

1.1. Introduction

Pour assurer la gestion du trafic aérien l'organisation internationale de l'aviation civile (OACI) met en place des services de circulation aérienne qui dépendent des différentes phases de vol et selon ces derniers interviennent les services de la circulation aérienne.

1.2. Définition

Le terme « service » correspond à la notion de fonction ou de service assuré, alors que le terme « organisme » désigne une entité administrative chargée d'assurer un service.

1.3. La responsabilité des Etats

Dans les espaces aériens souverains les états déterminent :

- Les portions d'espace dans lesquelles seront assurés les services de la circulation aérienne.
- Un état peut déléguer à un autre état par accord mutuel la charge d'établir et d'assurer les services de la circulation aérienne dans des portions d'espace aérien situés au dessus de son territoire.
- Dans les espaces aériens situés au dessus de la haute mer, les services de la circulation aérienne seront assurés par un état contractant, ayant accepté, par accord régional de la navigation aérienne approuvé par le conseil de l'OACI de rendre ces services.

1.4. Services de la circulation aérienne

Le contrôle aérien est un ensemble de services rendus aux aéronefs afin d'aider à l'exécution sûre, rapide et efficace des vols. Les services rendus sont au nombre de trois, appelés "services de la navigation aérienne".

Les services de la circulation aérienne sont assurés au bénéfice des aéronefs compris dans la circulation aérienne générale CAG.

1.5. Détermination de la nécessité des services

Les facteurs prisent en compte pour déterminer les services de la CA à mettre en place sont :

- Type de trafic (*avions à moteurs, avions à réaction...*)
- Densité de circulation ;
- Conditions atmosphériques ;
- Conditions particulières (*vaste étendu d'eau, régions désertiques ...*).

1.6. Subdivision des services de la circulation aérienne

Il existe trois types de services de la CA: Le service du contrôle de la CA, le service d'information de vol, et le service d'alerte.

1.6.1. Service de contrôle

Le contrôle aérien est un ensemble de services rendus aux aéronefs afin d'aider à l'exécution sûre, rapide et efficace des vols. Les services rendus sont au nombre de trois :

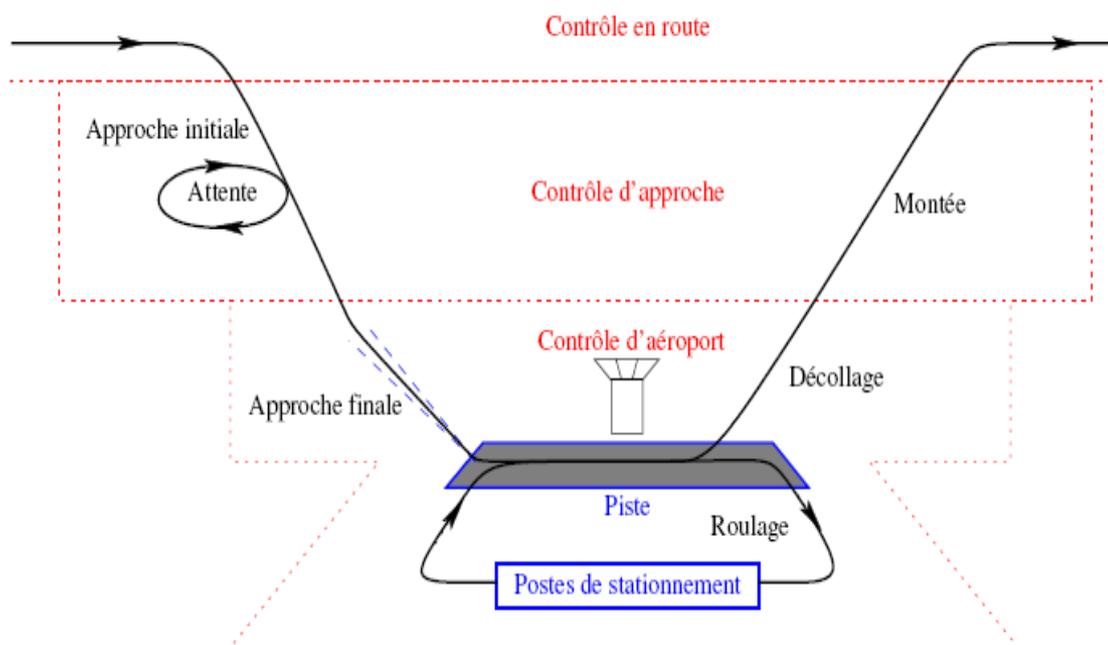


Figure I.1 : Contrôle du trafic

✓ Buts du service de contrôle

Le service du contrôle de la circulation aérienne est instauré et dans le but de :

- 1) **Abordage** : prévenir les abordages entre les aéronefs ;
- 2) **Collision** : prévenir les collisions, sur l'aire de manœuvre entre les aéronefs et les obstacles, fixes ou mobiles ;
- 3) **Régulation** : accélérer et ordonner la circulation aérienne ;

✓ Bénéficiaires du service de contrôle

- Tous les vols IFR en espace aérien contrôlé.
- Tous les vols VFR en espace aérien contrôlé de classe B, C et D.
- Tous les vols VFR spéciaux.
- L'ensemble de la circulation d'aérodrome des aérodromes contrôlés.

✓ *Moyens du service de contrôle*

Pour assurer le service du contrôle de la circulation aérienne, un contrôleur aérien dispose de deux moyens principaux :

- l'information de trafic :

L'information de trafic est une information précise sur la position d'un autre aéronef pouvant se rapprocher dangereusement. Le pilote peut ne pas voir qu'un avion se rapproche, l'information de trafic l'aide d'éviter l'aéronef conflictuel.

- l'espacement :

L'espacement consiste à ménager entre deux aéronefs une distance minimale, garantissant la sécurité de ces deux avions.

Le moyen utilisé pour prévenir les abordages dépend du régime de vol et de la classe de l'espace considéré

✓ *Organismes assurant les services du contrôle de la circulation aérienne*

Pour assurer les services du contrôle de la CA, un organisme (tour de contrôle, centre en route et centre d'approche) est mis en place. Suivant la phase du vol il en existe trois types:

