

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Blida
Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Département d'Aéronautique

Mémoire DEUA

Pour l'obtention du diplôme d'Etude Universitaire Appliquée en Aéronautique

Option : Avionique

Thème



Promoteur :

BOUDANI Abdelkader

présenté par :

CHERIET Zine El Abidine
BOUTALEB Abdelkader

Promotion 2007-2008

Résumé

Le contrôle de la navigation aérienne est menacé par une saturation prochaine des fréquences radio utilisées pour la communication entre les pilotes et les contrôleurs. De plus, le manque d'informations sur la position des aéronefs au sol rend leur guidage difficile. Par l'intermédiaire du collecticiel nous montrons comment le projet de TRAFCA permet actuellement la complétion d'information entre les domaines du pilote et du contrôleur. Les spécialistes du domaine proposent l'utilisation de liaisons de données afin de faciliter le transfert d'information entre aéronefs et contrôle aérien soit sous une forme comparable au courrier électronique, soit sous la forme de messages automatiques. Le projet TRAFCA permet une utilisation des liaisons de données sous une double forme: sous la forme d'une transmission automatique informant le contrôle aérien des paramètres de vol des aéronefs, et sous une forme très interactive permettant un échange de données de type symbolique facilitant les négociations. Le projet de TRAFCA a le but de faciliter et augmenter la sécurité de la navigation aérienne.



Remerciement

Nous tenons à remercier en premier lieu, Allah de nous avoir donné la foi et le courage à fin de réaliser ce petit ouvrage sans que nous oublions nos parents pour leur précieuse aide.

Nous tenons à remercier notre promoteur M^r Boudali Abdelkader qui nous a aidé profondément par son suivi et ses conseils durant notre projet, et sa grande patience avec nous.

Nous remercions aussi M^r Benouared Abdelhalim chef d'options qui a contribué à notre documentation et ses multiples conseils.

On remercie également l'honorable jury devant lequel on vient d'exposer notre projet.

Enfin, que tous ceux ou celles qui nous ont prêté leur soutien et leur amitié tout le long de ce travail, trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères².



Dédicaces

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

***A CELUI QUI M'A INDIQUE LA BONNE VOIE EN ME
RAPPELANT QUE LA VOLONTE FAIT TOUJOURS LES
GRANDES PERSONNES***

Mon père MAHMOUD

***A CELLE QUI A ATTENDU AVEC PATIENCE LES FRUITS DE
SA BONNE EDUCATION,...***

Ma mère SAMIA

***A MA PETITE ONDE QUI A FAIT RICOCHER DES VAGUES
DE VOLONTEES POUR COMPLETER MA REUSSITE***

Ma Femme SABRINA

- A mes chers frères et sœurs***
- A toute ma famille***
- A mes beaux parents***
- A ma belle famille***
- A tout les étudiants de la promotions avionique***

... Je dédie ce mémoire

Zine El Abidine

SOMMAIRE

	Page
REMERCIEMENT	
RESUME	
INTRODUCTION GENERALE	
Chapitre I : Généralité sur l'espace aérienne	
I.1. Présentation de l'ENNA	1
I.2. Les missions de l'ENNA.....	2
I.3. L'organisation de l'ENNA	3
I.3.1. Direction Générale	4
I.3.2. Direction Opérationnelles.....	4
I.3.3. Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne DENA.....	5
I.3.4. Département de la Circulation Aérienne (DCA).....	6
I.3.4.1. Service Etude et Développement SED.....	7
I.3.4.2. Le Service Contrôle et Coordination (SSC)	8
I.4. Généralité sur l'espace aérien	9
I.5. La division de l'espace aérien.....	10
I.5.1. Espace aérien contrôlé	12
I.5.1.1. Les Région de contrôle (CTA : Control Traffic Area).....	12
I.5.1.2. Les Zones de Contrôle (CTR)	14
I.5.1.3. Les régions supérieur de contrôle (UTA).....	15
I.5.2. Espace Aérien Non Contrôlé	16
I.5.2.1. Région d'Information de Vol (F.I.R).....	16
I.4.2.2. Région Supérieur d'Information de Vol (U.I.R).....	16
I.6. Moyen de Communication, Navigation,	18
I.6.1. Communication.....	18
I.6.1.1. Liaison Air/Sol (mobile).....	18
I.6.1.2. Liaison point à point.....	18
I.6.2. Navigation	18
 Chapitre II : Description générale du projet TRAFCA	
II.1 DIFINITION.....	19
II.2 Objectifs du projet TRAFCA.....	19
II.3 Architecture du système TRAFCA.....	20
II.3.1 Couverture Radar	20
II.3.2 ACC (CCR).....	22
II.3.3 Contrôle d'approche.....	23
II.3.4 Contrôle d'aérodrome	23

II.4	Différent parties de projet TRAFCA.....	26
II.4.1	La partie SYRAL	26
II.4.1.1.	Radar	
II.4.2	La partie SAACTA	29
II.4.2.1	Introduction	29
II.4.2.2	Composition de système radar :.....	29
II.4.2.3	Fourniture du service Radar	30
II.4.2.4	Emport du transpondeur SSR	30
II.4.2.4.1	Fonctionnement:	30
II.4.2.4.2.	Utilisation des codes du transpondeur	30
II.4.2.5.	Capteur de surveillance (RADAR)	30
II.4.2.6	Système de poursuite	30
II.4.2.7	Système à mosaïques	31
II.4.2.8	Corrélation	31
II.4.2.9	Système de visualisation	32
II.4.2.10	Le dépôt du plan de vol	32
II.4.2.11	Procédures Radar	32
II.4.2.11.1	Procédures générales pour les vols IFR	32
II.4.2.11.2	Procédures générales pour les vols VFR	33
II.4.2.11.3.	Procédures en cas de situations particulières	33
II.4.2.11.4.	Procédure en cas de panne du transpondeur SSR	34

Chapitre III : Etude de l'existant

II.1.	Le Mode de Transfert Asynchrone (ATM)	35
II.1.1.	But système ATM	35
II.1.2	Les particularités de l'ATM	35
II.1.3.	Philosophie de l'ATM	37
II.2.	Affichage de la Situation Aérienne (ASD).....	38
II.3.	Traitement des Données Radar (RTP).....	39
II.3.1.	Définition de la fonction RTP	39
II.3.2.	Difinition de la fonction (MTP).....	40
II.3.3.	Les possibilités intégrées Piste/Plan de vol.....	41
II.3.4.	Filet de Sauvegarde et Aide à la Surveillance (SNMAP).....	41
II.3.5.	Possibilités additionnelles d'alerte et d'avertissement.....	42
II.4.	Fonction Données de Vol.....	48
II.4.1.	Définition.....	48
II.4.2.	Objectif	48
II.4.3.	Traitement des Données Plan de vol (FDP).....	49
II.4.4.	Plan de vol conflit sonde FPCP.....	49
III.5.	Les données air-sol par liaison de données AGDL	51

III.6. Surveillance Automatique Dépendante ADS).....	53
III.6.1. Principe.....	53
III.6.2. ADS-Contrat ADS-C.....	53
III.6.3. ADS-Broadcast.....	53
III.6.4. Traitement des Données ADS (Alertes).....	53
III.6.4.1. Cleared Level Adherence Monitoring (CLAM).....	53
III.6.4.2. Danger Area Infringement Warning (DAIW).....	54
III.6.4.3. ADS Route Conformance Warning (ARCW)	54
III.7. Interface Homme /Machine (HMI).....	56
III.7.1. Operator Display Suites (ODS).....	56
III.7.2. Enregistrement et Rejeu (REC/ASPB).....	56
III.7.3. Database Management (DBM).....	57
III.7.4. Simulator Air Trafic Generator (SIM ATG)	58

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à :

- ❖ *A mon père Ahmed*
- ❖ *Celle que j'aime le plus au monde, ma très chère défunte mère qui ma entouré d'affection et de tendresse et qui ma donné son amour, son soutient et ses sacrifices*
- ❖ *Mes chers frères : Amine, Belkacem*
- ❖ *Ma sœur : Chahrazed*
- ❖ *Tout mes amis, surtout : Zine El Abidine , Youcef, Mokhtar , Younes,abderahman ,Boualem , Hmida*
- ❖ *A tout les étudiants de la promotions avionique*
- ❖ *Tout ceux qui m'aiment et que j'aime*

Abdelkader

Chapitre I

Généralités sur l'espace aérien

Chapitre II

Description générale du Système TRAFCA

Chapitre III

Etude d'existant

INTRODUCTION GENERALE

Le contrôle de la navigation aérienne doit évoluer pour faire face à l'augmentation du trafic aérien. Cette nécessaire évolution est également l'occasion d'améliorer de manière globale la sécurité du transport aérien. Nous avons choisi dans le cadre de notre étude d'appréhender la tâche de régulation de la circulation aérienne sous l'angle du collectif. Cette approche nous a amenés à étudier plus particulièrement le partage de l'information entre pilotes d'aéronef et contrôleurs aériens.

Le contrôle de la navigation aérienne peut s'appréhender comme un collectif où les utilisateurs sont à la fois les pilotes d'aéronef et les contrôleurs aériens. La tâche commune est de permettre à tous les aéronefs du secteur de contrôle concerné d'effectuer les actions suivantes, citées par ordre de priorité : évoluer en toute sécurité dans l'espace aérien et au sol, atteindre la destination prévue ou une destination de dégagement, arriver à destination le plus rapidement possible, et effectuer le trajet dans les meilleures conditions de confort possible. L'état global du système est défini par des données auxquelles les utilisateurs n'ont pas nécessairement accès directement. Ces informations comprennent l'état des aéronefs, leur position, leur trajectoire, les intentions des pilotes, les données météorologiques et l'état des infrastructures aéroportuaires.

Dans le cadre de cette étude, nous avons choisi de nous intéresser au partage de l'information entre le pilote et le contrôleur, pour cela on a choisi d'étudier le projet TRAFCA.

I.1. Présentation de l'ENNA

L'établissement National de la navigation aérienne, (E.N.N.A) est un établissement qui assure le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l'état, placé sous la tutelle du Ministre des Transport et a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale dans le domaine de la sécurité de la navigation aérienne en coordination avec les autorités concerné et les institution intéressés. Il est chargé en outre du contrôle et du suivi des appareille en vol ainsi que de la sécurité aérienne.

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

- Ministère du transport ;
- Organisation de l'aviation Civile Internationale (OACI) ;
- ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar ;
- AEFMP : organisation régionale réunissant l'Algérie, l'Espagne, la France, le Maroc et le Portugal ;
- EUROCONTROL : organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne ;
- Institut Aéronautique de Blida (IAB) ;
- Ecole Nationale de l'Aviation Civile à Toulouse ;

I.2. Les missions de l'ENNA

Les principales missions de l'établissement :

- Veille au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation en vol et au sol des aéronefs et à l'implantation des aéroports et aux relevant de sa mission ;
- Dans le cadre de sa mission elle participe à l'élaboration des schémas directeurs et aux plans d'urgence des aéroports, établit les plans, en coordination avec les autorités concernées, les plans de servitudes aéronautiques et radioélectriques et il veille à leur application ;
- Assure l'installation et la maintenance des moyens de télécommunication, de radionavigation, l'aide à l'atterrissage, des aides visuelles et des équipements d'annexes ;
- Le contrôle de la circulation aérienne pour l'ensemble des aéronefs évoluant dans son espace aérien qu'ils soient en survol, à l'arrière sur les aéroports, ou au départ ces derniers ;
- La sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien national ou relevant de la compétence de l'Algérie ainsi que sur et aux abords des aéroports ouverts à la CAP ;
- La diffusion de l'information aéronautique en vol et au sol et la diffusion des informations météorologique nécessaire à la navigation aérienne ;
- Assure le service de sauvetage et de lutte contre incendies sur les plates formes aéroportuaires ;
- Contribue à l'effort du développement en matière de recherches appliquées dans les techniques de la navigation aérienne ;

- Concentration, diffusion ou retransmission au plan international des messages d'intérêts aéronautique ou météorologique ;
- Le calibrage des moyens de communication de radionavigation et de surveillance au moyen de l'avion laboratoire.

I.3. L'organisation de l'ENNA

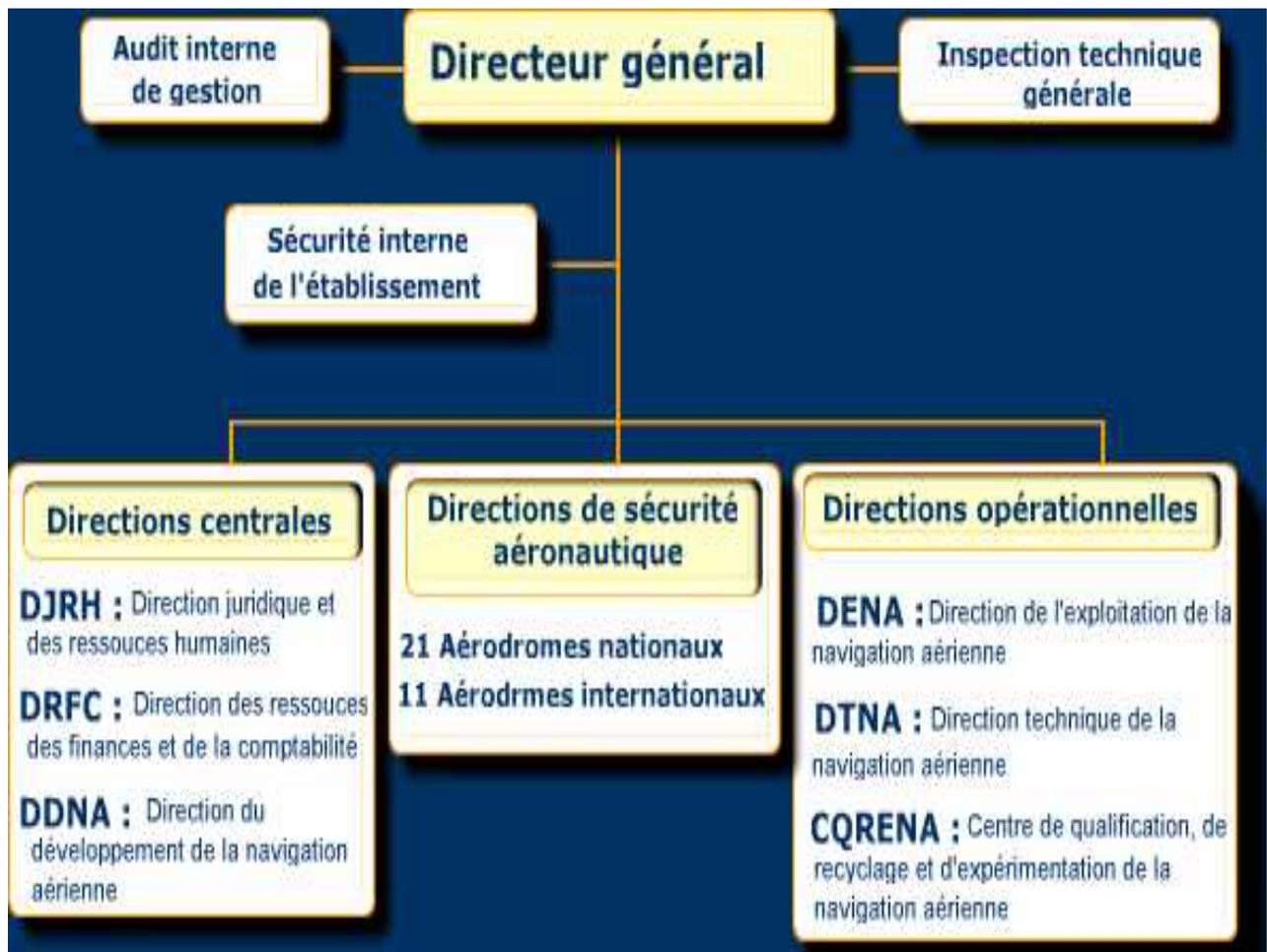


Figure I.1 l'organisation de l'ENNA

I.3.1. Direction Générale

L'ENNA est géré par un Directeur Générale qui fait rapport au Conseil d'Administration de l'ENNA. Le conseil, d'administration délibère et statue sur la politique de développement de l'ENNA, les plans annuels et à moyen terme de l'ENNA, le règlement intérieur, la convention collective, le budget de fonctionnement, les bilans et les comptes de résultats et son organigramme. Les délibérations du conseil d'administration sont transmises au Ministère des Transports pour approbation. Le directeur Général est chargé d'assurer la gestion globale de l'établissement, du personnel, de la passation des marchés, des contrats, conventions et accords, le respect des règlements de sécurité et du règlement intérieur, et de l'ordonnancement des dépenses. Il propose les programmes généraux d'activité ainsi que les projets de plans et de programmes d'investissement. Il est responsable de la préparation des bilans et des comptes de résultats, de l'utilisation des résultats, et des rapports annuels d'activité de l'ENNA ainsi que des projets d'extension des activités de l'établissement à des secteurs nouveaux.

I.3.2. Direction Opérationnelle

Les directions opérationnelles comprennent la direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (DNA) qui est chargée du contrôle et fournit les services de contrôle du trafic aérien aux tours d'aéroport, des équipements de contrôle d'approche, et les centres de commande de secteur, et la direction technique de la navigation aérienne (DTNA) qui contrôle l'acquisition, et dont l'entretien les équipements de l'ENNA.

