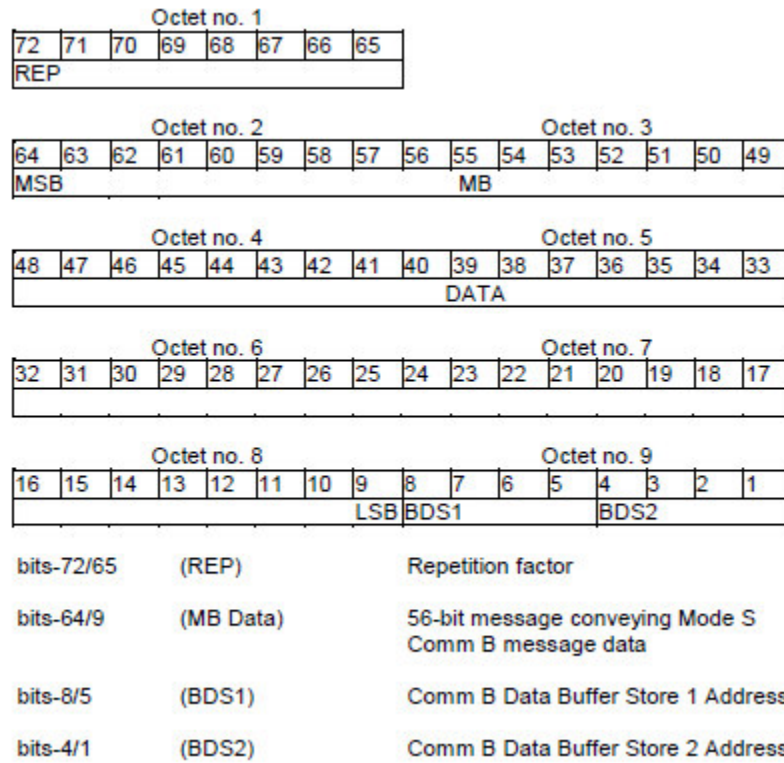
Octet no. 1								Octet no. 2							
48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33
MSB				Character 1				Character 2				Character 3			
Octet no. 3								Octet no. 4							
32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
Character 4								Character 5							
Octet no. 5								Octet no. 6							
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Character 6				Character 7				Character 8				LSB			

bits-48/1

Characters 1-8 (coded on 6 bits each) defining aircraft identification when flight plan is available or the registration marking when no flight plan is available.

# ANNEXE B

## Données Objet I048 / 250, Mode S Données MB



## Article de données I048 / 260, Rapport consultatif sur la résolution ACAS