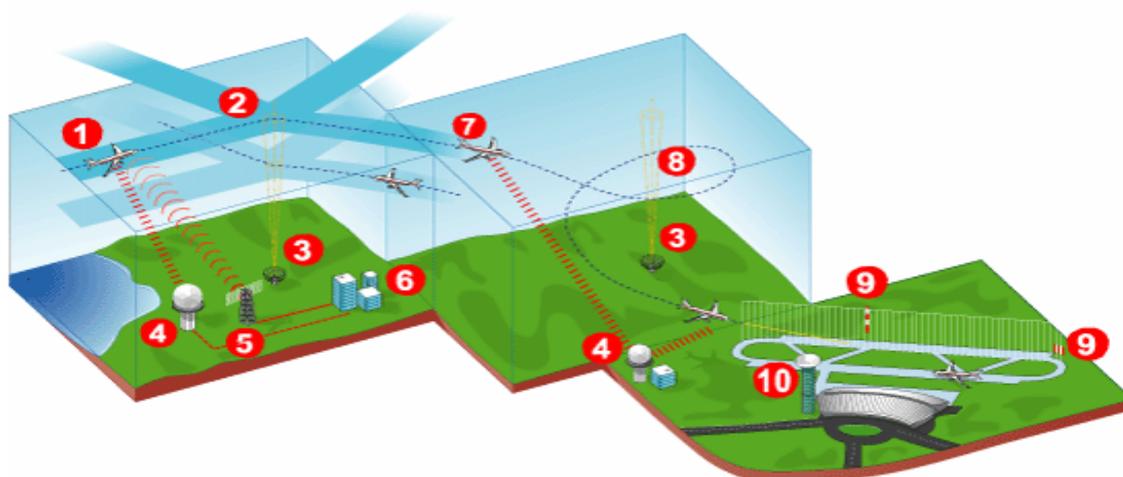
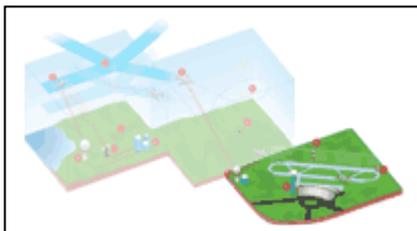
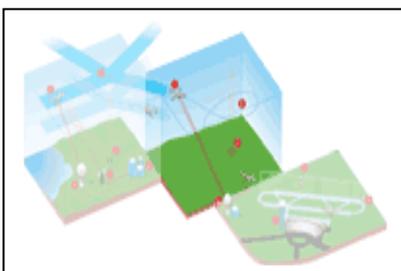


Figure I.2 : Organismes assurant les services du contrôle de la CA

- | | |
|--|--|
| 1. Avion entrant dans un secteur de contrôle | 6. Centre en route de la navigation aérienne, |
| 2. Couloir aérien, | 7. Avion entrant dans un secteur d'approche, |
| 3. Balise radio, | 8. Circuit d'attente, |
| 4. Radar, | 9. Balise pour l'atterrissage aux instruments (ILS), |
| 5. Émetteur/récepteur radio | 10. Tour de contrôle et radar de contrôle au sol. |

a. Les centres de contrôle d'AD ou tour de contrôle TWR

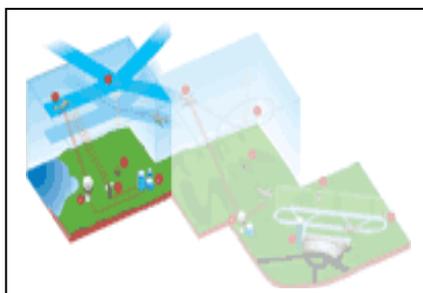
Sont chargés d'assurer les services de la circulation aérienne dans une zone restreinte (De l'ordre d'une dizaine de kilomètres) autour d'un aérodrome. Leur principale attribution est la gestion de la piste d'atterrissage. Le service est rendu depuis la vigie d'une tour de contrôle.

b. Les centres de Contrôle d'approche APP

Sont chargés d'assurer les services de la circulation aérienne aux abords d'un aérodrome, dans une zone de contrôle dont la taille est variable. Les contrôleurs sont généralement situés dans la vigie d'une tour de contrôle, ou dans une salle radar spécialement aménagée.

Il s'agit pour le contrôleur d'approche de guider les aéronefs depuis la croisière vers l'axe de la piste où ils seront pris en charge par la Tour.

En cas de surcharge, le contrôleur peut ouvrir des circuits d'attente où les aéronefs vont attendre en faisant des hippodromes (appelés *stacks*) au-dessus d'une balise.

c. Les centres de Contrôle régional ou en route CCR

Sont chargés d'assurer les services de la CA au bénéfice des aéronefs en croisière (hors proximité d'aérodrome).

1.6.2. Service d'information de vol

✓ Buts du service d'information de vol

Le but du service d'information de vol est de fournir aux aéronefs tous les avis et renseignements utiles à l'exécution sûre et efficace des vols.

✓ Bénéficiaires du service d'information de vol

Le service d'information de vol doit être assuré au bénéfice de tous les aéronefs auxquels les renseignements correspondants pourraient être utiles et :

- auxquels est assuré le service du contrôle de la circulation aérienne ; ou
- dont la présence est connue par ailleurs.

✓ Organismes assurant le service d'information de vol

Le service d'information de vol est rendu par un centre d'information de vol CIV.

1.6.3. Service d'alerte

✓ But du service d'alerte

Le but du service d'alerte est d'alerter les organismes appropriés lorsque des aéronefs ont besoin de l'aide des organismes de recherche et de sauvetage, et de prêter à ces organismes le concours nécessaire.

✓ Bénéficiaires du service d'alerte

Le service d'alerte est assuré :

- a) à tout aéronef en vol contrôlé ;
- b) à tout autre aéronef ayant communiqué un plan de vol ;
- c) à tout aéronef n'ayant pas communiqué de plan de vol, lorsqu'un organisme de la circulation aérienne estime qu'il possède suffisamment d'éléments lui permettant de douter de la sécurité de l'aéronef ou de ses occupants ;
- d) à tout aéronef que l'on sait ou croit être l'objet d'une intervention illicite.

✓ Organismes chargés d'assurer le service d'alerte

Les centres de contrôle régional ou les centres d'information de vol servent de centres de rassemblement de tous les renseignements relatifs à un aéronef en difficulté se trouvant dans la région d'information de vol ou dans la région de contrôle intéressée et transmettent ces renseignements au centre de coordination de sauvetage intéressé.

1.7. Organisation de l'espace aérien

Pour organiser les différents types de trafic (aviation légère, avions de ligne, ...), l'espace aérien est divisé en plusieurs parties, chacune étant adaptée à la densité et au type de trafic auxquels elle est soumise.

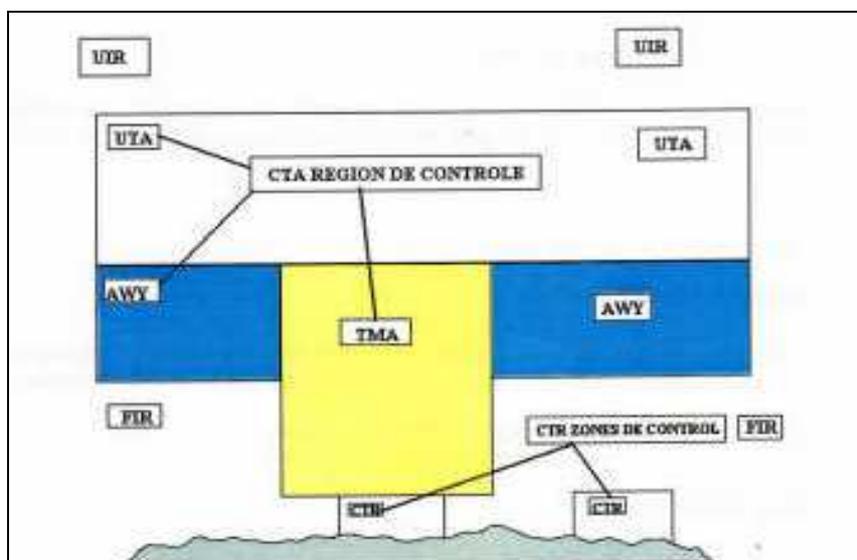


Figure I .3 : Organisation de l'espace aérien

1.7.1. Espace aérien contrôlé

Espace aérien où le service du contrôle de la circulation aérienne est assuré. Il comprend.

a) La région de contrôle CTA

C'est la portion de l'espace aérien située au-dessus d'une limite déterminée par rapport à la surface. Sont déterminées de manière à englober un espace aérien suffisant pour contenir les trajectoires des aéronefs en régime de vol IFR et au profil desquelles on juge nécessaire d'exercer la fonction contrôle .