I.3.3. Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne DENA

- La Direction de l'Exploitation de la navigation Aérienne (Figure 1.2) est chargée d'assurer la sécurité et la régularité de la navigation aérienne et, veiller à la bonne gestion technique au niveau des aérodromes. Ses principales missions se résume comme suit :
- Gérer et contrôler l'espace aérien confié en route et au sol, par le centre de contrôle régional (CCR) et les différents départements de la circulation aérienne ;
- Mettre à disposition de tous les exploitants le service de l'information aéronautique en vol et au sol, ainsi que les informations météorologique ;
- Gérer les services de la télécommunication aéronautique ;
- Assurer le service de sauvetage et de lutte contre incendies aux aérodromes.

La direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne six (06) département et un centre de contrôle régional :

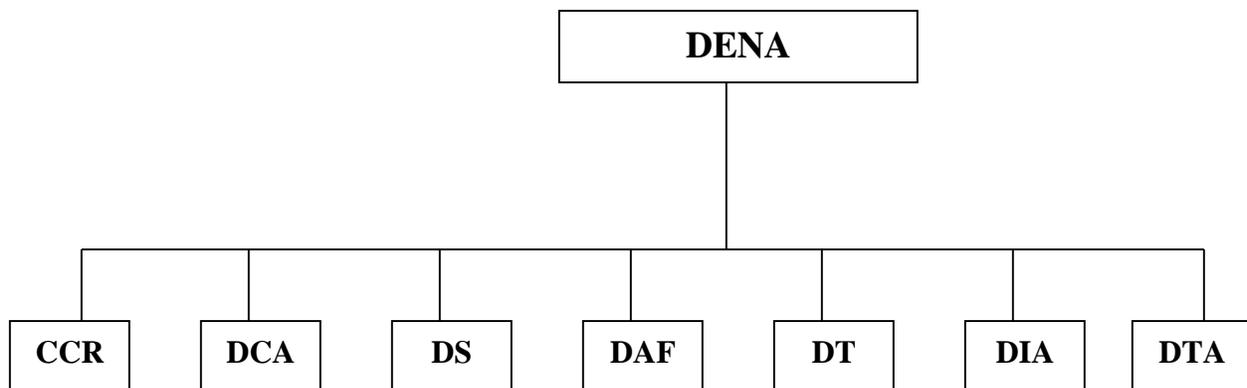


Figure I.2 : Organisation de la DENA

DCA : Département de la Circulation Aérienne

Ds : Département Système

DAF : Département Administration et finance

DT : Département Technique

DIA : Département Information Aéronautique

DTA : Département Télécommunication Aéronautique

CCR : Centre de Contrôle Régionale

I.3.4. Département de la Circulation Aérienne (DCA)

Département de la Circulation Aérienne, est chargé du contrôle et de la coordination des différents aérodromes et le centre de contrôle régional d'Alger, ainsi que des études liées au développement de la navigation aérienne, basé sur les normes OACI (organisation de l'aviation civile internationale). Au sein ce département on trouve deux services (Figure I.3)

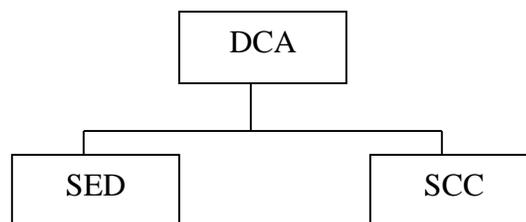


Figure I.3 organisation du DCA

SED : Service Etude et Développement

SCC : Service Contrôle et Coordination

I.3.4.1. Service Etude et Développement SED

- Parmi les taches du service, on peut citer les fonctions suivantes :
- Elaboration des plans des servitudes aéronautiques de dégagement des aérodromes.
- Etude des obstacles à la navigation aérienne.
- Elaboration des cartes d'obstacles d'aérodrome OACI.
- Etude des schémas de la circulation aérienne
- La conception des procédures de départ et d'arrivée aux instruments (SID STAR).
- La conception des procédures d'approche aux instruments (classique, précision, à vue).
- Exploitation des données relatives aux statistiques de trafic aérien et les informations aéronautiques.
- Analyse des anomalies d'exploitation concernant la gestion de l'espace aérien et l'exploitation des aérodromes.
- Etude conception relative à la création des routes ATS et de navigation de surface.
- Participation aux projets de développement de la navigation aérienne (RVSM, ADS, contrôle radar, etc....).
- Participation aux vols de l'homologation des pistes des aérodromes.

I.3.4.2. Le Service Contrôle et Coordination (SSC)

Le service est chargé des fonctions suivantes :

- Il est chargé de la tenue à jour de fichier informatisé « l'état des aérodromes » relatif à l'exploitation de l'ensemble des aérodromes sur le territoire national.
- Il est chargé d'analyser des anomalies d'exploitation de dans l'espace aérienne relatives aux avis d'incidents, accidents, comptes rendus d'irrégularité d'exploitation (AIR PROX), réclamation, déroulement, alerte, procédure et infractions) concernant les aéronefs et leurs équipages.
- La mise à jour et la tenue de la réglementation en vigueur sur le plan national.
- Il veille à l'application de la réglementation internationale de l'OACI concernant l'exploitation des aérodromes.
- Il représente la Direction d'Exploitation de la Navigation Aérienne (DNA) auprès des services de recherche et de sauvetage des aéronefs en détresse (SAR).
- L'inspection technique de tous les aérodromes sur le territoire national conformément à l'instruction de la Direction de l'Aviation civile et de la météorologie (DACM)
- Il est chargé d'autres missions relatives

I.4. Généralité sur l'espace aérien

Dans l'espace aérien algérien, la Région d'information de vols d'Alger (FIR) comprend l'espace aérien souverain au-dessus de la République Algérienne Démocratique et populaire qui a une position géographique entre 19°N de latitude et de 9°W jusqu'au 12°E de longitude, et l'espace aérien international délégué au-dessous partie de la Mer Méditerranée.

L'espace aérien Algérien est contigu principalement à l'espace aérien de Marseille, Barcelone et Séville au Nord adjacent à l'ouest à la FIR Casablanca, à l'Est la FIR de Tunis et Tripoli, au Sud de la FIR Dakar et Niamey

I.5. La division de l'espace aérien

L'espace aérien n'est pas entièrement contrôlé, seules des portions d'espace le sont. En 1992, l'OACI a uniformisé l'appellation des différents espaces aériens (contrôlés ou non) et les a appartés en différentes classes de A à G qui correspondent à différents niveaux rendu. L'espace aérien est divisé en deux grandes parties :

- FIR (Flight Information Region) : Région d'information de vol inférieur.
- L'espace aérien supérieur appelé UIR (Upper Information Region) : Région d'information de vol supérieure.
- L'espace aérien est divisé en régions et zones, dont les quelles les services de la circulation aérienne sont spécifiques et différent (figure I.4). On peut diviser l'espace aérien sur la base des services rendus en deux types :
- Espace aérien contrôlé
- Espace aérien non contrôlé

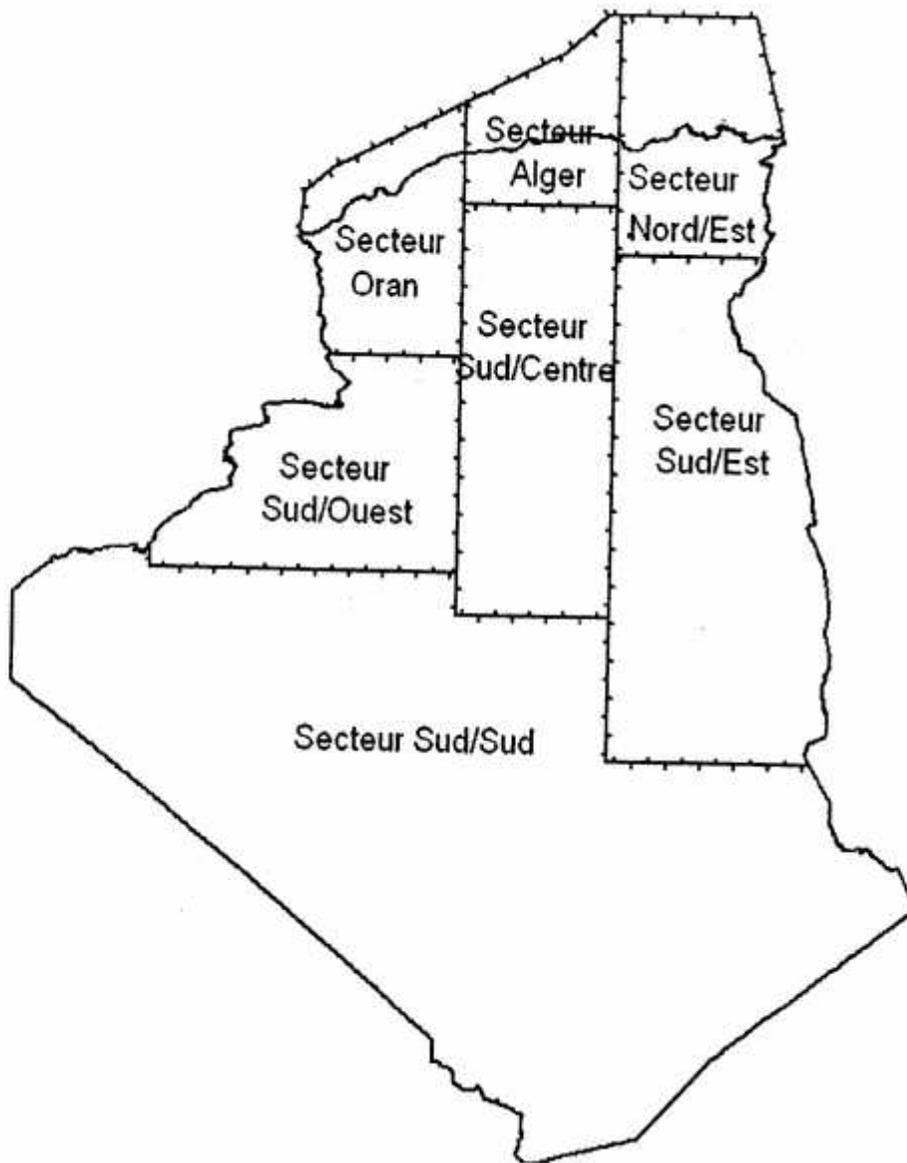


Figure I.4 La division de l'espace aérien

I.5.1. Espace aérien contrôlé

Espace dans lequel un vol bénéficie des services rendus par un organisme chargé du service de contrôle de l'espace dans lequel il est entré. Un espace aérien n'est contrôlé que pendant les horaires de fonctionnement de l'organisme chargé d'y assurer le service de contrôle de la circulation aérienne, en dehors de ces horaires l'espace aérien est non contrôlé, ce type d'espace comprend (figure I.5) :

- Les régions de contrôle CTA
 - Les régions de contrôle terminal TMA
 - Les voies aériennes AWY
- Les zones de contrôle CTR
- Les régions supérieures de contrôle UTA

I.5.1.1. Les Région de contrôle (CTA : Control Traffic Area)

Sont déterminées de manière à englober un espace aérien suffisant pour contenir les trajectoires des aéronefs en régime de vol IFR et au profit desquelles on juge nécessaire d'exercer la fonction contrôle, leurs limites géographique sont fixées par arrêté de ministère des travaux public de transport.

Dans la CTA en distingue :

- Les régions de contrôle terminale (TMA : Terminal Mangement Area).

Région de contrôle établie en principe, au carrefour de routes ATS aux environs d'un ou plusieurs aérodromes importants.

Elles englobent les trajectoires d'arrivées et de départs d'un ou plusieurs aéroports.

- Les voies aériennes (AWY : Air Way)

Région de contrôle ou portion de région de contrôle présentant la forme d'un couloir et jalonné par des aides de radionavigations.

Désignation des AWY

Les AWY sont désignées par une couleur suivie d'un numéro d'identification.

« A »: Ambre (Amber).

« B »: bleu (Blue).

« G »: Verte (Green).

« R »: Rouge (Red).

« W »: Blanche (White).

Les AWY « A » et « B » ont une orientation générale Nord / Sud.

Les AWY « R » et « G » ont une orientation générale Est / West.

Les AWY « W » sont voies aériennes saisonnières.

I.5.1.2. Les Zones de Contrôle (CTR)

C'est un espace aérien contrôlé s'étendant verticalement à partir de la surface de la terre jusqu'à une limite supérieure spécifiée.

Les limites latérales sont représenté généralement par un cercle de d'au moins 9,3 km à partir du centre de référence de l'aérodrome ou des aérodrome concerné, dans les direction à partir desquelles l'approche peut être effectuée.

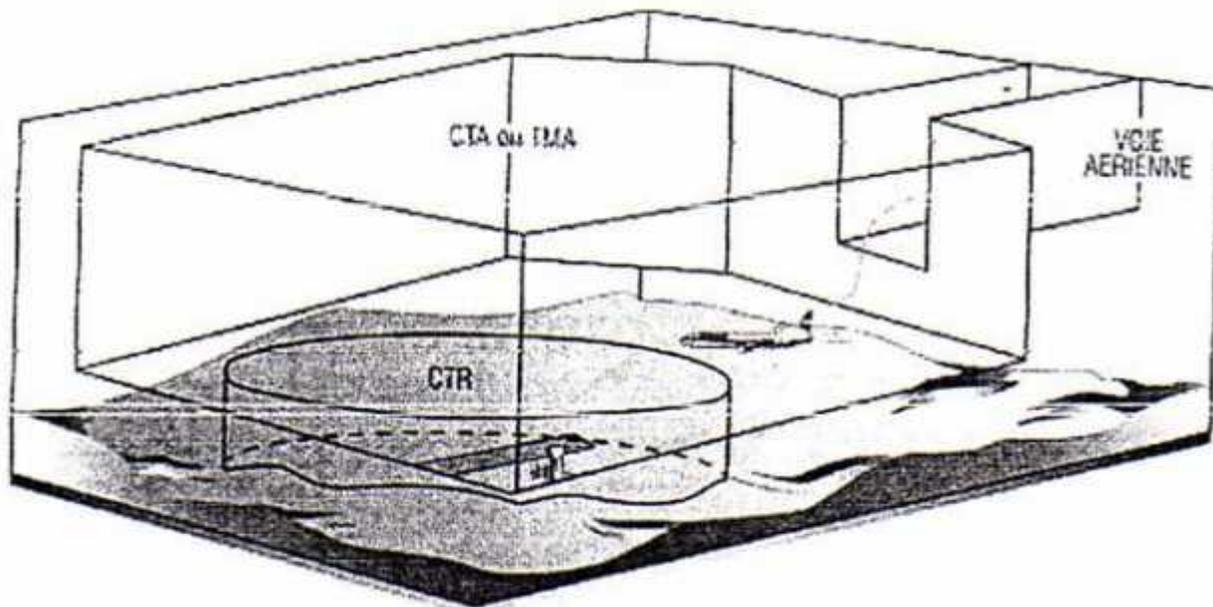


Figure I.5 Espace aérien contrôlé

I.5.1.3. Les régions supérieures de contrôle (UTA)

Il s'agit des espaces contrôlés en espace supérieur. Leur limite inférieure est représentée par les CTA

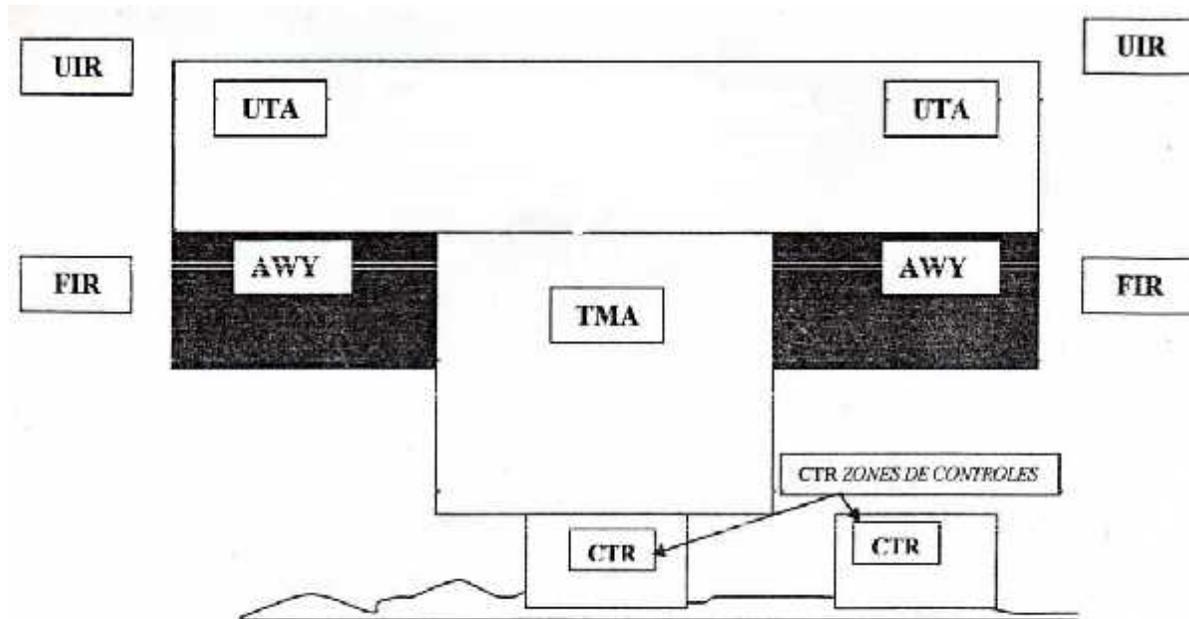


Figure I.6 Organisation de l'espace aérien

I.5.2. Espace Aérien Non Contrôlé

Les espaces aériens non contrôlés sont des espaces de trafic moindre, où l'intervention des services de la circulation aérienne est limitée à l'information et l'alerte, il se divise en :

- Région d'information de vol F.I.R
- Région supérieure d'information de vol U.I.R

I.5.2.1. Région d'Information de Vol (F.I.R)

Région dans lesquelles les services d'information de vol sont assurés, leurs limites géographiques sont déterminées en fonction des caractéristiques de portée du moyen de liaison au sol, ils sont généralement adjacents.