Les régions de contrôle sont associées aux aéroports d'Alger, Annaba, Constantine, Hassi Messaoud et Oran

Dans la CTA on distingue :

✓ La région de contrôle terminal TMA

Situées au carrefour des voies aériennes et au-dessus d'un ou plusieurs aéroports importants. Permet de protéger les trajectoires de départ et d'arrivée d'un aéroport, ou de plusieurs aéroports.

On distingue trois TMA en espace aérien algérien :

- TMA **Alger.**
- TMA **Oran.**
- TMA **Nord Est.**

✓ Les voies aériennes AWY

Elles se présentent sous la forme de routes qui relient les TMA entre-elles, équipées d'aide à la navigation, la largeur des voies aériennes est fixée à 10NM (5 NM de part et d'autre de l'axe qui les orientent), la limite supérieure des AWY est fixée au FL245 et leurs plancher est variable en fonction des reliefs.

b) Les zones de contrôle (CTR : ConTRol zone)

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

Les limites latérales d'une zone de contrôle sont d'au moins 9,3 km (5 MN) à partir du centre de l'aérodrome ou des aérodromes concernés, dans les directions à partir desquelles l'approche peut être effectuée.

NB : Une zone de contrôle peut englober plusieurs aérodromes proches.

c) Région supérieur de contrôle (UTA)

Une région de contrôle supérieur englobant tout l'espace aérien supérieur, ayant pour base le niveau FL245, et pour sommet le FL 460.

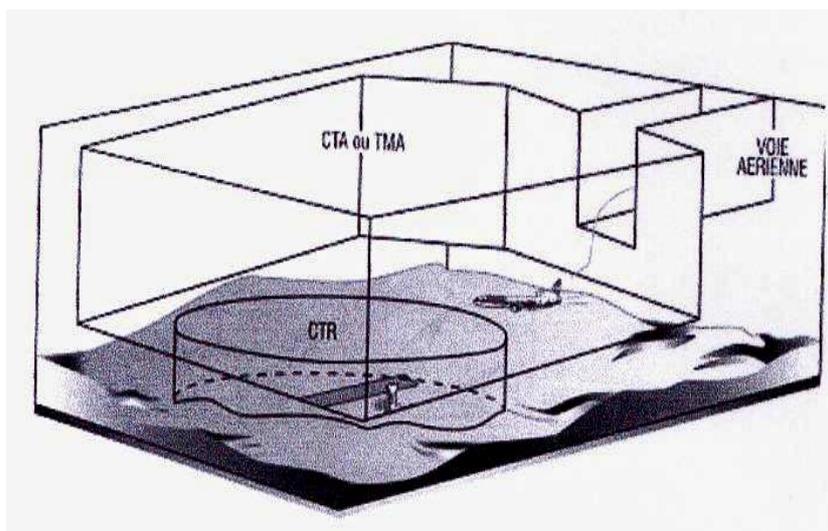


Figure I.4 : Espace aérien contrôlé

1.7.2. Espace Aérien Non Contrôlé

L'espace aérien non contrôlé est un espace de trafic moindre où l'intervention des services de la circulation aérienne est limitée à l'Information et l'Alerte, il se divise en :

a) Régions d'information de vol (F.I.R : Flight Information Region)

Régions dans lesquelles le service d'Information de vol est assuré, leurs limites géographiques sont déterminées en fonction des caractéristiques de portée du moyen de liaison au sol.

b) Régions Supérieure d'information de vol (U.I.R : Upper Flight Region)

Une région supérieure d'information de vol (UIR) englobe l'espace aérien situé à l'intérieure des limites latérales d'un certain nombre de FIR.

c) Routes Aériens à Service consultatif ADR

Une route dans laquelle la densité du trafic aérien est suffisante pour justifiée une fonction d'Information de vol approfondie, cette fonction particulière d'Information de vol est rendue par un service Consultatif de la circulation aérienne

d) Route supérieure à service Consultatif ADRS

Ce sont des routes situées en espace aérien supérieur (des voies aériennes à l'intérieur des UIR).

Note : En Algérie, non créés l'ADR et l'ADRS.

1.7.3. Zones à Statut Particuliers

a. Zone Interdite (P : Prohibited Area)

Il s'agit d'un espace aérien de dimensions définies, au dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un état dans les limites duquel le vol des aéronefs est interdit. Ce type de zones est établi pour protéger les installations importantes d'un état, les complexes industriels critiques (centrale nucléaire) ou installations particulières sensibles qui sont indispensables pour garantir la sécurité du pays

b. Zone Réglementée (R : Restricted Area)

Il s'agit d'un espace aérien de dimensions définies, au dessus du territoire ou des eaux territoriales dans les limites duquel le vol des aéronefs est soumis à certaines conditions spécifiques.

c. Zone Dangereuse (D : Dangerous Area)

Il s'agit d'un espace aérien de dimensions définies, à l'intérieur duquel des activités dangereuses pour le vol des aéronefs peuvent se dérouler pendant des périodes spécifiques.

1.8. Classification des espaces aériens

Classe A :

- Seuls les vols IFR sont admis.
- Est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne à tous les vols .
- La séparation est assurée entre tous.

Classe B :

- Les vols IFR et VFR sont admis
- Est fourni un service de contrôle de la circulation aérienne à tous les vols
- La séparation est assurée entre tous.

Classe C :

- les vols IFR et VFR sont admis
- Tous les vols bénéficient du service de contrôle de la circulation
- La séparation est assurée entre vols IFR et entre vols IFR et vols VFR

Classe D :

- les vols IFR et VFR sont admis,
- Tous les vols bénéficient du service de contrôle de la circulation
- La séparation est assurée entre vols IFR
- Les vols IFR reçoivent des informations de circulation relatives aux vols VFR ;
- Les vols VFR reçoivent des informations de circulation relatives à tous les autres vols.

Classe E :

- les vols IFR et VFR sont admis,
- tous les vols IFR bénéficient du service de contrôle de la circulation;
- La séparation est assurée entre vols IFR
- Tous les vols reçoivent dans la mesure du possible des informations de circulation.

Classe F :

- les vols IFR et VFR sont admis ;
- tous les vols IFR bénéficient du service consultatif de la circulation aérienne,
- et tous les vols bénéficient du service d'information de vol s'ils le demandent.

Classe G :

- les vols IFR et VFR sont admis
- Ils bénéficient du service d'information de vol s'ils le demandent.

1.9. Les types de circulation aérienne

Circulation Aérienne Générale : CAG

- Ensemble des mouvements aériens des A/C *civils* auxquels s'ajoutent les A/C *d'état* lorsque ceux-ci effectuent des vols assimilables au précédents du fait de leur nature, c-a-d les règles concernant la GAG peuvent leur être appliquées et qu'ils peuvent s'y soumettre sans restrictions.
- Relève du ministère des transports.
- Les organismes de la CAG *rendent* les services de la Circulation Aérienne aux A/C en CAG (parfois également aux A/C en CAM).

Circulation Aérienne Militaire : CAM

Comporte deux types de circulation

- Circulation Opérationnelle Militaire COM :

Ensemble des mouvements *d'A/C (d'état)* qui pour des raisons d'ordre *techniques* ou *militaires* relève d'une *réglementation propre* à la COM.

- Circulation d'Essai et de Réception CER :

Ensembles des A/C *en essai* ou *en réception* qui pour des raisons *techniques* relève d'une réglementation particulière.

- La CAM relève du ministère d'Armées.

Seule la CAG nous concernera directement puisque étant sous contrôle civil dont l'organisation dépend de l'autorité de la DACM (Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie).

1.10. Les Outils Utilisés Par Les Contrôleurs

On retrouve certains éléments dans tous les centres de contrôle, quel que soit le type de service rendu.

a. La Radiotéléphonie

C'est le moyen utilisé par les contrôleurs aériens pour communiquer aux pilotes à bord des aéronefs sous leur responsabilité.

Pour la plupart des communications, ce sont les ondes radio **VHF** qui sont utilisées, dans la plage 108-137 MHz, en modulation d'amplitude.

Cependant les ondes **HF** sont également utilisées, notamment au-dessus des océans, lorsque les aéronefs sont hors de portée de tout émetteur **VHF**. Certains vols militaires utilisent également des fréquences **UHF**.

De plus, les communications sont codifiées : l'emploi d'une phraséologie permet de minimiser les risques de mauvaise compréhension.

b. Les STRIPS

Les STRIPS sont de petites « bandes de progression » (*STRIP* en anglais) en papier sur lesquelles sont inscrites les informations relatives aux vols pris en charge par le contrôle aérien.

A chaque vol correspond donc des STRIPS, sur lesquels sont imprimés les détails connus du vol tels que son indicatif d'appel en radio téléphonie, sa route, sa provenance, sa destination, le type d'aéronef son niveau de vol ou altitude

Le contrôleur utilise ensuite ce STRIP pour y inscrire les instructions qu'il donne à l'aéronef : changements de cap, d'altitude ou encore de vitesse.

The image shows two examples of STRIP strips. Each strip is a grid with columns for various flight parameters and a date/time column on the right.

Call Sign	Type	Altitude	Origin	Destination	Other	Date/Time
ZSOYJ	M	210	MNA	HRM	DAFH	08:38
2664	B190		0835	0911	0912	17/05
ZZZZ	DAFH					2009
	N0250					ENR08

Call Sign	Type	Altitude	Origin	Destination	Other	Date/Time
GEC8265	H	310	CHE	ALB	ZEM	08:39
4217	MD11		0845	0852	0854	17/05
GDDY	EDDF					2009
DALCR	N0489					ENR12

Handwritten notes on the second strip include '310' next to CHE, '330' next to ALB, and checkmarks next to 0845 and 0852.

Figure I. 5: Exemple des STRIPS

d. LE RADAR

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, le radar n'existe pas forcément dans tous les centres de contrôle. La plupart des petits aérodromes sont dépourvus d'écrans de visualisation radar. Deux types de radar sont utilisés dans l'aviation civile :

- ✓ Le radar primaire, qui utilise simplement la réflexion des ondes radar sur un obstacle, permet d'obtenir une simple information de position (en fait de direction ou azimut, et de distance)
- ✓ Le radar secondaire, qui interroge un dispositif à bord de l'aéronef (le **transpondeur**, ou IFF pour (Identification Friend or Foe) afin d'obtenir, en plus de la position, l'altitude de l'aéronef, ainsi qu'un code permettant de l'identifier. L'identification peut être appelée **A** ou **C** en fonction de l'usage (par exemple, **A** pour le code, **C** pour l'altitude)

e. Le plan de vol

Un plan de vol est l'ensemble de renseignements concernant un vol ou une partie de vol, et permettant à un A/C de décrire précisément sa trajectoire et les règles qui lui seront appliquées à ce vol.

Ce plan de vol se présente sous forme d'un imprimé OACI contenant un certain nombre de cases destinées à être remplies par les éléments du vol correspondant à chaque rubrique.

✈ **Teneur d'un plan de vol**

Un plan de convention vol devra comprendre les renseignements suivants :

- Identification de l'aéronef,
- règles et type de vol,
- nombre et type d'aéronef, catégorie de turbulence de sillage,
- équipement,
- aérodrome et heure de départ,
- vitesse et niveau de croisière,
- route,
- aérodrome d'arrivée et durée totale estimée,
- 1er et 2ème aérodromes de décollage,
- autonomie,
- nombre de personnes à bord,
- moyens de secours, couleurs et marques de l'aéronef,
- remarques,
- nom du commandant de bord.

✈ **Retard au départ**

S'il se produit un retard de trente (**30**) **min** ou plus par rapport à l'heure estimée de départ (ETD) pour les vols contrôlés ou **1heure** pour les vols non contrôlés, le plan de vol doit être annulé ou avant l'expiration de ces délais le plan de vol doit être amendé par un message de délai DLA.