En Algérie l'espace aérien non contrôlé est constitué d'une seule FIR dont les limites latérales et verticales sont publiées dans l'AIP Algérien.

I.4.2.2. Région Supérieure d'Information de Vol (U.I.R)

Il a été créé afin de limiter le nombre de régions de vol (FIR) que les aéronefs volant à très grande altitude auraient à traverser.

Une région supérieure d'information de vol (UIR) englobe l'espace aérien située à l'intérieur des limites latérales d'un certain nombre de F.I.R.

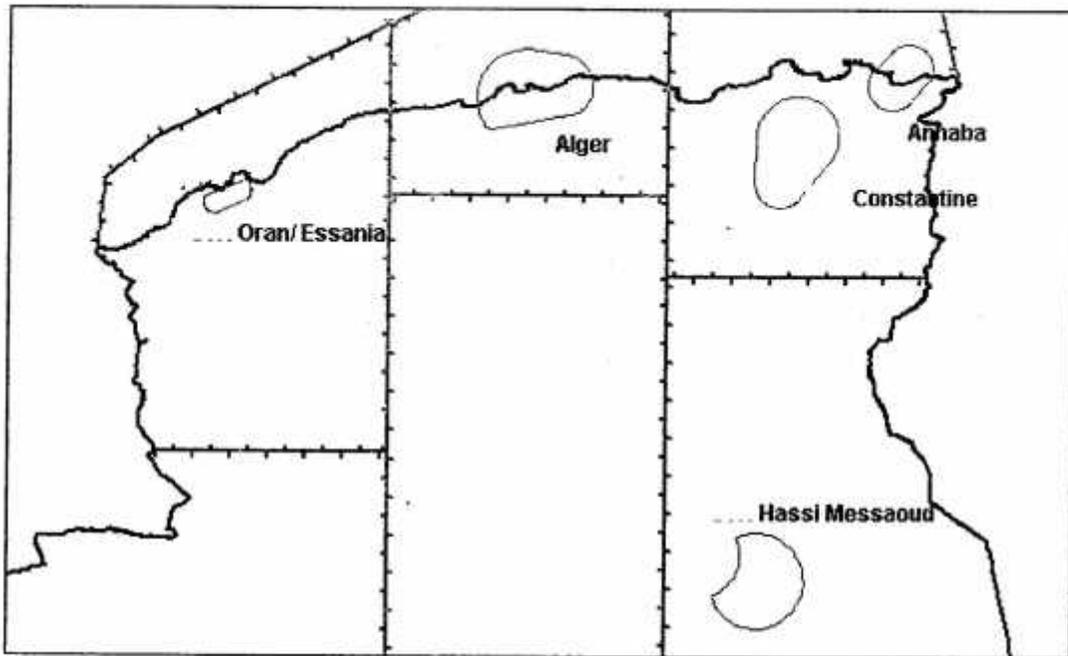


Figure I.7 Régions de contrôle délégué aux approches

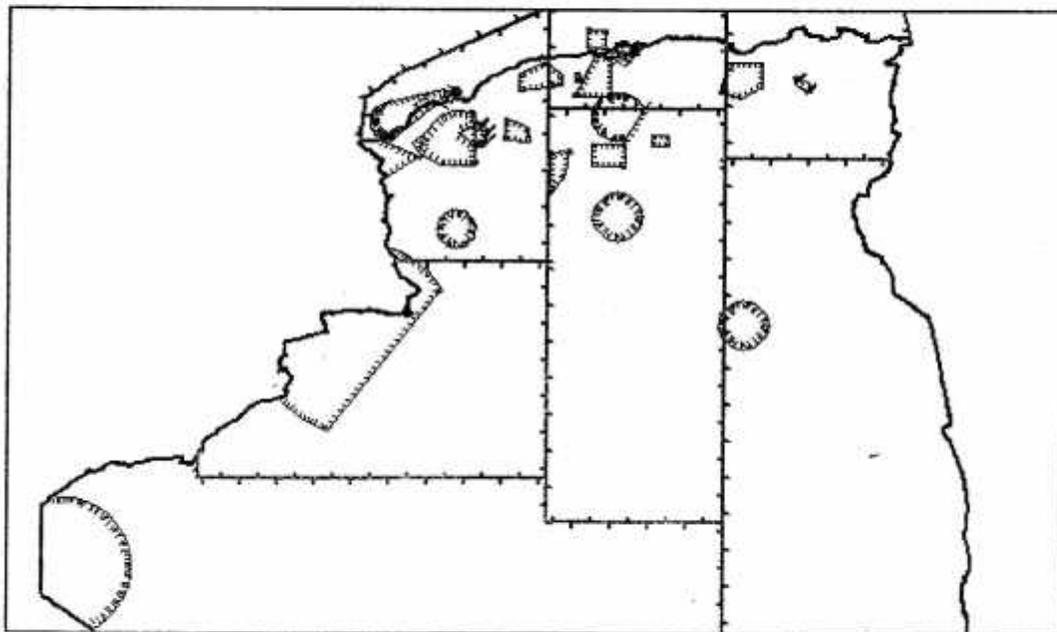


Figure I.8 Zone à statut particulier

I.6. Moyen de Communication, Navigation

I.6.1. Communication

I.6.1.1. Liaison Air/Sol (mobile)

Il existe en Algérie, Dix sept sites radio à très haut fréquence VHF assurant la couverture d'une partie importante de l'espace aérien Algérien au-dessus du FL 24 500 pieds MSL. Une double couverture est fournie dans une grande partie du Nord, aucune couverture radio VHF sur la zone extrême Sud, alors que la simple couverture étant sur la majeure partie de la région centrale et Sud.

La couverture VHF est actuellement inférieure à 90 % de la totalité de la FIR. L'Algérie est en phase d'installation de nouvelles antennes VHF pour compléter cette couverture radio, pour permettre la mise en œuvre du service de contrôle dans l'espace aérien supérieure

I.6.1.2. Liaison point à point

Les télécommunications pour les opérations et systèmes de la FIR d'Algérie sont assurées par réseau de circuit fixe aéronautique destinée dans le cadre du SFA a l'échange de message et ou des données digital entre station fixe aéronautique.

I.6.2. Navigation

La navigation aérienne est fournie dans le FIR d'Algérie par un système de VOR/DME qui comprend trente-cinq « 35 » station, la plupart de ces stations sont installées au niveau des aéroports sur le prolongement de l'axe de la piste, et le reste sur des sites plus éloignés.

II.1. DIFINITION

TRAFCA (Traitement Automatique des Fonctions de la Circulation Aérienne) est un système conçu pour l'automatisation de la gestion et le control du trafic aérien, qui:

- ✓ Recueille,
- ✓ Assemble, collationne,
- ✓ Traite, et
- ✓ Affiche,



Figure II.1 Position de RADAR et des antennes

Les données plan de vol et les informations aéronautique dans un système complètement intégré qui permet au contrôleur aérien et d'autres personnels de s'acquitter convenablement de leurs tâches opérationnelles dans un environnement non-radar.

Le système est avantage par ces automatisations importantes, ça facilitent les taches pour le contrôleur et réduit les risques d'erreurs.

II.2. Objectifs du projet TRAFCA

Un des objectifs affichés par le Plan National de la Navigation Aérienne ou PNNA de 1989 est d'accroître la capacité et les performances du système de navigation aérienne algérien, Pour y parvenir, un projet de modernisation de l'espace aérien (TRAFCA) a été lancé en 1993.

- ✓ Améliorer la sécurité de la circulation aérienne ;

- ✓ Augmenter la capacité de gestion du trafic aérien ;
- ✓ Fournir des outils afin d'assister le contrôleur et d'augmenter la capacité de ce secteur ;
- ✓ Alléger le volume de travail du contrôleur en prenant en charge les tâches fastidieuses
- ✓ Assurer l'intégrité des données ;
- ✓ Visualisation intelligente des données de trafic aérien ;
- ✓ Réduire la charge des canaux vocaux ;
- ✓ Prévoir et réguler le trafic aérien.

II.3. Architecture du système TRAFCA

II.3.1. Couverture Radar :

L'ENNA est l'organisme public chargé du contrôle aérien au-dessus de tout le territoire Algérien. Il doit gérer un nombre croissant de vols, la quasi-totalité des avions qui relient l'Europe à l'Afrique survolent, avec sans escale l'Algérie. Pour cela l'ENNA a d'abord opté pour la mise en œuvre d'un Radar primaire (PSR) à Alger, et cinq (5) Radar secondaire (SSR) réparties dans les régions principales du pays, Alger, Oran, El Oued et El Bayedh.

Type	Station Radar	Site	Date d'installation
PSR/SSR	Oued Samar	Alger	Avril 2001
SSR	Seraidi	Annaba	Décembre 2001
SSR	Muerdjadjo	Oran	Janvier 2001
SSR	Guemmar	El Oued	Avril 2002
SSR	Bouderga	El Bayedh	Mai 2003

Ces Radars assurent la couverture Radar au-dessus de 10.000 pieds msl dans l'espace aérien du Nord. La couverture de l'espace aérien du Nord est totale au-dessus de 20.000 pieds de msl. Aucune couverture n'est fournie dans l'espace aérien du Sud.

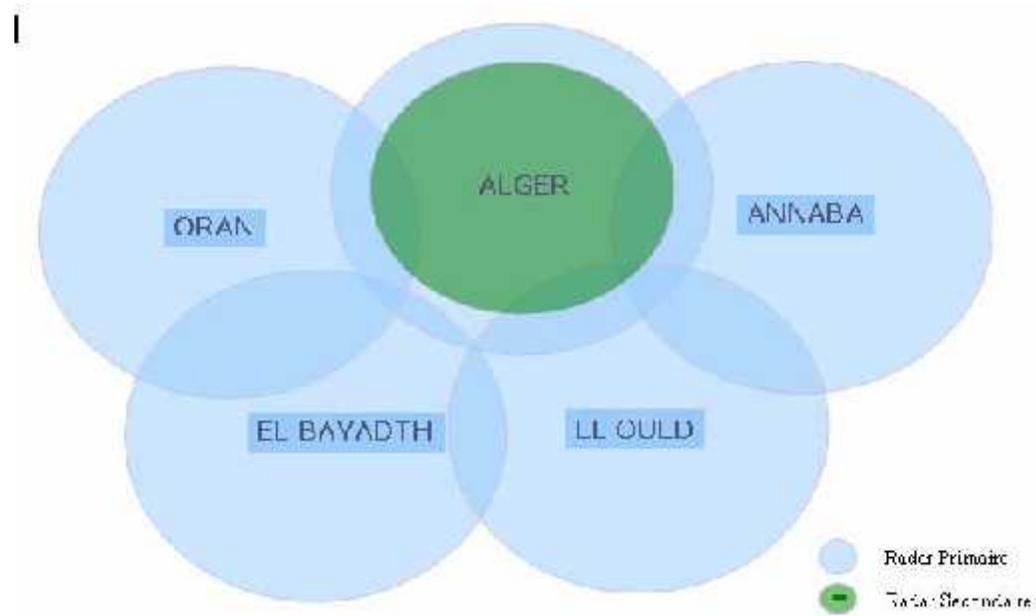


Figure II.2 Couverture Radar



Figure II.3 Primaire/Secondaire

II.3.2. ACC (CCR)

Actuellement l'Algérie possède un seul Centre en Route (ACC) situé à Alger qui a la charge d'assurer le contrôle en route et le service d'information de vols dans toute la FIR. Des investissements importants ont permis la construction d'un bâtiment équipé de nouvelles positions de contrôles et d'un nouveau système processif d'affichage et gestion de communication.

Un nouveau centre de contrôle en Route est en cour de construction à Tamanrasset afin de réduire la charge de ACC d'Alger et d'assurer le contrôle en route et le service d'information de vols dans le sud. Il doit être opérationnel en 2008.



Salle de controle aérien

Figure II.4 Sale de contrôle aérien

II.3.3. Contrôle d'approche

La FIR dispose de cinq (5) centres de contrôle d'approche situés à Alger, Annaba, Constantine, Hassi Messaoud et Oran.

Les approches d'Alger, d'Oran et d'Annaba sont équipées de nouveaux systèmes de contrôle, de communication, et de nouvelles positions de visualisation qui sont aussi dans le cadre du projet TRAFCA.

II.3.4. Contrôle d'aérodrome

En Algérie (39) aérodromes sont implantés :

- Trente (30) aérodromes sont des aérodromes civils, dont dix (10) de moindre importance.
- Six (06) aérodromes sont exclusivement militaires.
- Trois (03) aéroports sont mixtes (civile/militaire).