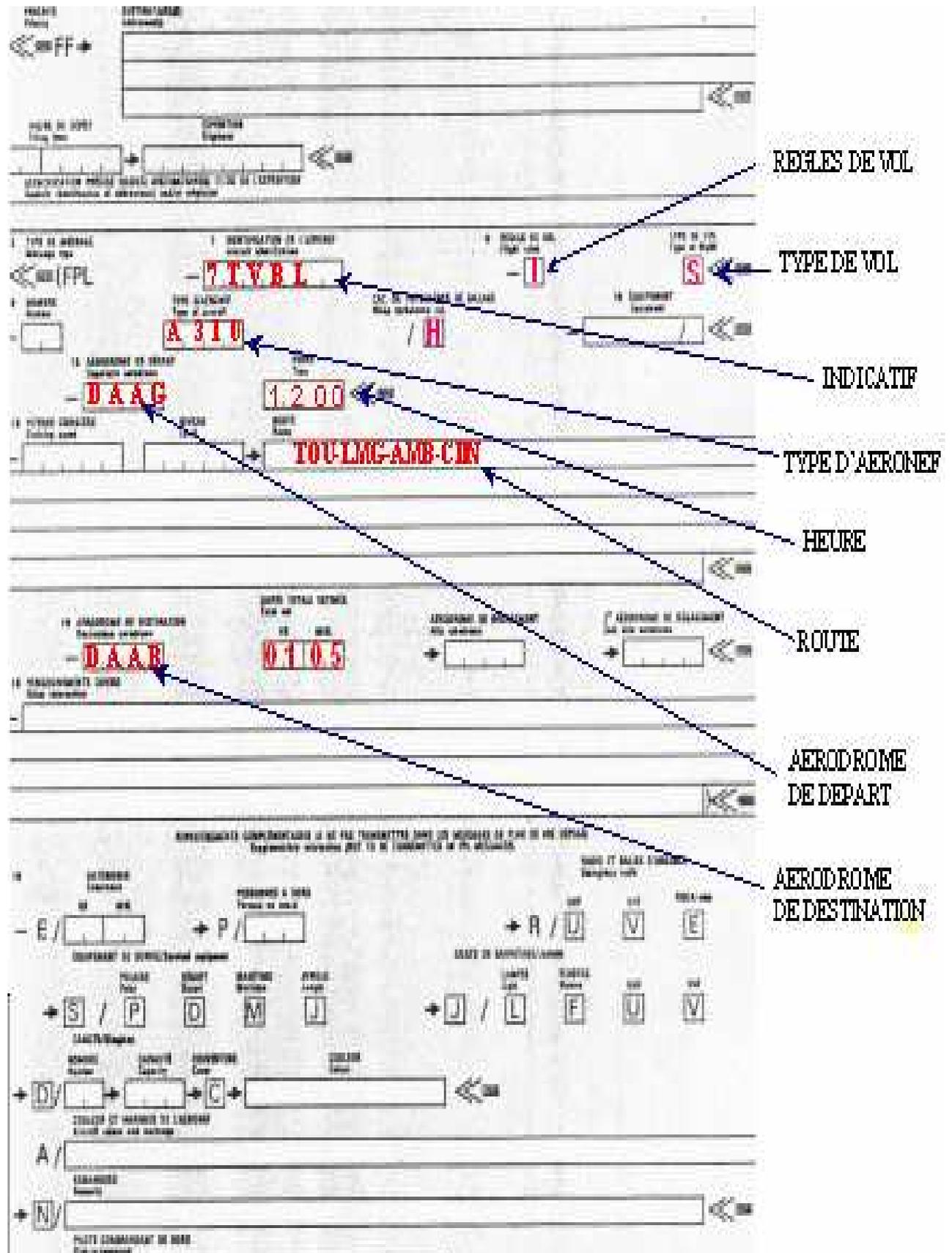


Figure I.6 : Plan de vol

II.1 Introduction aux systèmes CNS/ATM

Constatant la croissance régulière de l'aviation civile avant 1983, informé des prévisions de croissance du trafic et conscient de ce que de nouvelles technologies apparaissaient à l'horizon, le conseil de l'OACI se pencha à cette époque sur les besoins futurs de la communauté de l'aviation civile. Sa réflexion l'amena à conclure qu'il fallait engager une analyse et une réévaluation approfondies des méthodes et des techniques qui avaient servi l'aviation civile internationale pendant des années.

Voyant que les systèmes et les procédures employés par l'aviation civile avaient atteint leurs limites, le conseil prit une importante décision à un moment clé, celle de créer le comité spécial des futurs systèmes de navigation aérienne (FANS).

Le comité FANS fut chargé d'étudier, de reconnaître et d'évaluer de nouvelles techniques, dont l'utilisation des satellites, et de faire des recommandations en vue de développer la navigation aérienne à l'intention de l'aviation civile pour une période de l'ordre de 25 ans.

Le comité FANS constata qu'il serait nécessaire de mettre au point des systèmes nouveaux pour s'affranchir des limites des systèmes classiques et pour permettre de développer à l'échelle mondiale. Les futurs systèmes devaient pouvoir évoluer, de façon à répondre davantage aux besoins des usagers, dont la santé économique allait être directement liée à l'efficacité des systèmes.

Le comité FANS conclut que la technologie reposant sur les satellites offrait une solution viable pour remédier aux carences des systèmes classiques à base de stations sol et pour répondre aux futurs besoins de la communauté de l'aviation civile internationale.

II.2 Définition du Concept CNS/ATM

Systèmes de communication, de navigation et de surveillance faisant appel aux technologies numériques et aux systèmes satellitaires ainsi qu'à divers niveau d'automatisation est appliquées aux besoins d'un dispositif de gestion du trafic aérien mondiale homogène, voir Figure (II.1).

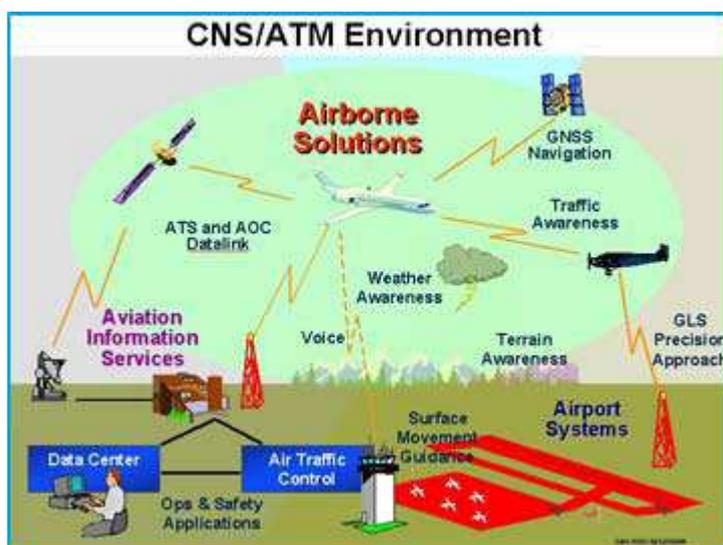


Figure II.1 : Représentation des différentes utilisations du concept CNS/ATM.

Le concept CNS/ATM met sur pied un réseau de service de navigation aérienne homogène et coordonné à l'échelle de la planète qui permettra d'absorber la croissance mondiale du trafic aérien, tout en :

- Rehaussant le niveau de sécurité actuels ;
- Rehaussant le niveau de régularité actuelle
- Améliorant l'efficacité globale des opérations dans l'espace aérien et aux aéroports, de façon à accroître la capacité ;
- Augmentent les possibilités pour les usages de suivre les horaires et les profils de vol qu'ils préfèrent.
- Réduisant au minimum les différences d'équipements de bord nécessaires entre les régions

- ✓ Les trois principaux éléments des systèmes CNS/ATM sont :

II.2.1. Communication

L'élément communications des systèmes CNS/ATM permet l'échange de données et de messages aéronautiques entre les usagers et/ou les systèmes automatisés aéronautiques. Les systèmes de communication servent aussi à appuyer certaines fonctions de navigation et de surveillance.

Les améliorations en matière de communication vocales et de communication de données, en particulier la capacité de transmettre efficacement de grandes quantités de données avec une grande vitesse et d'intégrité, jouent un rôle important dans le cadre des projets liés à la navigation, à la surveillance et à l'ATM. Par exemple :

- ✓ Le transfert de données à grande vitesse et à intégrité élevée entre d'une part les stations de référence et principales et d'autre part l'avionique de bord est une exigence sous-jacente appuyant les demandes en déplacement de données en vue de répondre aux besoins en matière d'intégrité du WAAS.
- ✓ Les communications contrôleur-pilote par liaison de données CPDLC Permettant d'assurer la transmission d'autorisation et de messages entre éléments air-sol ; air-air et sol-sol (autorisation pré -départ) sont en hausse.

Il y a essentiellement deux catégories de communications aéronautiques :

Les communications liées à la sécurité, qui exigent une haute intégrité et une réponse rapide.