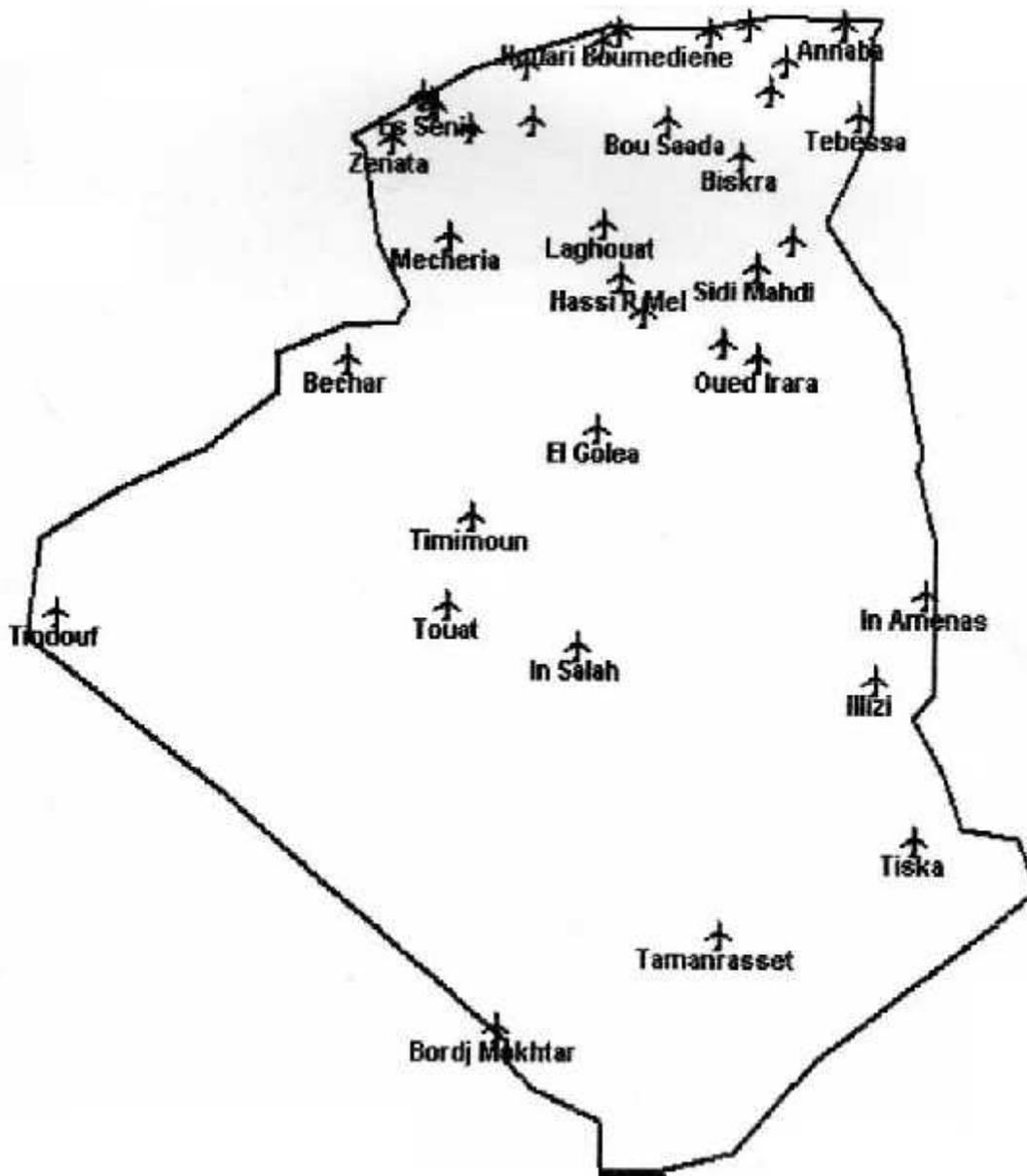


Figure II.5 Carte des Aérodrômes

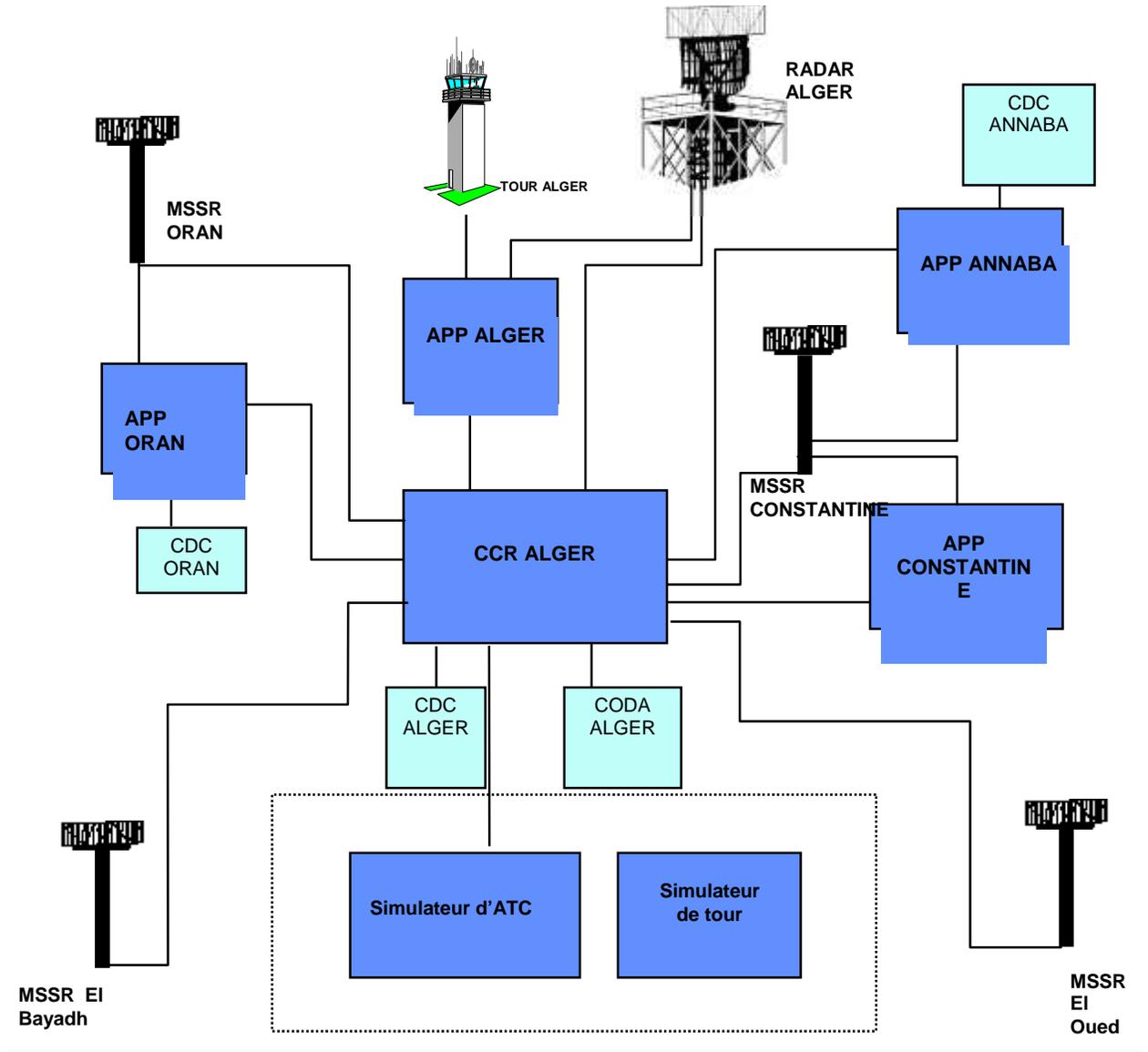


Figure II.6 Système de TRAFCA

II.4. Différentes parties de projet TRAFCA

Ce projet est constitué de deux parties :

SYRAL (Système Radar Algérien) pour la partie Radar et SAACTA (Système Algérien Automatisé de Contrôle du Trafic Aérien) pour la partie Système ; cette partie comprend également l'équipement et la mise en œuvre d'un centre de qualification pour les besoins de perfectionnement et de recyclage pour le personnel technique de la navigation Aérienne.

II.4.1. La partie SYRAL

Cette partie comprend principalement la couverture radar de la partie Nord et des Hauts Plateaux de la région d'information de vol d'Alger par l'acquisition et la mise en service de cinq stations radar secondaires d'une portée de 450 Km, qui seront installées à Alger, Oran, Annaba, El Bayadh et El Oued. A noter que la station d'Alger comporte un radar primaire complanté avec le secondaire.

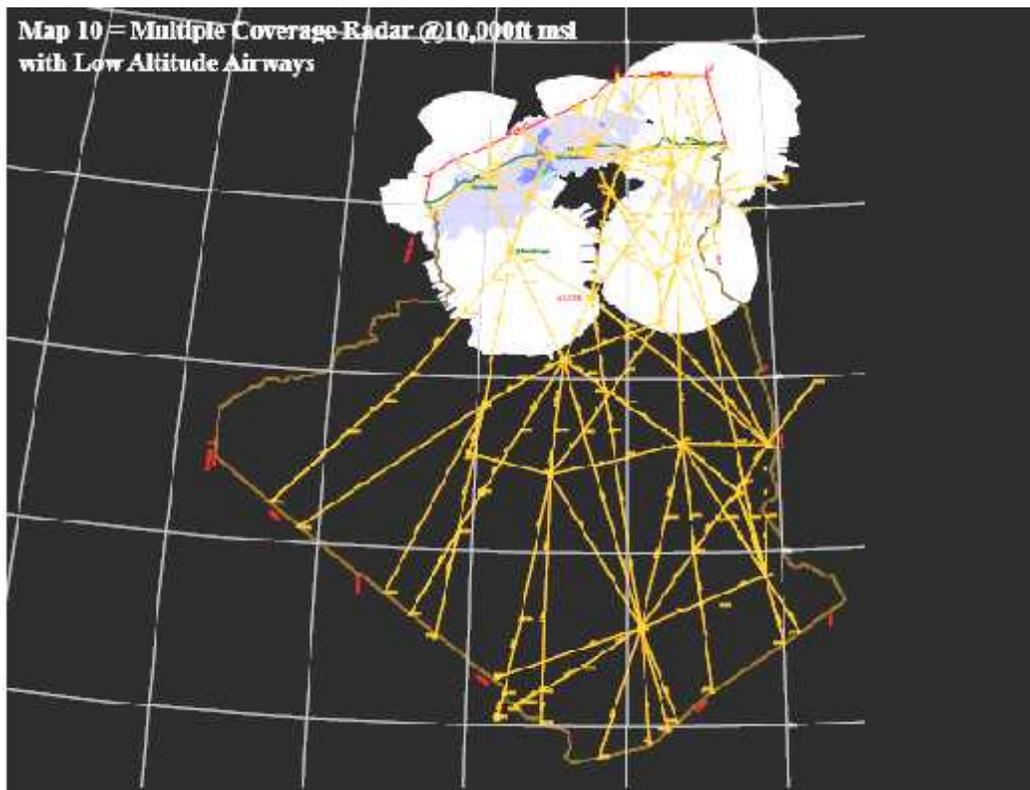


Figure II.7 Couverture RADAR

II.4.1.1. Radar

La densité de trafic et les vitesses des avions sont telles que le trafic aérien ne pourrait plus évoluer sans le radar. On distingue fondamentalement deux types de radar: le radar primaire et le radar secondaire. Le radar primaire repose sur le principe que les impulsions émises par l'antenne radar, qui tourne autour de son propre axe, sont réfléchies par l'avion et captées à nouveau par l'antenne radar. L'éloignement de l'avion par rapport à l'antenne s'obtient par le temps que met l'impulsion à parcourir la distance jusqu'à l'objet réfléchi et à en revenir. La position relative de l'antenne donne l'orientation de la cible du radar. Les échos radar sont, après traitement des données, visualisés sur l'écran des contrôleurs aériens. Afin que la position géographique de l'avion puisse être définie avec précision, d'autres informations sont ajoutées, comme des cartes géographiques, par exemple. A la différence des services civils du contrôle aérien, pour qui le radar primaire ne s'utilise plus guère sauf pour l'approche avant l'atterrissage, le rôle du radar primaire est important dans la surveillance militaire de l'espace aérien et les missions tactiques pour saisir la situation générale du trafic aérien.

Le radar secondaire livre des informations additionnelles dont ne dispose pas le radar primaire. Lorsque le pilote sélectionne dans son transpondeur le code qui lui a été attribué, celui-ci répond avec ce code à chaque interrogation émise par le radar secondaire. Associées à ce code, d'autres indications apparaissent ensuite sur l'écran du contrôleur telles que le numéro de vol, l'altitude et la vitesse de l'avion.

II.4.2. La partie SAACTA

II.4.2.1 Introduction

Le système automatique algérien de contrôle du trafic aérien (SAACTA) se compose de cinq (05) stations radar, d'un système de traitement de données radar (RTP & MTP) et d'un système de traitement de données plan de vol (FDP).

L'acquisition, l'installation et la mise en service d'équipements pour les besoins du Centre de Contrôle Régional d'Alger (ainsi que des approches des aérodromes d'Alger, d'Oran, d'Annaba et de Constantine) constitués de systèmes de traitement de données Radar corrélées avec les données plan de vol, des pupitres d'exploitation, de systèmes de gestion des communications (téléphonie de radio) et des systèmes d'enregistrement de données et de replay.

La mise en oeuvre de l'ADS dans la partie sud de la FIR Alger (dans une seconde phase)

La réalisation d'un CQRENA (Centre de Qualification, de Recyclage et d'Expérimentation de la Navigation Aérienne) doté d'équipements pédagogiques : simulateurs de contrôle de trafic aérien pour l'aérodrome et pour le contrôle en route, des laboratoires techniques et un système de développement software. Ce centre permettra en outre, de qualifier le personnel technique chargé de l'exploitation du système TRAFCA ainsi que sa maintenance.

II.4.2.2. Composition de système radar:

Un radar primaire de surveillance (PSR) situé à Alger sur le site du Centre de Contrôle Régional ($36^{\circ} 40' 34.10''$ N $003^{\circ} 10' 40.04''$ E), desservant l'approche d'Alger.

- ✓ Un radar secondaire de surveillance (SSR) co-implanté avec le radar primaire d'Alger.
- ✓ Un radar secondaire de surveillance (SSR) situé à Annaba ($36^{\circ} 54' 43.40''$ N $007^{\circ} 41' 07.10''$ E).
- ✓ Un radar secondaire de surveillance (SSR) situé à Oran ($35^{\circ} 41' 46.88''$ N $000^{\circ} 46' 16.20''$ W).
- ✓ Un radar secondaire de surveillance (SSR) situé à El-Bayadh ($33^{\circ} 37' 37.36''$ N $001^{\circ} 03' 51.20''$ E).
- ✓ Un radar secondaire de surveillance (SSR) situé à El Oued ($33^{\circ} 31' 03.99''$ N $002^{\circ} 03' 03.99''$ E).

N 006° 45' 52.16'' E).

Le système de contrôle du trafic aérien (ATC) peut utiliser le radar primaire de surveillance et le radar secondaire de surveillance seuls ou en combinaison pour assurer les services de contrôle de la circulation aérienne.

II.4.2.3. Fourniture du service Radar :

Le système radar décrit ci-dessus est destiné à fournir les services de contrôle, de surveillance et d'information radar de route dans les trois secteurs du nord de la FIR Alger (TMA Centre Alger, TMA Nord Est et TMA ORAN) et le service radar d'approche en zone terminale de l'aérodrome d'Alger.

II.4.2.4. Emport du transpondeur SSR :

II.4.2.4.1. Fonctionnement:

Un aéronef doté d'un transpondeur en fonctionnement devra faire l'objet d'une exploitation en permanence par le pilote durant son vol à l'intérieur de l'espace aérien où le SSR est utilisé.

II.4.2.4.2. Utilisation des codes du transpondeur :

Les exploitants du transpondeur attribueront aux aéronefs les modes SSR attribué par l'organe ATC.

Le système de traitement des données radar décodera automatiquement tous les codes SSR transmis par le transpondeur.

En cas d'urgence, de panne de communication radio, ou d'intervention illicite, les pilotes devraient signaler respectivement les codes mode A suivants : 7700, 7600 et 7500. (voir mode A)

II.4.2.5. Capteurs de surveillance (Radar)

Les capteurs de surveillance sont le premier maillon de la chaîne : ces systèmes ont pour mission de "voir" les avions et de transmettre toutes les informations disponibles aux systèmes de poursuite.

II.4.2.6. Systèmes de poursuite

Un système de contrôle automatisé du trafic aérien doit prendre en compte les données fournies par un certain nombre de capteurs de surveillance. En entrée

de la poursuite, à chaque avion correspond autant de pistes qu'il y a de capteurs, et en sortie une seule. Le rôle du système de poursuite est donc de traiter et d'unifier l'ensemble de ces données, pour transmettre une information fiable au système de visualisation.

II.4.2.7. Système à mosaïques

Dans les systèmes à mosaïque, l'espace aérien est divisé en cellules. Pour chacune de celles-ci, un capteur préférentiel est prédéterminé. Le système reçoit les données de tous les capteurs, et choisit l'information appropriée à la cellule dans lequel l'avion est détecté.

II.4.2.8. Corrélation

La corrélation est un mécanisme fondamental du système de contrôle. Elle établit un lien biunivoque entre une piste radar (en sortie de la poursuite) et un plan de vol si :

- L'adresse mode S de la piste radar (située dans un domaine précis) est identique à l'adresse mode S pour un segment précis du plan de vol (situé dans le même domaine). Ceci n'est possible que si l'avion, le radar, la poursuite et la corrélation sont équipés mode S.

- Le code mode A de la piste radar (située dans un domaine précis) est identique au code mode A pour un segment précis du plan de vol (situé dans le même domaine).

- Dans les deux cas de corrélation, on peut remarquer que le postulat d'unicité du code mode A ou de l'adresse mode S n'est jamais établi. C'est la raison pour laquelle le service de corrélation se limite toujours à une zone précise.

- Sur le sous-système de visualisation, la corrélation se traduit par l'association à chaque piste radar de ses informations plans de vol : prochaines balises, altitude prévue, etc.

II.4.2.9. Systèmes de visualisation

Le système de visualisation présente aussi fidèlement que possible la situation aérienne à l'utilisateur final, le contrôleur. La présentation de l'information concernant un avion donné répond à des règles strictes, et contiennent les éléments suivants :

- Un symbole de position actuelle,
- Une "comète", qui représente les positions passées,
- Un vecteur vitesse, orienté suivant le cap et de longueur proportionnelle à la vitesse sol,
- Une étiquette présentant des informations sur l'avion (Mode A, Mode C, indicatif de vol, vitesse sol, informations du plan de vol, etc.)

II.4.2.10. Le dépôt du plan de vol

● La compagnie aérienne ou les pilotes peuvent déposer un plan de vol via Internet, par fax ou téléphone auprès des BRIA. Celui-ci renseigne le type d'appareil, le type de vol (IFR / VFR), la route, les aérodromes de départ, de destination et de déroutement, la vitesse et altitude de croisière prévues par le pilote, éventuellement pour diverses phases du vol.

● Les compagnies aériennes opérant sur des lignes régulières ont la possibilité de remplir automatiquement des plans de vol répétitifs.

II.4.2.11. Procédures Radar

II.4.2.11.1. Procédures générales pour les vols IFR

✓ **MODE C (transmission de l'altitude)**

Le pilote d'un aéronef doté d'un équipement en mode C doit l'utiliser en permanence et doit impérativement transmettre des renseignements sur son niveau, sauf instruction contraire de l'organisme de contrôle de la circulation aérienne.

✓ **MODE A (affichage du code 4 chiffres)**

Les codes mode A seront assignés par l'organe ATC de la manière suivante :

Départ: De 1600 à 1677

Arrivée: De 4100 à 4177

En Route : De 4200 à 4277

En l'absence de toute directive du contrôle de la circulation aérienne ou d'un accord régional de navigation aérienne, le pilote affichera le code mode A 2000 avant d'entrer dans l'espace Algérien ou le SSR est utilisé.

II.4.2.11.2. Procédures générales pour les vols VFR :

✓ **MODE A ET C**

Le pilote d'aéronef équipé d'un transpondeur mode A+C activera la fonction « report altitude », et affichera, en l'absence d'instruction de l'organisme de contrôle de la circulation aérienne, le code mode A 2000.

✓ **MODE A**

Le pilote n'utilisera pas son transpondeur sauf dans le cas où l'organe ATC lui assigne un code.

II.4.2.11.3. Procédures en cas de situations particulières :

Les codes que le pilote devra afficher, en cas de situations particulières, sont illustrés dans le troisième paragraphe de la partie 3.2.

✓ **SITUATIONS D'URGENCE**

Le pilote d'un aéronef en état d'urgence réglera son transpondeur sur le code mode A 7700 sauf lorsqu'il est invité par l'organe ATC à régler son transpondeur sur un code particulier.

✓ **DÉFAILLANCE DE COMMUNICATION**

En cas de panne de l'émetteur radio de bord le pilote devra régler son transpondeur sur le code mode A 7600. Le contrôleur, pour déterminer la nature de la panne, demandera au pilote de l'aéronef de changer le code ou de transmettre « TRANSPONDEUR IDENT ».

✓ INTERVENTION ILLICITE CONTRE UN AÉRONEF EN VOL

Si l'aéronef en vol est l'objet d'une intervention illicite, le pilote de l'aéronef s'efforcera de régler son transpondeur sur le code mode A 7500 pour signaler la situation, à moins que les circonstances ne justifient l'emploi du code 7700.

II.4.2.11.4. Procédure en cas de panne du transpondeur SSR :**✓ AVANT LE DÉPART**

Le pilote devra dans ce cas là :

- Informer les services ATS dès que possible avant de déposer son plan de vol.
- Incrire sur la case 10 du plan de vol OACI la lettre N si le transpondeur est complètement hors service, soit le caractère correspondant à la capacité restante du transpondeur si celui-ci est utilisable en partie.

✓ APRÈS LE DÉPART

L'organe ATC s'efforcera de faire en sorte que le vol se poursuive jusqu'à l'aérodrome de destination conformément au plan de vol. Dans ce cas là, le pilote doit toutefois s'attendre à se voir imposer des contraintes particulières.

III.1. Le Mode de Transfert Asynchrone (ATM)

III.1.1. But système ATM

*TRAITEMENT DES DONNEES RADAR, ADS ET PLAN DE VOL
POUR L'AIDE AU CONTROLE DU TRAFFIC AERIEN ROUTE,
APPROCHE ET AEROPORT.*

III.1.2 Les particularités de l'ATM

Modélisation et surveillance adéquate et précise de la situation du trafic aérien pour fournir au contrôleur aérien des alertes opportunes de :

- ✓ Conflits potentiels entre des aéronefs basé sur les données plan de vol,
- ✓ Violation potentielle et/ou actuelle d'une zone restreinte ou dangereuse.
- ✓ Réduction de la charge de travail du contrôleur à travers,
- ✓ La fourniture d'une interface homme machine (HMI) efficace et conviviale,
- ✓ La fourniture d'outils automatisés qui accélèrent et augmentent la précision des fonctions communes du contrôleur
- ✓ Le déroulement efficace de la coordination assistée par ordinateur entre les contrôleurs,
- ✓ Permettant ainsi aux contrôleurs de traiter une charge de trafic accrue et/ou réduire les délais pour les avions,
- ✓ Possibilités élevées d'adaptation on-line et off line de :
 - La configuration,
 - La taille du système,
 - Les capacités opérationnelle et
 - Les performances fonctionnelles,

- ✓ Permettant ainsi aux utilisateurs de répondre rapidement et efficacement à l'évolution à court ou à long terme du trafic ou au changement de l'espace aérien,
- ✓ La fourniture de l'enregistrement des données, le rejeu et les outils d'analyse qui permettent :
- ✓ L'investigation lors d'incidents,
- ✓ L'évaluation du flux de trafic dans le système,
- ✓ Menant à des décisions de management de l'espace aérien plus efficaces.
- ✓ La disponibilité d'un système efficace de formation qui reproduit fidèlement l'environnement opérationnel du contrôleur aérien,
- ✓ Des possibilités de monitoring du système accrues pour l'identification et la notification appropriées et opportunes de problèmes sur le système ou avec les connections externes.
- ✓ Le 'Fail Soft', nature redondante et distribuée de l'architecture du système assure la continuité des services ATC.

III.1.3. Philosophie de l'ATM

L'EUROCAT est un système conçu pour l'automatisation de la gestion du trafic aérien, qui :

- ✓ Recueille,
- ✓ Assemble, collationne,
- ✓ Traite, et
- ✓ Affiche,

Les données plan de vol et les informations aéronautique dans un système complètement intégré qui permet au contrôleur aérien et d'autres personnels de s'acquitter convenablement de leurs tâches opérationnelles dans un environnement non-radar.

- ✓ Fournit la gestion technique du système à travers les fonctions de monitoring du système, l'utilisation des modes utilisateur software et des modes de fonctionnement dégradé sure,
- ✓ Fournit un système de formation basé sur un générateur de trafic aérien pour simuler l'environnement réel et qui utilise les fonctions et interfaces identique (mais pas nécessairement l'ensemble complet) que celles utilisées sur le système opérationnel.
- ✓ Fournit des fonctions on-line pour l'extraction et l'analyse des données opérationnels, et pour la gestion des paramètres du système.

III.2. Affichage de la Situation Aérienne (ASD)

L'ASD (AIR SITUATION DISPLAY) présente:

- ✓ Les données Radar
- ✓ Les données plan de vol
- ✓ Les données ADS
- ✓ Et d'autres informations

Sur différentes fenêtres entièrement maniables par l'opérateur (Figure III.1).

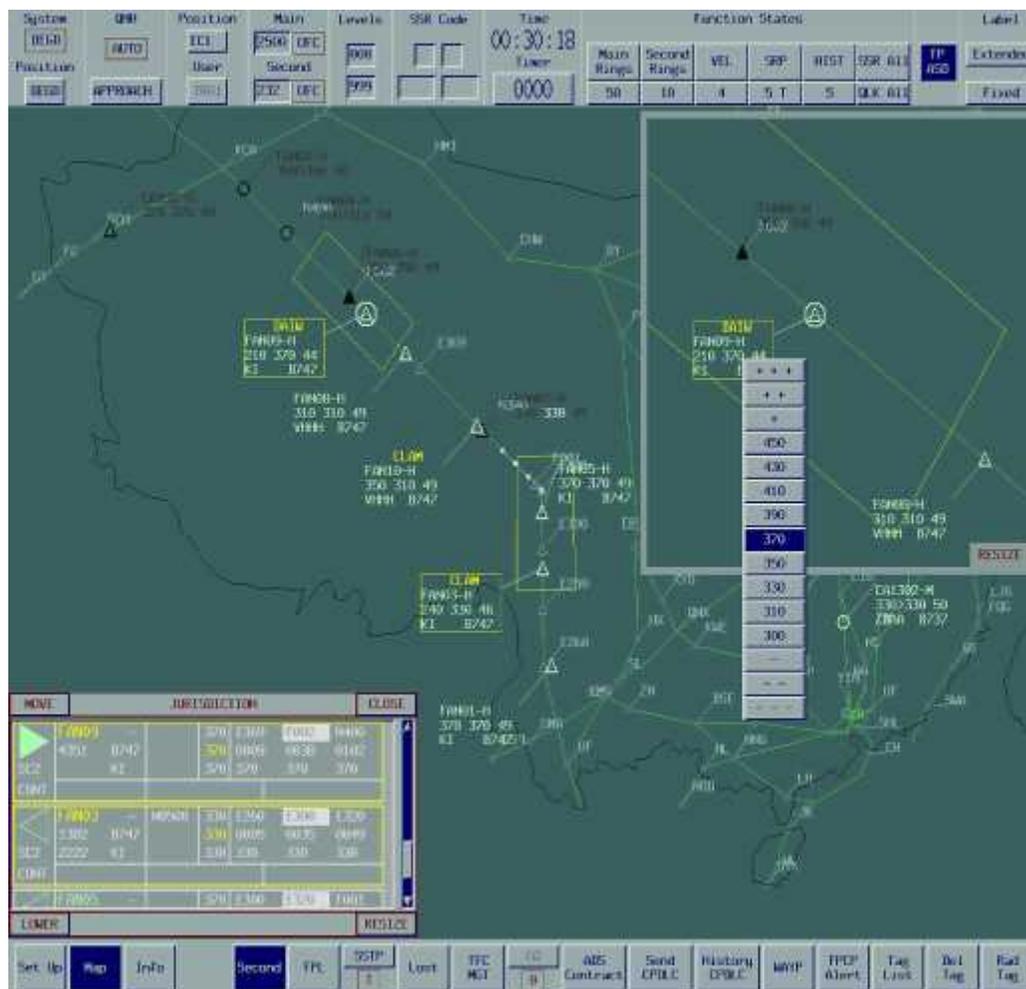


Figure III.1 : Air Situation Display

III.3. Traitement des Données Radar (RTP)

III.3.1. Définition de la fonction RTP

La fonction RTP fournit des données pistes au HMI du contrôleur. Le type de données qui initie les pistes affichées est indiqué par les symboles utilisés comme le montre la diapositif (FigureIII.2).

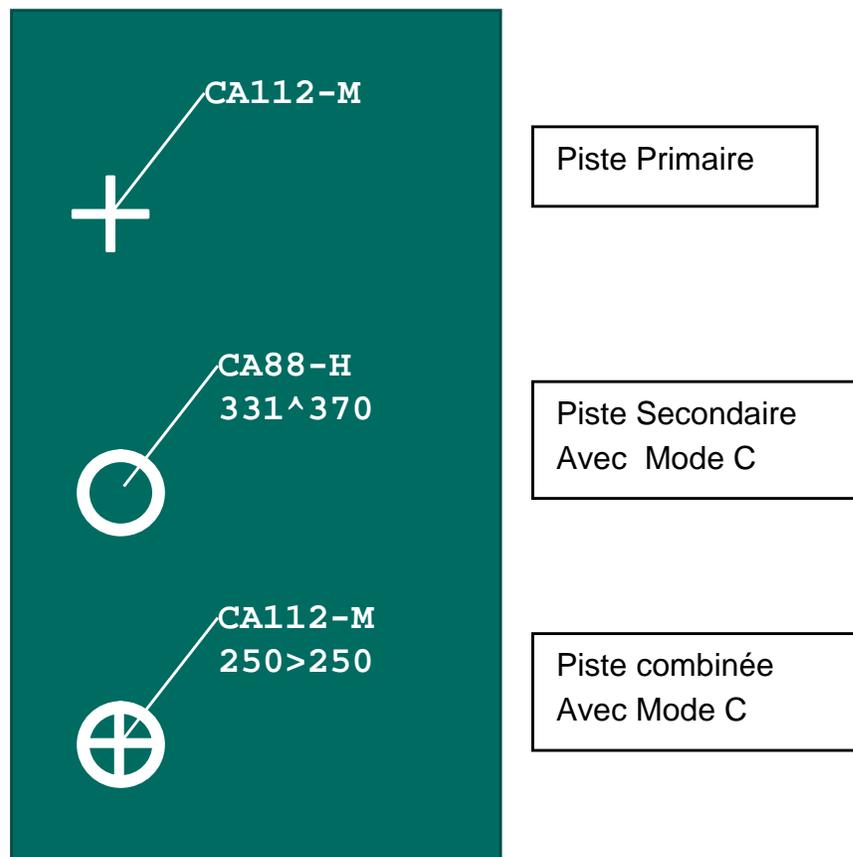


Figure III.2 Radar Data Processing (RTP)

Traitement des pistes locales qui proviennent de chaque radar en utilisant des critères spécifiques pour la créer et afficher une piste système globale.

Les pistes locales peuvent toujours être affichée à l'action du contrôleur ou quand l'environnement multi-radar opère en mode dégradé.

Réalise tout ceci par :

- ✓ Manipulation des données radar entrantes (les pistes radar et les informations météorologique) à partir des différents radars reliés au centre de contrôle.
- ✓ Manipulation du temps externe
- ✓ Manipulation QNH

III.3.2. Définition de la fonction (MTP)

La fonction MTP accomplit plusieurs tâches :

- ✓ Le control de l'environnement Multi-tracking radar dans l'objectif de fournir une détection continue des aéronefs par la combinaisons de couvertures radar adjacentes, et
- ✓ L'utilisation de l'overlapping (couverture multiple) pour déterminer et afficher la position qui se rapproche le plus de la position réel de l'aéronef dans l'espace.
- ✓ Traitement du code transpondeur 4 digit Mode A et des informations transpondeur Mode C.

(Ces derniers sont convertit pour afficher les informations de niveau exprimées en altitude ou niveau de vol.)

- ✓ Association des pistes radar avec les données plan de vol correspondantes afin d'afficher le label rattaché au symbole de la piste aéronef.
- ✓ Contribuer aux possibilités d'alerte et d'avertissement du système.
- ✓ Le tracking Multi-radar consiste en l'association des différentes pistes locales pour chaque aéronef.
- ✓ le tracking Multi-radar reçoit les informations pistes mono-radar (pistes locales) fournies par les radars et corrèle ces informations pour chaque aéronef.

- ✓ Le tracking d'altitude qui extrait le niveau de vol mode C à partir du track ainsi que le taux de monter/descente pour chaque aéronef en tenant compte des changements dans les informations du Mode C.

III.3.3. Les possibilités intégrées Piste/Plan de vol

Report automatique de position :

- ✓ Cette fonction fournit des rapports automatiques pour chaque point de l'itinéraire prévu d'un avion quand ce point a été survolé.
- ✓ Le rapport automatique de position permet un calcul plus précis de l'estimée du survol (ETO-Estimated Time of Overflight) des points suivants le long de l'itinéraire prévu et est employé pour les fonctions de surveillance de l'ETO et des rapports de positions manquants (MPR-Missed Position Report).

III.3.4. Filet de Sauvegarde et Aide à la Surveillance (SNMAP)

- ✓ Cette fonction établit l'association entre la piste système et le plan de vol (Couplage Piste/Plan de vol), basé sur :
 - Le code SSR de la piste, et
 - Le code SSR assigné au plan de vol, et
 - La position de la piste par rapport à la route prévue.
- ✓ Contrôle de l'adhérence à la route (RAM)
- ✓ Contrôle de l'adhérence au niveau éclairé (CLAM)
- ✓ Capacités d'alerte Radar dont les fonctions sont :
 - Alerte de conflit à cours terme (STCA)
 - Avertissement du l'altitude minimale de sécurité (MSAW)
- ✓ Contrôle de trajectoire d'approche
- ✓ Avertissement de violation de zone dangereuse (DAIW)

III.3.5. Possibilités additionnelles d'alerte et d'avertissement

Ces possibilités prolongent celles existantes (DAIW, RAM et CLAM) pour couvrir tout aéronefs évoluant sous couverture Radar et ajouter ce qui suit :

- ✓ **EMG** : Code Radar d'Urgence (Radar emergency codes)
 - Code 7500, 7600 or 7700 (reçu des aéronefs équipé SSR).
- ✓ **STCA** :Alerte de conflit à cours terme (Short Term Conflict Alert):
 - Détermine toutes les paires de piste pour lesquelles les minima de séparation requis ne sont pas respectés.

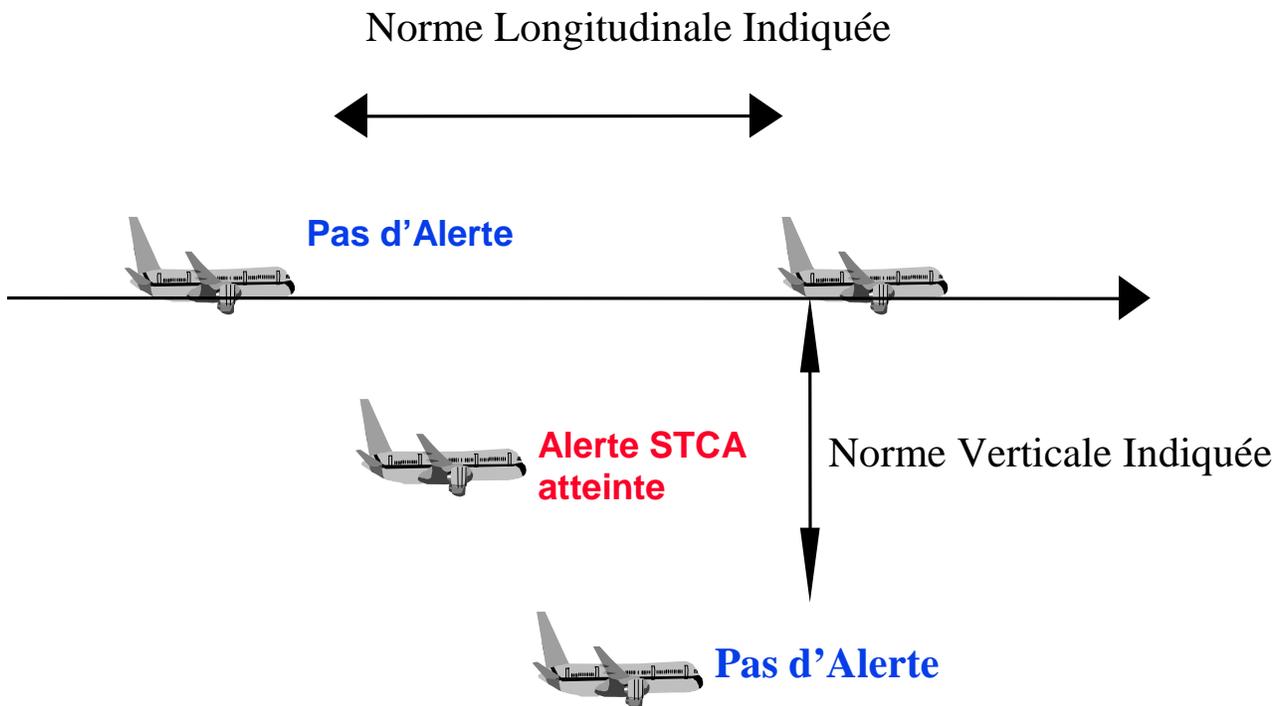


Figure III.3 Alerte de conflit à cours terme (STCA)