- ✚ Communications des services de la circulation aérienne ATSC entre organes ATS ou entre un organe ATS et un aéronef dans le cadre du contrôle de la circulation aérienne ATC, l'information de vol, alertes, etc.....
- ✚ Communications du contrôle d'exploitation aéronautique AOC des exploitants d'aéronefs, qui concernent la sécurité, la régularité et l'efficacité des vols.

Les communications sans rapport avec la sécurité :

- ✚ Communications administratives aéronautiques AAC de membres du personnel ou d'organismes de l'aviation, qui portent sur des questions d'ordre administratif ou privé.
- ✚ Communications aéronautiques des passagers APC.

En général, les systèmes de communications CNS/ATM peuvent prendre en charge les deux catégories décrites ci-dessus. Cependant, les communications intéressant la sécurité auront toujours priorité sur celle de l'autre catégorie.

✓ **Communications vocales**

Les communications vocales demeurent le moyen utilisé pour échanger l'information urgente.

L'utilisation de la radio air-sol est en hausse constante, ce qui restreint la disponibilité de la bande passante VHF.

Pour répondre aux besoins d'un plus grand nombre d'utilisateurs, l'espacement des canaux a été ramené de 100kHz à 50kHz ; puis à 25kHz. En Amérique du nord, il n'est pas encore nécessaire d'adopter l'espacement des canaux de 8,33kHz qui est déjà en vigueur en Europe.

Le prochain progrès technologique en ce sens est l'avènement des radios numériques permettant de mener jusqu'à quatre (04) conversations indépendantes (quatre exploitants distincts s'adressent à autant d'aéronefs) sur la même fréquence de canal, au moyen seulement d'un canal de 25kHz de largeur.

Cette fonction, similaire à la modulation du téléphone cellulaire, s'appelle technologie VDL mode 3(VDL3).

✓ **Communication de données**

Bon nombre des changements que l'on prévoit dans le cadre de l'ATM reposeront sur des systèmes de communications qui permettront d'accéder en temps réel à l'information numérique pour les systèmes d'automatisation.

De plus, les exigences relatives à l'infrastructure des communications sont liées à l'atteinte d'objectifs de performance en matière de surveillance, tant sur le plan de la réception et de la redistribution des données radar qu'en regard des données de surveillance dépendante automatique.

L'un des problèmes les plus importants sera de pouvoir rendre de grandes quantités de données numériques accessibles simultanément à des points multiples et cela conformément à des niveaux élevés d'intégrité.

Les nouvelles exigences en données numériques découlent de l'accentuation des besoins de nos systèmes internes relativement aux affichages de l'espacement de la circulation, aux avertissements automatisés et à la prédiction des conflits.

En outre, les systèmes experts des utilisateurs externes ont besoin de certaines de ces mêmes données pour la prise de décisions stratégiques et tactiques.

Les systèmes de planification stratégique à plus long terme peuvent compter sur des réseaux du service fixe des télécommunications publiques ou privés selon les exigences relatives à la sécurité, à l'intégrité et à l'accessibilité des données.

Les exigences à court terme relatives aux données tactiques et stratégiques créent des demandes pour des systèmes de télécommunications mobiles.

Des évaluations techniques des technologies disponibles en matière de liaison de données sont toujours en cours.

Au moins neuf options différentes répondent à divers objectifs de performance. Même si une certaine uniformisation sera nécessaire dans une grande partie du trafic mixte pour que le fournisseur de service de navigation aérienne puisse en tirer avantages, la technologie que les exploitants d'aéronefs retiendront dépendra de la faisabilité économique.

✓ *Communication AIR-SOL*

La plupart des communications air-sol régulières de la phase en route du vol se font par échange de données, le plus souvent comme suit :

A l'aide d'un menu affiché sur un écran, l'utilisateur choisit le message approprié parmi un ensemble préétabli, ajoute les éléments nécessaires, puis le transmet. Certains transferts de données s'effectuent entre les systèmes automatiques embarqués et au sol sans nécessiter d'intervention manuelle, ce qui réduit considérablement le volume des communications vocales, et par conséquent la charge de travail des pilotes et des contrôleurs.

En revanche, dans les régions terminales encombrées, les communications vocales resteront probablement le moyen d'échange de prédilection. Dans les situations d'urgence et les situations autres que de routine, elles restent le principal moyen de communication air-sol utilisé.

Les messages air-sol empruntent une des liaisons radio suivantes :

SMAS :

Satellites de communication géostationnaire conçus expressément pour les communications mobiles, qui offrent une couverture étendue/quasi mondiale ainsi que des canaux voix et données de grande qualité.

Le SMAS convient particulièrement aux aéronefs qui volent dans les espaces aériens océaniques et les espaces aériens continentaux éloignés.

VHF:

les radios VHF (Very High Frequency) analogiques existantes offrent une excellente fiabilité opérationnelle, elles continueront d'être utilisées pour les communications vocales dans les régions terminales encombrées ainsi que pour les communications générales autres que de routine dans les zones de couverture correspondantes.

Mais à court ou à moyen terme, il pourrait y avoir saturation de la bande VHF attribuée aux communications aéronautiques dans certaines parties du monde. Pour faire face, des mesures ont été prises afin de réduire de 25Khz à 8.33Khz

l'espacement entre les canaux, là où cela est nécessaire et d'augmenter ainsi le nombre de canaux disponibles.

De plus, on travaille actuellement à l'élaboration de normes relatives à une radio numérique à accès multiple par répartition dans le temps qui devrait permettre de résoudre à moyen terme (après 2002) le problème de l'encombrement de spectre des fréquences et d'améliorer les services air-sol.

HF:

les radios communications par la bande HF (Hight Frequency) permettent les échanges par-delà l'horizon, mais leur fiabilité est limitée en raison principalement de la nature variable des caractéristiques de propagation des ondes.

On prévoit que l'emploi accru du SMAS dans les régions océaniques ou éloignées entraînera une atténuation de l'encombrement de canaux HF et éventuellement, une diminution de l'emploi de la bande HF pour les communications de routine.

Mais tant qu'une nouvelle constellation de satellite utilisable en aviation et couvrant la totalité du globe n'aura pas été mise en place, la HF demeurera le seul moyen de communication disponible pour les vols dans les régions polaires.

Liaison numérique VHF -VDL mode I :

c'est vers la fin des années 1970 que les exploitants d'aéronefs ont commencé à utiliser la radio VHF analogique pour échanger des données. Les radios VHF de bord existantes ont servi au transfert de données AOC et AAC entre les aéronefs et leurs exploitants au moyen de stations sol et de réseaux d'interconnexion spéciaux. Le système connu sous le nom d'ACARS (système embarqué de communication d'adresse et de compte rendu) a considérablement évolué et pris de l'ampleur. Aujourd'hui, plusieurs grands transporteurs aériens l'utilisent pour leurs communications AOC et AAC ainsi que dans une mesure limitée, pour les communications ATSC non sensibles au facteur temps. L'ACARS n'a été soumis à aucun processus de normalisation OACI, mais la VDL mode 1 est de modulation ACARS. Le débit de données de la VDL mode I est de 2 400 bit par seconde. Le mode I peut être considéré comme une étape vers le mode 2.