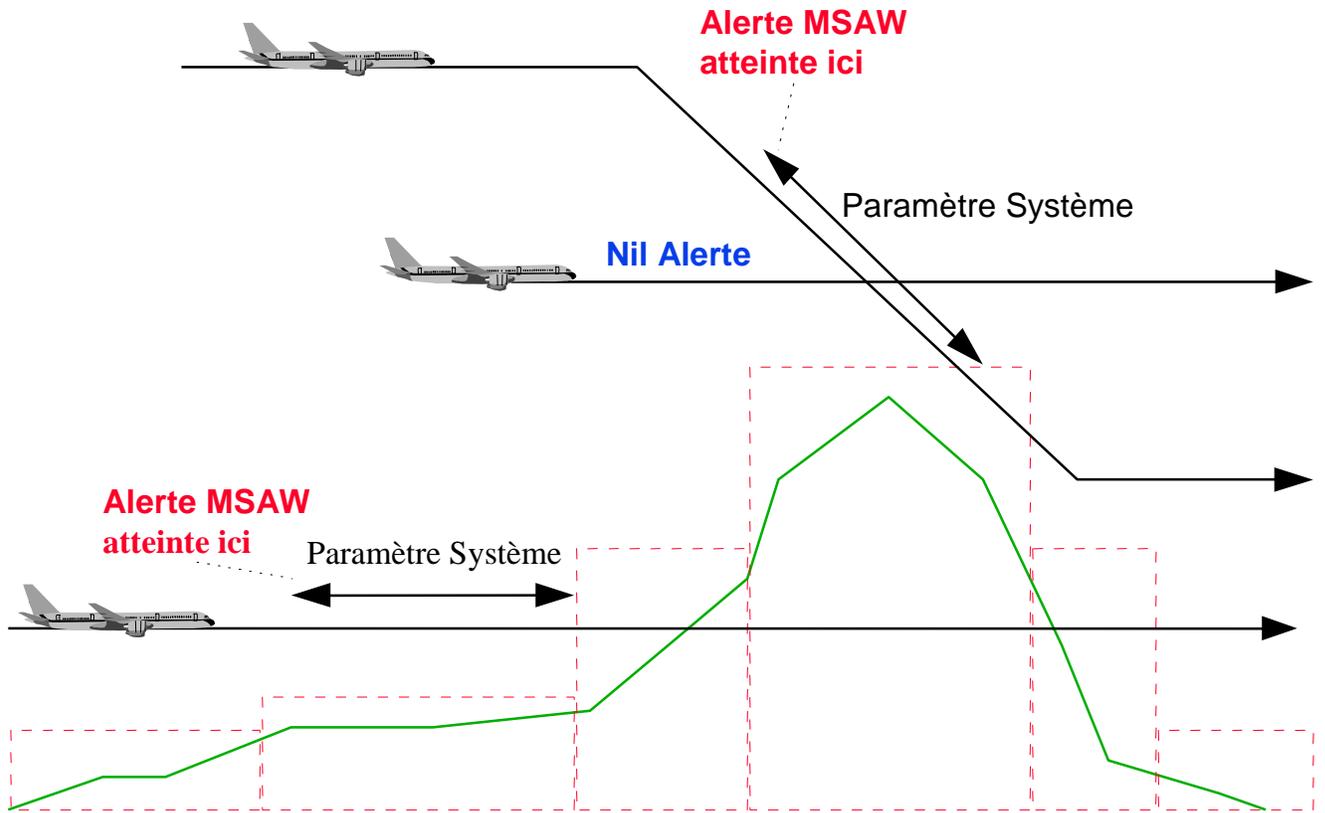


Figure III.4 Avertissement de l'altitude minimale de sécurité (MSAW)

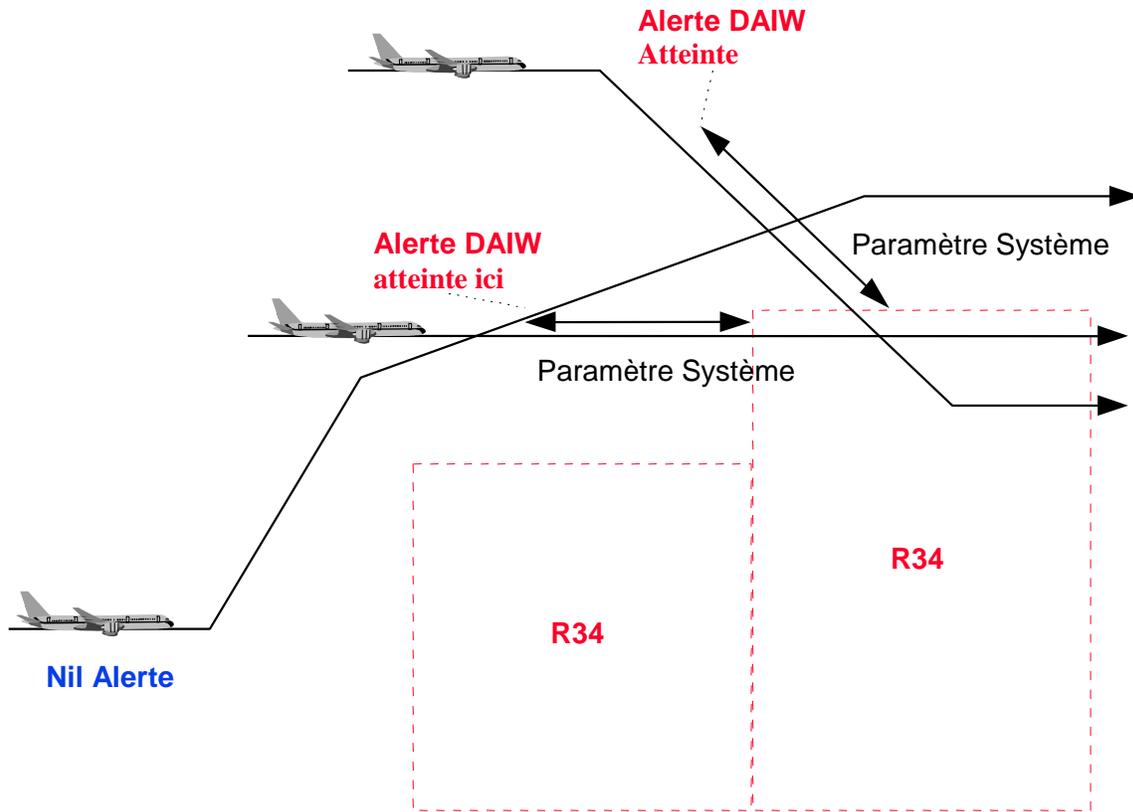


Figure III.4 Avertissement de violation de zone dangereuse (DAIW)

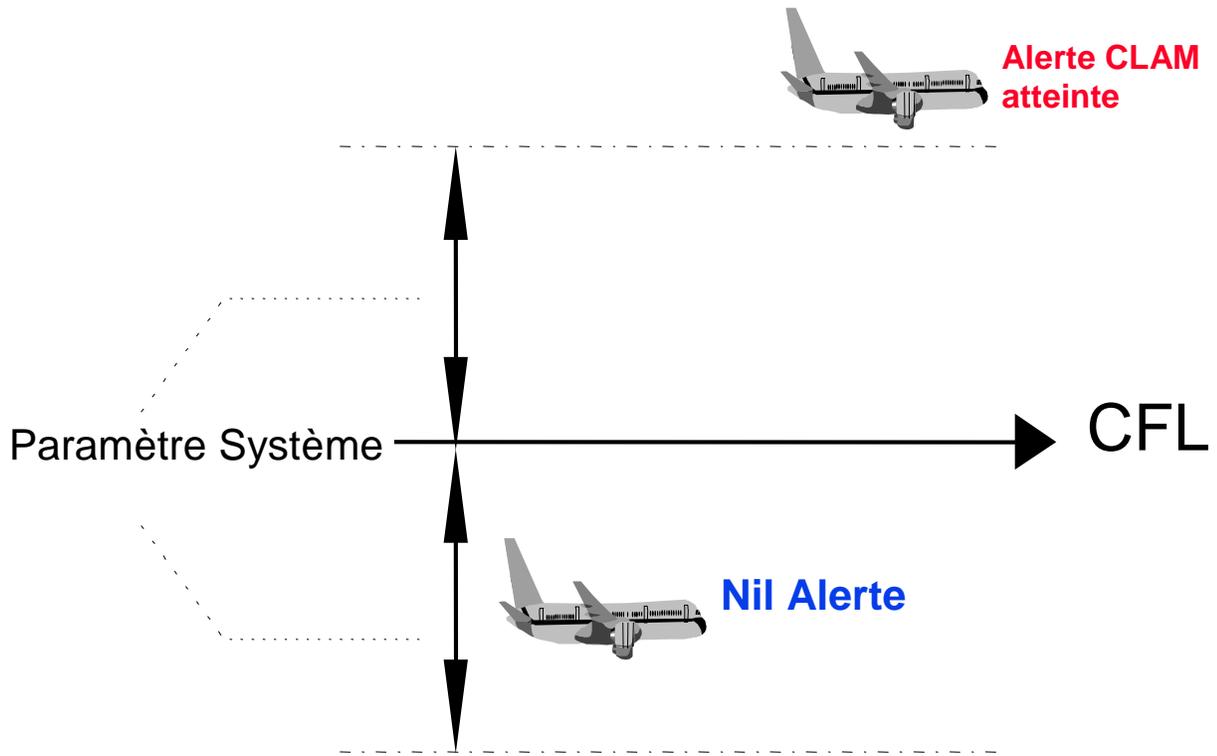


Figure III.5 Contrôle de l'adhérence au niveau éclairé (CLAM)

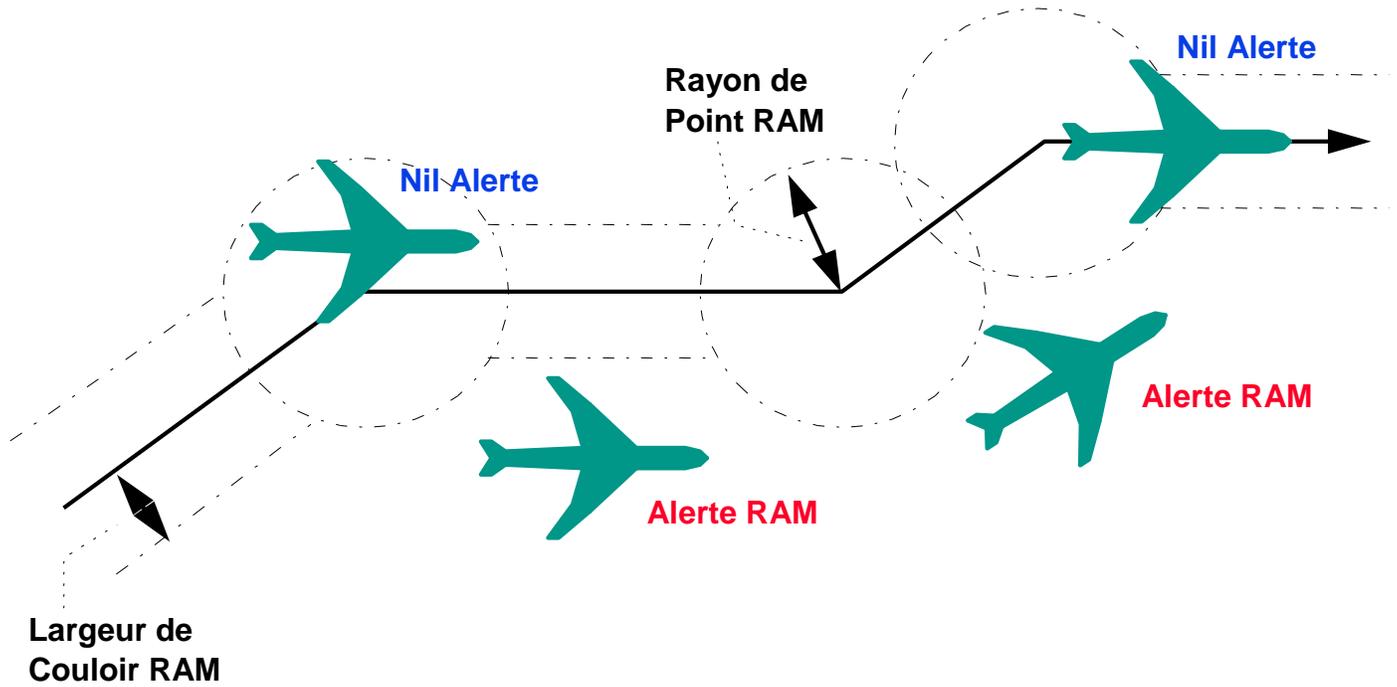


Figure III.6 Contrôle de l'adhérence à la route (RAM)



Figure III.7 exemple de RAM

III.4. Fonction Données de Vol

III.4.1. Définition

- Compile et prépare pour affichage les “strip électronique”
- Assure la continuité lors du transfert de contrôle entre opérateurs. C'est le plan de vol qui est transféré et non pas la piste Radar. Pour cette raison le plan de vol doit être dynamiquement mis à jour.
- Les modifications On-line mettent à jour automatiquement les enregistrements des données de vol. l'enregistrement données plan de vol est un historique complet des actions subites par le plan de vol pendant son existence.

III.4.2. Objectif

Effectue :

- ✓ La Création, l'Activation et la Modification des plans de vol
- ✓ Le Transfert vers et l'Acceptation à partir d'un autre contrôleur
- ✓ Finalisation du plan de vol
- ✓ Création du plan de vol en utilisant le format OACI à partir de :
 - Messages reçus de l'AFTN, ou
 - Localement par l'opérateur
- ✓ Les données plan de vol sont présentées au contrôleur sous forme de strip électronique ou strip papier

III.4.3. Traitement des Données Plan de vol (FDP)

Procure le mécanisme d'intégration des informations de progression du vol à partir de multiples sources.

- ✓ L'informations provenant de sources diverses est utilisée pour effectuer les fonctions intégrées telles que :
 - Extrapolation de la position de l'aéronef,
 - Traitement automatique des messages AFTN
- ✓ Le FDP crée l'information de position sur la base des données qu'il reçoit, intérieurement ou extérieurement pour l'aéronef.
- ✓ Ces données (suite au contacte pilote) sont manuellement mis à jours dans le FDP par le contrôleur.
- ✓ Une fois la mise à jour reçu, le FDP extrapole le future point sur la route.
- ✓ Peut recevoir les données plan de vol à partir de :
 - AFTN,
 - Entrée manuelle
- ✓ La position affichée de l'aéronef est basée sur le résultat d'un algorithme compliqué qui tient en compte plusieurs facteurs, tels que :
 - La performance de l'aéronef,
 - Les conditions atmosphérique et de vents,

III.4.4. Plan de vol conflit sonde FPCP

- ✓ Pour chaque vol qui entre dans une région FPCP :
 - Le système vérifie le long de la trajectoire du vol les paramètres système
 - Les paramètres de séparation sont appliqués pour chaque segment de route pour le temps de prévision (prédiction).

»Si les paramètres de séparation empiètent (coïncident avec) sur les paramètres d'un tout autre aéronef, la fenêtre de report FPCP s'ouvre.

- ✓ Les rapports FPCP consistent en :
 - L'identification de la paire d'aéronef
 - La durée du conflit (début et fin du conflit)
 - Pour chaque aéronef, le point sur le plan de vol où le conflit est détecté.
- ✓ Peut être aussi forcé manuellement en utilisant la fenêtre plan de vol.
- ✓ Habilité le contrôleur à prédire et identifier des conflits futurs entre aéronefs sur la base de plans de vols déposés ou modifiés.

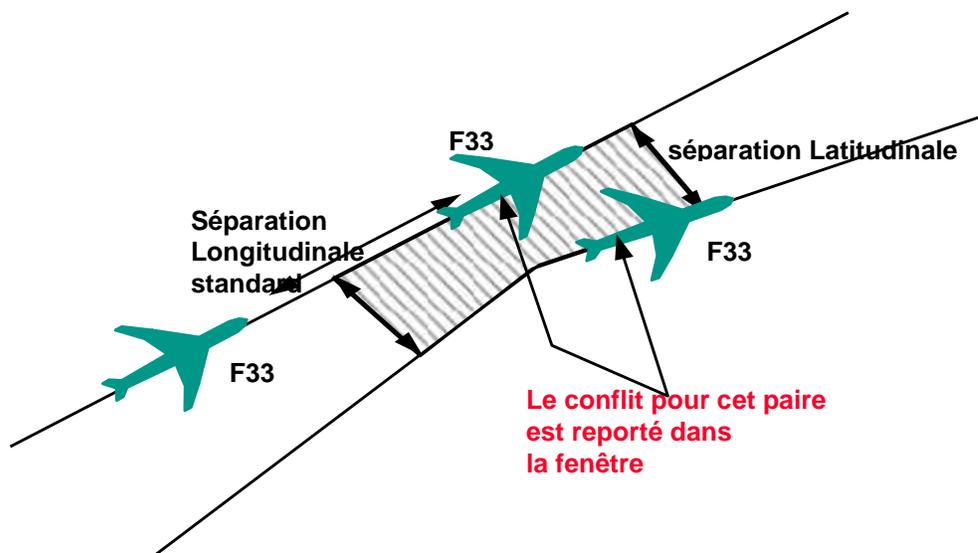


Figure II.8 Plan de vol conflit sonde FPCP

III.5. Les données air-sol par liaison de données AGDL (AIR GROUND DATA LINK)

- Permet au contrôleur d'établir un dialogue, via le datalink avec les aéronefs équipés pour, qui indique au contrôleur la position de l'aéronef en accord avec l'ADS.
- L'ADS rapporte la position de l'aéronef, tel que déterminé par les équipements de bord de l'aéronef en utilisant les satellites. Ceci au format de contrat ADS.
- Gère les communications datalink air/sol entre le centre et les aéronefs convenablement équipés.
- Assure la surveillance dépendante automatique (ADS).
- Assure les communications datalink contrôleur/pilote (CPDLC).

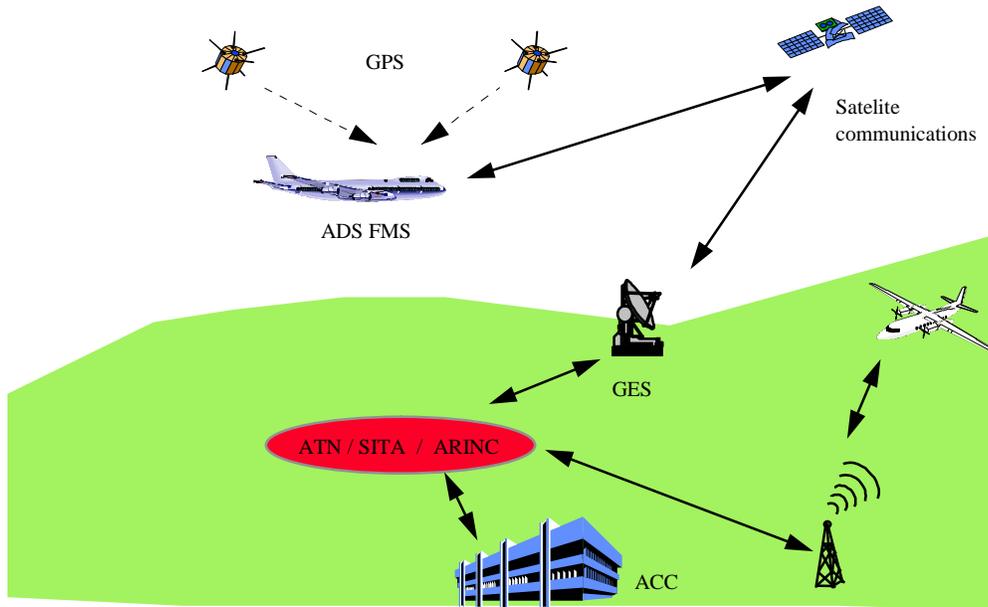


Figure III.9 AGDL

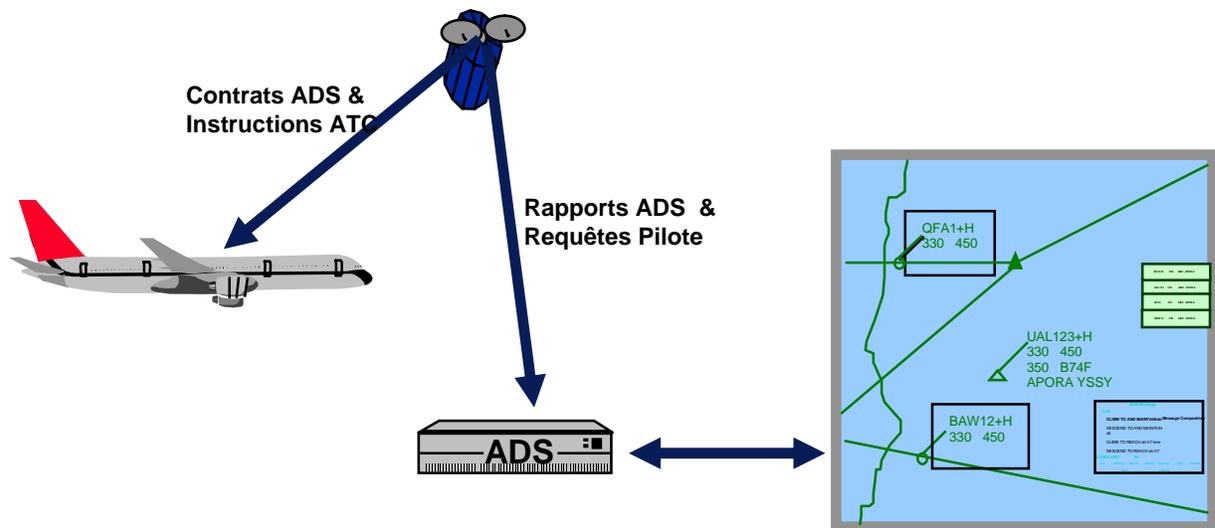


Figure III.10 (ADS) et le Data Link Contrôleur/Pilote

III.6. Surveillance Automatique Dépendante (ADS)

Afin d'améliorer la surveillance dans les zones peu denses, l'OACI a développé, dans le cadre du concept Communication Navigation Surveillance, la notion d'ADS.

III.6.1. Principe

Un aéronef va transmettre spontanément et à intervalle régulier, son adresse, son identification, sa position, sa vitesse, son, cap, etc.

III.6.2. ADS-Contrat ADS-C

les messages sont transmis par liaison de données (Satellite ou VHF) dans le cadre d'un contrat entre l'avion et le centre de contrôle toutes les 15 à 30 mn (5 mn dans des situations particulières).

III.6.3. ADS-Broadcast

Les messages sont émis vers tout utilisateur équipé d'un système de réception.

III.6.4. Traitement des Données ADS (Alertes)

III.6.4.1. Cleared Level Adherence Monitoring (CLAM)

Fournit comme filet de sauvegarde uniquement

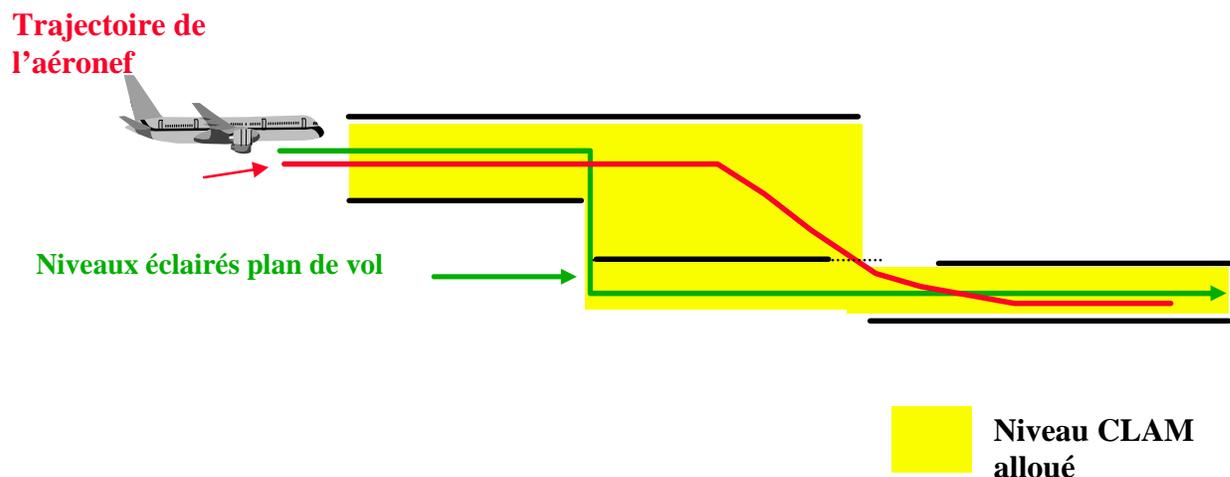


Figure III.11 CLAM

- ✓ Si en descente (mode C)
Doit être au dessus du niveau éclairé – la tolérance
- ✓ Si en monté (mode C)
Doit être au dessous du niveau éclairé + la tolérance
- ✓ Si le niveau (mode C)
Doit être au niveau éclairé \pm la tolérance

III.6.4.2. Danger Area Infringement Warning (DAIW)

Fournit comme filet de sauvegarde uniquement

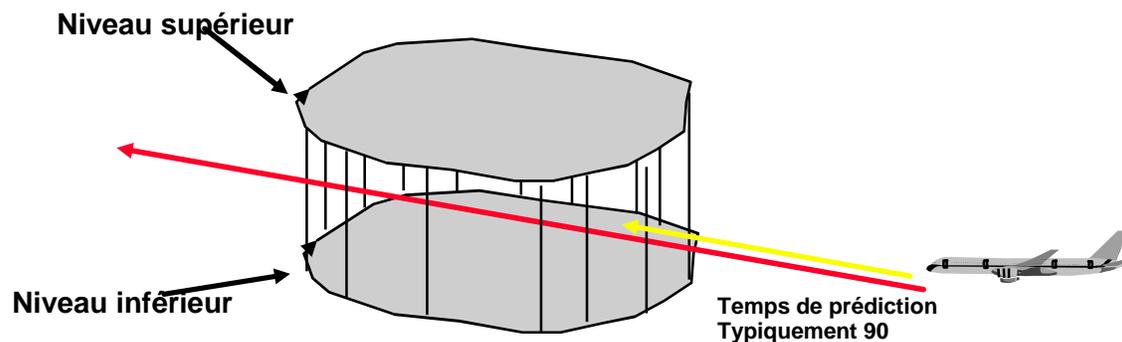


Figure III.12 DAIW

III.6.4.3. ADS Route Conformance Warning (ARCW)

L'avertissement est déclenché si le vecteur de l'aéronef est en dehors de la route définie par le plan de vol actuelle.

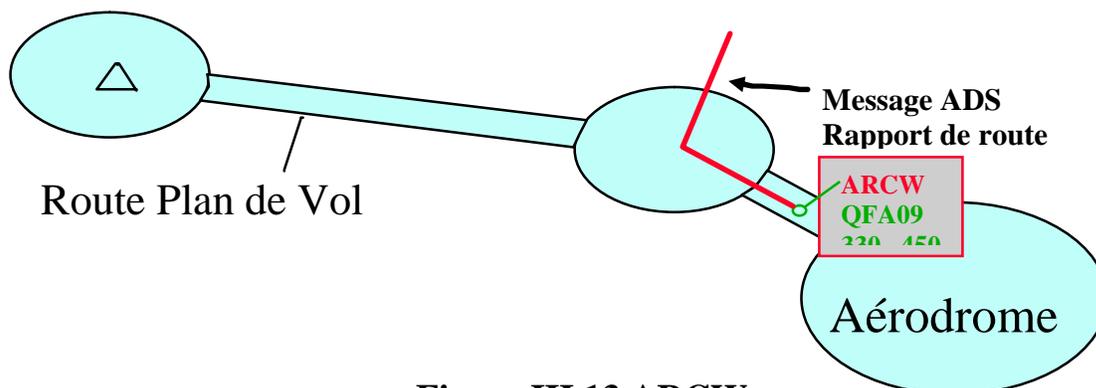


Figure III.13 ARCW

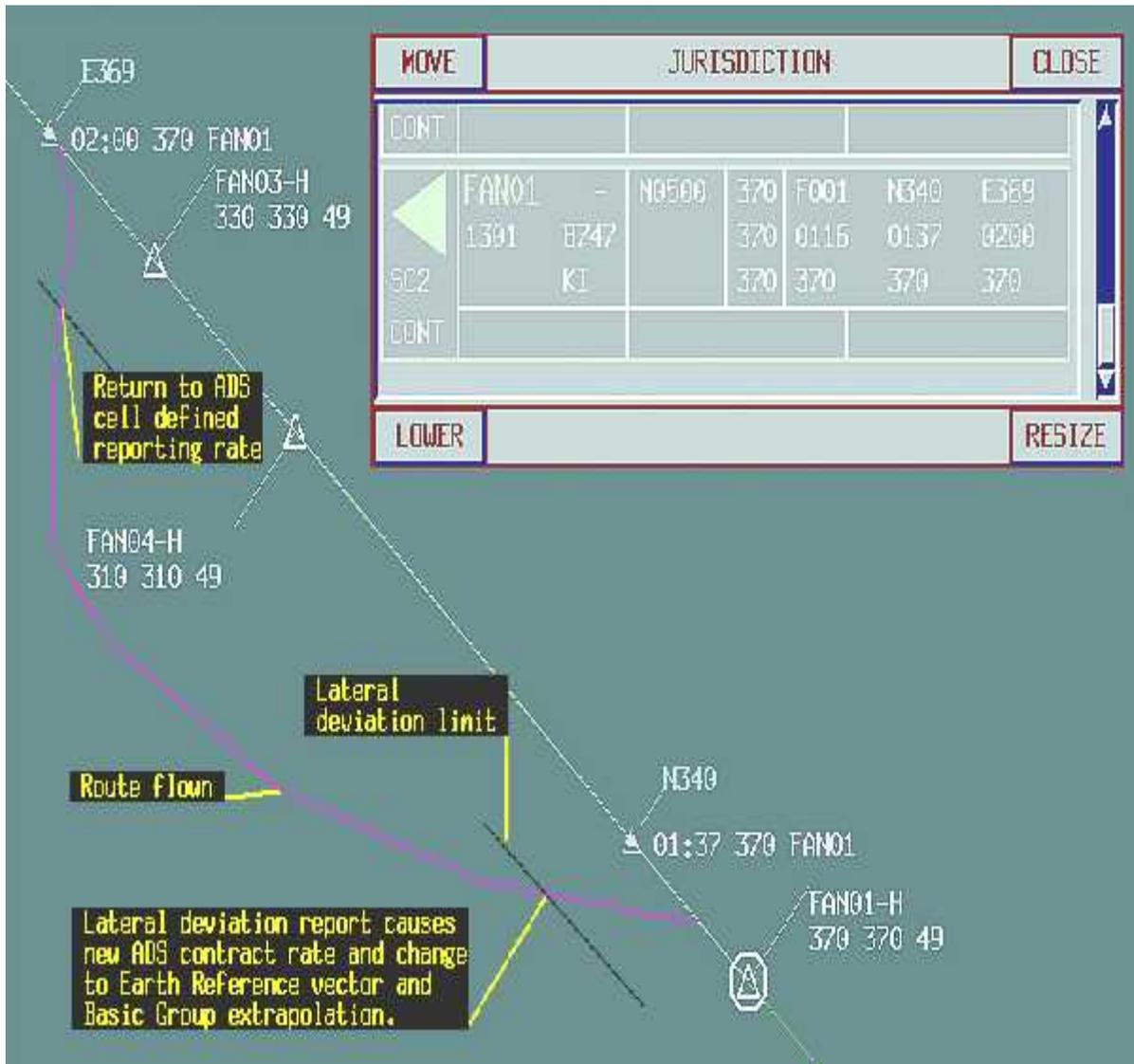


Figure III.14 Exemple de RAM ADS

III.7. Interface Homme /Machine (HMI)

- ✓ Interface entre le système et l'opérateur. Configurable en tant que contrôleur assistant, superviseur, opérateur plan de vol (FDO), Tour, etc..).
- ✓ Fournit :
 - Affichage de la situation aérienne, Pistes et labels de piste
 - Strips Electronique
 - Affichage des Alertes
 - Fenêtre contenant la liste de message

III.7.1. Operator Display Suites (ODS)

Le but de l'ODS est de fournir l'interface utilisateur entre les fonctionnalités Eurocat et le contrôleur aérien.

Assiste le contrôleur aérien par la présentation des informations dans :

- ✓ Des formes logiques et intuitive, et
- ✓ Par la réduction du nombre d'action requise pour accomplir la tâche
- ✓ La seconde fenêtre est aussi pourvu de,
 - Un zoom indépendant,
 - Toutes les fonctionnalités
- ✓ La fenêtre peut être redimensionnée

III.7.2. Enregistrement et Rejeu (REC/ASPB)

- ✓ Enregistrement de
 - Les actions du contrôleur,
 - Les événements système,
 - Les pistes,

- Les messages externes reçus & transmis
 - Et toutes les alarmes système sur des médias on-line ou amovible.
- ✓ Admet les spécifications Eurocat;
- Vitesse de rejeu
 - Changer la vitesse
 - Les commandes start / stop
 - Les commandes pause / continue, est
 - La sélection des modes interactive ou passive

III.7.3. Database Management (DBM)

- ✓ Fournit l'interface X-windows pour accomplir les fonctions suivantes sur les données du système :
- Création,
 - Visualisation,
 - Édition,
 - Distribution sur le système opérationnel,
 - Impression,
 - plotting.
- ✓ Donne la possibilité de revoir facilement les aspects des fonctionnalités pour une meilleure convenance au jour le jour des conditions opérationnel et technique.
- ✓ Etablit à travers le changement des paramètres, les définitions de ce qui sera pris dans les fichiers 'off line' et ajusté à partir de la position de gestion de données 'off line'.

III.7.4. Simulator Air Traffic Generator (SIM ATG)

- ✓ Fournit des données simulées for leurs utilisation durant la formation
- ✓ Simule les caractéristiques des aéronefs et les profiles opérationnel
- ✓ Simule les données d'Informations Aéronautique
- ✓ Fournit les fonctions de timing et de contrôle
- ✓ Fournit le moyen de rejeu des jeux et exercices qui sont créés en off line

Conclusion

Dans le monde d'aviation le trafic aérien a beaucoup augmentée et pour gérer ce trafic en toute sécurité des nouveaux systèmes de traitement automatisé du trafic aérien en étaient mise en œuvre qui ont pour but d'aider le contrôleur aérien à remplir sa mission de contrôle.

Par exemple en Algérie ce système est appelé TRAFCA, en France s'appelle CAUTRA qui ont le même principe de fonctionnement et les mêmes installations.

Ces systèmes sont composés plusieurs sous-systèmes électroniques.

Ce projet nous a permis aussi d'améliorer notre connaissance dans le domaine aéronautique, particulièrement la méthode de travail de contrôleur.

Nous espérons que ce travail sera utile pour toutes les personnes désireuses d'approfondir leurs connaissances sur les systèmes Automatisés de contrôle.