VDL mode 2 :

Ce mode, qui a été normalisé par l'OACI, exploite des techniques radios numériques. Le débit de données nominal de 31.5 Kbit/s est compatible avec l'espacement de 25 kHz des canaux et la VDL mode 3 (voix et données intégrées).

Le plan de modulation de la VDL mode 2 est capable de prendre en charge les suites de protocoles de différentes applications opérationnelles, ce qui permet une utilisation beaucoup plus efficace du canal VHF.

VDL mode 4 :

Ce mode est fondé sur la technique dite de l'accès multiple par répartition dans le temps autogéré STDMA, qui devrait autoriser des capacités de liaison de données en navigation et en surveillance en plus de fonctions de communication de données.

✓ *Communication SOL-SOL*

On prévoit que la plupart des communications de routine entre les usagers et les systèmes aéronautiques au sol se feront par échange de données.

Les échanges entre des entités telles que les centres météorologiques, les bureaux NOTAM (Note To Air Men), les banques de données aéronautiques, les organes ATS, etc.....

Une variété de réseaux au sol mis en oeuvre par des états, par des groupes d'états ou par des fournisseurs commerciaux continuera d'offrir des services de communication de données aux usagers aéronautiques.

Avec la mise en oeuvre progressive de l'ATN, l'emploi du réseau du service fixe des télécommunications aéronautiques RSFTA diminuera.

Pendant la période de transition, il sera cependant possible de relier des terminaux du RSFTA à l'ATN grâce à des passerelles spéciales.

Avoir le choix entre plusieurs types de systèmes de communications offre des avantages sur le plans de la mise en oeuvre mais complique la planification régionale de système de navigation aérienne, surtout lorsqu'il s'agit d'harmoniser et de synchroniser des FIR voisines du point de vue des communications.

Une façon de régler ce problème consiste à abandonner la spécification de systèmes individuels et à traduire tous les besoins opérationnels pertinents propres à un espace aérien et à un scénario donnés en une série de paramètres de performance de communication.

Ainsi l'expression « performance de communication requises RCP » désigne un ensemble de critères de communication bien quantifiés à respecter (capacité, disponibilité, taux d'erreur, temps d'acheminement).

Une fois les RCP spécifiées pour un scénario opérationnel dans un espace aérien donnée, tout système de communication unique ou toute combinaison de système qui satisfait aux critères établis peut être considéré comme étant acceptable pour l'exploitation.

Donc il y a un certain nombre de différences fondamentales entre les systèmes de communication aéronautiques classiques et les nouveaux systèmes de communications CNS/ATM.

Voici quelques-unes des principales caractéristiques propres aux nouveaux systèmes :

- ✓ La plupart des communications de routine sont assurées par échange de données.
- ✓ Les communications vocales sont principalement utilisées dans les situations.
- ✓ Autres que de routine et dans les situations d'urgence
- ✓ L'accent est mis sur une connectivité et une exploitation mondiales.

II.2.2. Navigation

L'élément de navigation des systèmes CNS/ATM a pour objet d'assurer une capacité de détermination précise, fiable et fluide de la position des aéronefs, à l'échelle mondiale, grâce à l'introduction de la navigation aéronautique par satellite.

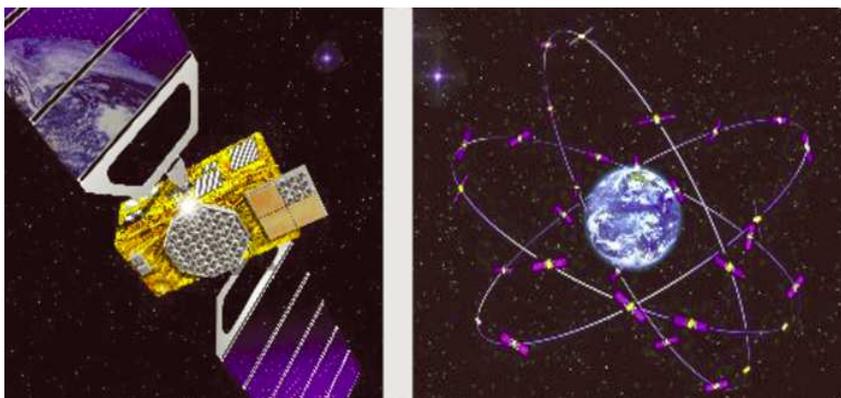


Figure II.2: Représentation de la navigation par satellite.

✓ Les systèmes de navigation par satellite (GNSS)

Le système de navigation par satellite actuellement en exploitation sont le GPS (système mondiale de localisation) des états unis et le GLONASS (Système mondial de satellites de navigation) de la Fédération de Russie.

Ces deux systèmes ont été présentés à l'OACI comme moyens pour appuyer le développement évolutif du GNSS. EN 1994, le conseil de l'OACI a accepté la proposition des Etats-Unis concernant le GPS et en 1996, il a accepté l'offre de la Fédération de Russie concernant le GLONASS.

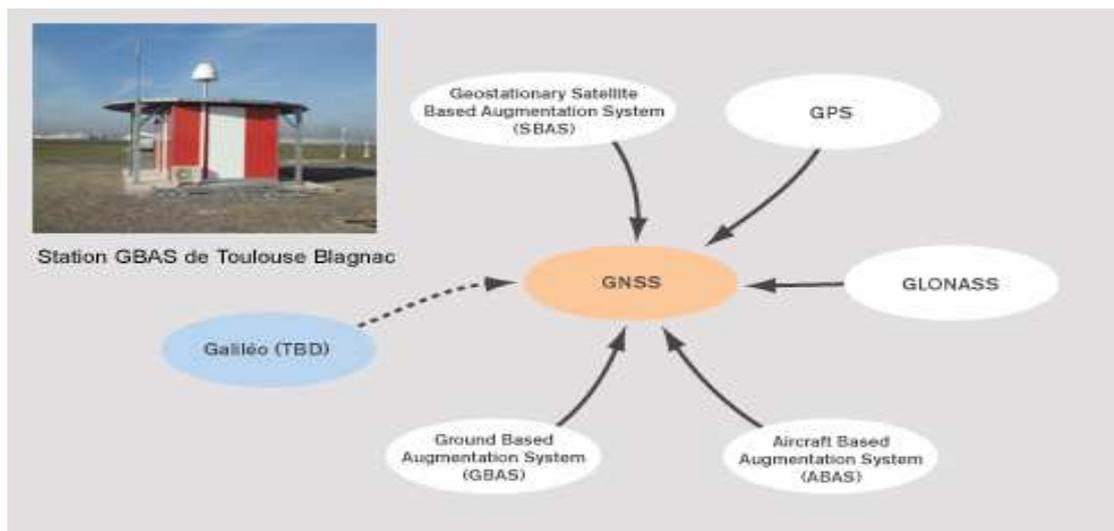


Figure II. 3: Représentation des systèmes de navigation par satellite (GNSS).

Le secteur spatial GPS est composé de 24 satellites sur six plans d'orbite. Les satellites évoluent sur des orbites quasi circulaires à 20 200Km (10 900 NM), indiquées à 55° par rapport à l'équateur et chaque satellite effectue une révolution en 12 heures approximativement.

Le secteur spatial GLONASS comporte 24 satellites opérationnels et plusieurs autres de rechange.