Glossaire

A

ADS	: Automatique dependence system
AWY	: Air Way
AIP	: Aeronautical Information Publication
ASPB	: Air Situation Play Back
ASECNA	: Agence pour la Sécurité de lé Navigation Aérienne en Afrique
AEFMP	: Organisation régionale réunissant l'Algérie, l'Espagne, la France, le Maroc et le Portugal
ATS	: Air Traffic Service
ACC	: Area Control Centre
ATC	: Air Traffic Control
ATM	:Asynchronies Transfer Mode
ASD	: Air Situation Display
AGDL	: Air Ground Data link
ADS-C	: Automatic dependant surveillance
ARCW	: ADS Rout Conformance Warning

B

C

CCR : Centre de Contrôle Régionale
CTA : Control Traffic Area
CTR : Controle Terminal Region
CQRENA : Centre de Qualification et Recyclage de la Navigation Aérienne
CLAM : Cleared Level Adherence Morning
CPDLC : controller pilote data link controlr

D

DENA : Direction de l'Exploitaion de la Navigation Aérinne
DBM : Data Base Management
DCA : Département de la Circulation Aérienne
Ds : Département System
DAF : Département Administration et Finance
DT : Department Technique
DIA : Département Information Aéronautique
DTA : Département Télécommunication Aéronautique

E

E.N.N.A : Entreprise de Nationale de la Navigation Aérienne

F

FIR : Flight Information Region
FDP : Flight Data Processing
FPCP : Flight Plan Conflict Probe

H

HMI : Interface Home Machine

I

IFR ; Instrument Flight Rule

IAB : Institut Aéronautique Blida

J

K

L

M

MTP : Multi Tracking Data Processing

MSAW : Minimal Security Altitude Warning

MPR : Missed Position Report

N

O

ODS : Operator Display Suites

OACI : Organisation de l'aviation civile Internationale

P

PSR : Primary Surveillance Radar

Q

R

RAM : **Route Adherence Monitoring**

RTP : Radar Data Processing

S

SED : Service Etude et Développement

SCC : Service Contrôle et Coordination

SSR : Secondaire Surveillance Radar

SAR

STCA : Short Term Conflict Alert

SNMAP : Filet de Sauvegarde et Aide à la Surveillance

SYRAL : System Radar Algerian

SAACTA : Système Algérien Automatisé de Contrôle du Trafic Aérien

TMA : Terminal Traffic Area

TS

TG

U

UIR : Upper Information Region

UTA : Upper Traffic Area

V

VFR : Visual Flight Rule

VHF : Very Height Frequency

W

X

Y

Z

BIBLIOGRAPHIE

Thèse :

➤ **Organisation de l'espace aérien**

Thèse d'ingénieur, institut d'aéronautique de Blida

➤ **Restructuration de l'espace aérien algérien**

Thèse d'ingénieur, institut d'aéronautique de Blida

Livre :

➤ **L'économie du transport aérien**

De Jean Belotti

Publié par J. Belotti, 1975

Copie de l'exemplaire l'Université du Michigan

Numérisé le 9 oct 2006

853 pages

➤ **Le radar**

De Robert Leprêtre

Publié par Gauthier-Villars, 1951

Copie de l'exemplaire l'Université du Wisconsin - Madison

Numérisé le 28 nov 2007

294 pages

CD ROM :

➤ Cd rom du E.N.NA

➤ C.M.M d'Air Algérie

Sites Web :

www.enna.dz

www.sia-enna.dz

www.icao.int

www.scta.aviation-civil.gouv.fr

www.eurocontrole.be

www.smart.com

ANNEXE 3- COORDONNEE DES SECTEURS SUPERIEURE PROPOSEE

SECTEURS	COORDONEES	CLASSE	FREQUENCER
SECTEUR CENTRE	Segments de droite joignant les points: 373705N 015024E - 342823N 015024E - 3452823N 045920E 364829N 052841E - 385844N054037E	A	132.45 MHz
SECTEUR NORD EST	Segments de droite joignant les points: 385844N054037E-364829N 052841E-355201N 051623E- 353028N051228E- 353028N073224E-343451N080011E	A	125.9 MHz
SECTEUR D' ORAN	Segments de droite joignant les points: 373705N 015024E- 300535N014944E- 300448N053120W	A	125.8 MHz
SECTEUR SUD CENTRE	Segments de droite joignant les points: 3452823N045920E— 341728N005035E- 282938N015136E-283032N045953E	A	131.7 MHz
SECTEUR SUD EST	Segments de droite joignant les points: 351304N051228E— 342823N045920E- 283022N045920E-283032N045953E -302552N092718E- 343451N080011E-353028N073224E	D	124.5 MHz
SECTEUR DE IN AMENAS	Segments de droite joignant les points: 204240N071836E- 283032N045953E- 283022N045938E295938N045942E- 302552N051916	D	124.1 MHz
SECTEUR DE TAMANRASSET	Segments de droite joignant les points: 2872938N015136- 215241N000332E- 283032N045953E-204240N071836E	D	123.8 MHz (HF 8849 KH fréquence de secours)
SECTEUR DE ADRAR	Segments de droite joignant les points: 341728N005035E- 324030N050404E- 2872938N015136-215241N000332E	F	128.1 MHz

ANNEXE 1 - CLASSIFICATION DE L'ESPACE AERIEN ATS

Les espaces aériens ATS sont classés et désignés par l'OACI comme suit :

Classe	Type de vol	Séparation	Service	Exigence en matière de Communications
A	IFR seule	Tous appareils	Service de contrôle du trafic aérien	Continues dans les deux sens
B	IFR	Tous appareils	Service de contrôle du trafic aérien	Continues Dans les deux sens
	VFR	Tous appareils	Service de contrôle du trafic aérien	Continues dans les deux sens
C	IFR	IFR de IFR IFR de VFR	Service de contrôle du trafic aérien	Continues dans les deux sens
	VFR	VFR à partir de IFR	Service de contrôle du trafic aérien pour la séparation IFR ; Informations sur le trafic VFR/VFR (et conseils pour évitement du trafic sur demande)	Continues dans les deux sens
D	IFR	IFR à partir de IFR	Service de contrôle du trafic aérien y compris des informations de trafic sur les vols VFR (et conseils pour évitement du trafic sur demande)	Continues dans les deux sens
	VFR	Aucun	Informations sur le trafic entre vols VFR et IFR (et conseils pour évitement du trafic sur demande)	Continues dans les deux sens
E	IFR	IFR à partir de IFR	Service de contrôle du trafic aérien et informations sur le trafic des vols VFR dans la mesure du possible	Continues dans les deux sens
	VFR	Aucun	L'information du trafic autant que possible	Non
F	IFR	IFR à partir de IFR autant que possible	Service de conseils sur le trafic aérien et service d'information de vol	Continues dans les deux sens
	VFR	Aucun	Service d'information de vol	Non
G	IFR	Aucun	Service d'information de vol	Non
	IFR	Aucun	Service d'information de vol	Non

ANNEXE 2 – SECTORISATION ALGERIENNE EXISTANTE

Secteur Alger Centre Lignes joignant les points suivants:

1. 3729N 00130E	5. 3540N 00500E
2. 3820N 00345E	6. 3540N 00130E
3. 3900N 00440E	1. 3729N 00130E
4. 3900N 00500E	

Secteur Oran Lignes joignant les points suivants:

1. 3729N 00130E	avec la frontière entre l'Algérie et le Maroc afin de suivre cette frontière jusqu'à
7. 3615N 00130W	9. 3300N 00129W
8. 3550N 00206W, puis en ligne droite vers l'intersection de la côte méditerranéenne	10. 3300N 00130E pour retourner à 1. 3729N 00130E

Secteur Nord/Est Lignes joignant les points suivants:

11. 3900N 00800E	14. 3448N 00500E
12. 3656N 00839E, puis suivez la frontière entre l'Algérie et la Tunisie jusqu'à	4. 3900N 00500E
13. 3448N 00817E	11. 3900N 00800E

Secteur Sud/Ouest Lignes joignant les points suivants:

10. 3300N 00130E	19. 2953N 00530W, puis suivez la frontière avec le Maroc jusqu'à
15. 2912N 00130E	
16. 291306N 0001436E	9. 3300N 00129W pour retourner à 10. 3300N 00130E
17. 2915N 00306W	
18. 2916N 00530W	

Secteur Sud/Centre Lignes joignant les points suivants:

6. 3540N 00130E	14. 3448N 00500E
10. 3300N 00130E	5. 3540N 00500E pour retourner à 6. 3540N 00130E
20. 2830N 00130E	
21. 2830N 00500E	

Secteur Sud/Est Lignes joignant les points suivants:

14. 3448N 00500E	23. 2600N 00932E, puis suivez la frontière avec le Maroc jusqu'à
21. 2830N 00500E	
22. 2600N 00500E	13. 3448N 00817E pour retourner à 14. 3448N 00500E

Secteur Sud/Sud Lignes joignant les points suivants:

22. 2600N 00500E	19. 2953N 00530W, puis suivez la frontière avec le Maroc jusqu'à
21. 2830N 00500E	
20. 2830N 00130E	24. 2840N 00840W

ANNEXE 4 -COORDONNEE DES SECTEURS INFRIERE PROPOSEE

SECTEURS	COORDONEES	CLASSE	FREQUENCER
SECTEUR D'ALGER	Segments de droite joignant les points: 373705N 015024E - 355201N 015024E - 355201N 051623E 364829N 052841E - 385844N054037E	D	127.3 MHz
SECTEUR DE CONSTANTINE	Segments de droite joignant les points: 385844N054037E-364829N 052841E-355201N 051623E- 353028N051228E- 353028N073224E-343451N080011E	D	125.4 MHz
SECTEUR D' ORAN	Segments de droite joignant les points: 373705N 015024E- 300535N014944E- 300448N053120W	D	125.7 MHz
SECTEUR DE BOUSAADA	Segments de droite joignant les points: 343451N080011E- 353028N073224E- 353028N051228E-355201N 051623E- 355201N 015024E- 341728N005035E- 324030N050404E-324131N083217E	D	124.6 MHz
SECTEUR DE GHARDAIA	Segments de droite joignant les points: 324030N050404E- 341728N005035E- 282938N015136E-283032N045953E	D	131.3MHz
SECTEUR DE HASSI MESSAOUD	Segments de droite joignant les points: 324131N083217E- 324030N050404E- 295938N045942E-302552N051916	D	124.3 MHz
SECTEUR DE IN AMENAS	Segments de droite joignant les points: 204240N071836E- 283032N045953E- 283022N045938E295938N045942E- 302552N051916	D	124.1 MHz
SECTEUR DE TAMANRASSET	Segments de droite joignant les points: 2872938N015136- 215241N000332E-	D	123.8 MHz HF 8849

ANNEXE 5 – TABLEAU REAPITULATIF DES CTA EN ALGERIE

Nom Limites latérales Limites Verticales Classe d'espace aérien	Organe Assurant-le service	Indicatif longues Région et conditions d'utilisation Heures de service	Fréquences et objet	Observation
<p>CTA ALGER/Houari BOUMEDIENE (a) Arc de cercle de 20 NM de rayon centré sur le DVOR/DME ZEM (364820N 0033813E) (b) Arc de cercle de 30 NM de rayon centré sur le DVOR/DME ALR (364128N 0031256E) Au nord: Tangente commune aux deux arcs de cercles. Au sud: Droite joignant les points situés sur: R230° d'ALR et à 30 NM DME ALR et R140° de ZEM et à 20 NM du DME ZEM. FL 105 450 M GND/MSI. Classe de l'espace aérien D.</p>	ALGER APPROCHE	ALGER APPROCHE (Fr. En) H24	121.4 Mhz	ALT. Transition 1200M
<p>CTA ANNABA/El Mellah (a) Portion de cercle de 15 NM de rayon centré sur VOR ANB (364900N 0074800E). (b) Portion de cercle de 15 NM de rayon centré sur le point situé à 15 NM sur le R042° du VOR ANB (364900N 0074800E) (c) Les tangentes extérieures communes à ces deux cercles. FL 85 450 M GND/MSL Classe de l'espace aérien D.</p>	ANNABA APPROCHE	ANNABA APPROCHE (Fr. En) H24	119.0 Mhz 119.7 Mhz (s)	ALT. TRANSITIO N 1500M
<p>CTA CONSTANTINE/Mohamed BOUDIAF - Cercle de 25 Nm de rayon centré sur le DVOR/DME CSO (361733N 0063620E) ; - Cercle de 15 Nm de rayon centré sur le VOR BTN (354757N 0062308E) ; - Tangentes extérieures communes à ces deux cercles. Fl. 105 450 M/GND Classe de l'espace aérien D.</p>	CONST. APPROCHE	CONSTANTINE APPROCHE (Fr. En) H24	120.1 Mhz	ALT. TRANSITIO N 1920M
<p>CTA HASSI MESSAOUD Oued Irara Krim Belkacem Cercle de 30 Nm de rayon centré sur le VOR/DME HME (313952N 0060810E) zone interdite P60 exclue. Limité au nord/ouest par radial 330° de HME et le radial 246° du sud/ouest de HME. FL 105 900 M/GND Classe de l'espace aérien F.</p>	MESSAOUD APPROCHE	MESSAOUD APPROCHE (Fr. En) H24	118.1 Mhz 119.7 (s) Mhz	ALT. TRANSITIO N 1050 M
<p>CTA ORAN/Ex Sénia Deux cercles de 7 NM de rayon centré sur les points situés ; (a) 3.1 NM sur le relèvement vrai (QTE) R246° du VOR ORA (353646N 0003918W) (b) 14.4NM sur le relèvement vrai (QTE) R066° du VOR ORA (353646N 0003918W) Au sud: par la tangente extérieure à ces deux cercles. Au nord: Par la parallèle à l'axe joignant ces deux centres et distante de 5 NM de celle-ci. FL 40 450 M/GND Classe de l'espace aérien D.</p>	ORAN APPROCHE	ORAN APPROCHE (Fr. En) H24	128.2 Mhz	ALT. TRANSITIO N 990 M

ANNEXE -6- LES ROUTE DOMESTIQUE BASSE ALTITUDE ET LES POINTS APPARTIENTS

ROUTE/Voie Aérienne	Direction	Point Significatif	LATITUDE	LONGITUDE	NAVAID/Aide au Radionavigation
J12	E/W	TGU	33.06	6.09	VOR
		NADJI	34.80	6.65	
		ANB	36.82	7.80	VOR-DME
J13	E/W	HME	31.66	6.14	VOR-DME
		ELO	33.51	6.78	VOR-DME
		AMIRA	34.80	6.97	
J14	E/W	ANB	36.82	7.80	VOR-DME
		BTN	35.80	6.39	VOR
		CSO	36.29	6.61	VOR-DME
J24	E/W	BAY	33.71	0.95	VOR
		SAKNA	33.45	1.50	
		GHA	32.39	3.78	VOR-DME
		BISSA	31.52	5.00	
J25	E/W	IMN	28.07	9.67	VOR-DME
		HME	31.66	6.14	VOR-DME
J26	E/W	IMN	28.07	9.67	VOR-DME
		MNA	30.56	2.86	VOR-DME
		KEBRI	31.30	5.00	
J27	E/W	HME	31.66	6.14	VOR-DME
		TGU	33.06	6.09	VOR
J28	E/W	HME	31.66	6.14	VOR-DME
		TGU	33.06	6.09	VOR
J3	E/W	ELO	33.51	6.78	VOR-DME
		GRS	35.21	0.15	VOR
		FARES	35.50	0.27	
J30	E/W	HME	31.66	6.14	VOR-DME
		ELO	33.51	6.78	VOR-DME
		ZENAD	34.80	7.62	
		TBS	35.46	8.07	VOR-DME
J36	E/W	BSA	35.52	4.40	VOR-DME
		MAHDI	34.62	5.00	
		TGU	33.06	6.09	VOR
J4	E/W	MOS	35.90	0.14	VOR-DME
		TRB	35.35	1.52	VOR
		KAHIL	34.08	4.12	
		BEREK	33.63	5.00	
		TGU	33.06	6.09	VOR

ROUTE/Voie Aérienne	Direction	Point Significatif	LATITUDE	LONGITUDE	NAV AID/Aide au Radionavigation
J40	E/W	ADR	27.81	-0.22	VOR
		TIO	29.22	0.24	VOR-DME
J41	E/W	ADR	27.81	-0.22	VOR
		NSL	27.23	2.49	VOR-DME
		OUCIF	27.73	5.00	
		BOD	28.13	6.84	VOR-DME
		NAGAH	28.10	8.62	
		IMN	28.07	9.67	VOR-DME
J5	E/W	JIL	36.78	5.88	VOR
		CSO	36.29	6.61	VOR-DME
J53	E/W	DJA	24.29	9.45	VOR-DME
		RTILA	26.00	9.57	
		IMN	28.07	9.67	VOR-DME
J60	E/W	MOK	21.38	0.95	VOR
		TMS	22.84	5.46	VOR-DME
		MELOG	23.53	7.37	
		DJA	24.29	9.45	VOR-DME
J61	E/W	BOD	28.13	6.84	VOR-DME
		ILZ	26.72	8.65	VOR
		DJA	24.29	9.45	VOR-DME
J62	E/W	NSL	27.23	2.49	VOR-DME
		TMS	22.84	5.46	VOR-DME
		IGZ	19.56	5.73	VOR
J7	W	CSO	36.29	6.61	VOR-DME
		BJA	36.71	5.02	NDB
		LIMON	37.09	3.88	
J8	E/W	NSL	27.23	2.49	VOR-DME
		SIHAR	28.50	3.58	
		RIKIF	30.30	5.00	
		HME	31.66	6.14	VOR-DME
J9	E	BNA	36.65	3.59	NDB
		TAGRO	36.30	5.00	
		BTN	35.80	6.39	VOR

ANNEXE -7- STATION VHF

Renouvellement des stations VHF des sites suivants :

- Une (01) à El Bayadh ;
- une (01) à Oran Senia ;
- une (01) à Oran Bel Horizon ;
- une (01) à Tiaret ;
- trois (03) à TMA Alger ;
- une (01) à Constantine ;
- une (01) à Annaba ;
- une (01) à Biskra;
- une (01) à Hassi Messaoud ;
- une (01) à Ghardaïa ;
- une (01) à El Goléa ;
- une (01) à Bechar.