Les satellites GLONASS évoluent à une altitude de 19 100Km et ont une durée de révolution de 11heures 15mn.

Huit satellites sont placés à distance égale sur chacun des trois plans d'orbite ; l'inclinaison est de 64.8° et l'espacement de 120°.

Le GNSS est un système mondiale de détermination de la position et de l'heure, qui se compose d'une ou plusieurs constellations de satellites, de récepteurs embarqués et d'un contrôle de l'intégrité du système, renforcés selon les besoins afin d'appuyer la RNP pour la phase effective d'exploitation.

Pour surmonter les limites au système et répondre aux besoins en matière de performances (précision, intégrité, disponibilité et continuité de service) pour toutes les phases de vol, le GPS et le GLONASS ont besoin de divers degrés de renforcement.

Les renforcements sont classés en trois grandes catégories :

- 1) Renforcement sur aéronef.
- 2) renforcement au sol.

3) Renforcement sur satellites.

1. Renforcement sur aéronef

L'un des types de systèmes de renforcement embarqué ABAS est appelé contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur RMM et peut être utilisé s'il y a plus de quatre satellites en visibilité directe, disposés selon une géométrie adéquate.

Si l'on dispose de cinq satellites en visibilité, cinq positions indépendantes peuvent être calculées.

Si ces positions ne concordent pas, on peut en déduire qu'un ou plusieurs des satellites fournissent des renseignements inexacts.

Si l'on dispose de six satellites ou plus en visibilité, on peut calculer un plus grand nombre de positions indépendantes et un récepteur peut alors être en mesure d'identifier un satellite défaillant et l'exclure des calculs pour la détermination des positions.

D'autres renforcements sur aéronef peuvent aussi être mis en œuvre on parle habituellement de contrôle autonome de l'intégrité par l'aéronef AAIM. Par exemple, un système de navigation par inertie peut aider le GNSS durant de courtes périodes, lorsque les antennes de navigation par satellite sont masquées par l'aéronef à l'occasion de manœuvres, ou durant les périodes où le nombre de satellites en visibilité est insuffisant.

Les techniques de renforcement, particulièrement utile pour améliorer la disponibilité de la fonction navigation, comprennent aussi l'aide altimétrique, des sources d'indication de l'heure plus précises ou certaines combinaisons de données de capteur réunies à l'aide de techniques de filtrage.

2. Renforcement au sol

pour les systèmes de renforcement à base de stations sol (GBAS) (on parle aussi de renforcement à couverture locale), un moniteur est placé à l'aéroport ou l'on souhaite effectuer des opérations de précision, ou à proximité.

Les signaux sont envoyés directement aux aéronefs qui se trouvent à proximité (environ 37km, soit 20NM).ces signaux fournissent des rectifications pour augmenter la précision de la position localement, ainsi que des renseignements sur l'intégrité des satellites.

Cette capacité exige des liaisons de données entre surface et aéronefs.

3. Renforcement sur satellites

Il n'est pas possible en pratique d'assurer une couverture à l'aide des systèmes au sol pour toutes les phases de vol. L'une des manières d'assurer une couverture de renforcement sur de vastes régions consiste à utiliser des satellites pour transmettre des renseignements de renforcement. C'est ce que l'on appelle le système de renforcement satellitaire SBAS.

II.2. 3. Surveillance

Les systèmes de surveillance utilisés actuellement peuvent être divisés en deux types principaux :

Les systèmes de surveillance dépendante ou la position de l'aéronef est déterminée à bord puis transmise à l'ATC ; les comptes rendus de position vocaux actuels sont un système de surveillance dépendante dans lequel la position de l'aéronef est déterminée à partir de l'équipement de navigation de bord puis communiqué par le pilote à l'ATC sur une liaison radio téléphonique.

La surveillance indépendante est un système qui mesure la position de l'aéronef à partir du sol ; la surveillance actuelle est basée sur les comptes rendus de position vocaux ou sur le radar primaire PSR ou secondaire SSR ; qui mesure la distance et l'azimut de l'aéronef depuis la station au sol.

✓ Comptes rendus de position vocaux

La surveillance par compte rendus de position vocaux est principalement utilisée dans l'espace aérien océanique et pour le contrôle d'aérodrome et le contrôle régional à l'extérieur de la zone de couverture radar ; les pilotes rendent compte de leur position par radio VHF ou HF.

✓ Radar primaire de surveillance PSR

Le système PSR au sol donne des informations sur le relèvement et la distance de l'aéronef. Il ne requiert aucun emport d'équipement par l'aéronef et peut détecter presque n'importe quelle cible en mouvement. L'utilisation croissante de système de surveillance plus perfectionnés aura pour effet de réduire l'emploi du PSR dans la gestion du trafic aérien international, quoiqu'il continue à être utilisé dans les applications nationales.

Les radars primaires sont actuellement employés pour la détection des mouvements à la surface et des phénomènes météorologiques. Les radars d'approche de précision PAR sont des radars primaires utilisés pour les approches effectuées selon des procédures précises auxquelles sont assujettis le pilote et le contrôleur, l'emploi des PAR dans les applications civiles diminue toutefois rapidement.

✓ **Radar secondaire de surveillance SSR**

Le SSR interroge le transpondeur installé à bord de l'aéronef. En mode A le transpondeur fournit des informations d'identification ainsi que le relèvement et la distance de l'aéronef et en mode C il indique l'altitude pression.

Le SSR permet l'interrogation sélective des aéronefs équipés de transpondeurs mode S et élimine ainsi le chevauchement des aéronefs.

Il fournit également une liaison de données bidirectionnelle entre les stations mode S au sol et les transpondeurs mode S.

Le SSR mode S est l'outil de surveillance approprié dans les régions à forte densité de circulation. L'interconnexion des stations sol en groupes permet d'obtenir un système de surveillance et de communication plus performant.

✓ **Surveillance dépendante automatique ADS**

La mise en œuvre de liaisons de données air-sol et de systèmes de navigation embarqués précis et fiables offre la possibilité d'assurer des services de surveillance dans les régions qui en sont dépourvues dans l'infrastructure actuelle, en particulier dans les régions océaniques et dans d'autres régions où il est difficile, peu économique ou carrément impossible de mettre en œuvre les systèmes actuels.

L'ADS est une application destinée aux services ATS où les aéronefs transmettent automatiquement sur une liaison de données ; des données obtenues à l'aide des systèmes embarqués de navigation.

Ces données comprennent au minimum la position de l'aéronef en quatre dimensions, ainsi que des données complémentaires, le cas échéant.

Les systèmes ATC automatique utiliserait les données ADS pour l'information à l'écran du contrôleur. En plus de fournir des données de position dans les régions dépourvues de couverture radar, l'ADS sera utile dans d'autres régions, notamment les régions à forte densité de circulation, où elle peut compléter le radar secondaire de surveillance ou le remplacer en cas de panne et réduire de ce fait la nécessité du radar primaire.

De plus, dans certaines circonstances, elle peut même prendre la place du radar secondaire comme en ce qui concerne les systèmes de surveillance actuels, pour tirer pleinement partie de l'ADS, il faudra disposer de communications voix et données bidirectionnelles pilote-contrôleur (les communications vocales doivent être disponibles au moins pour les messages d'urgence et les communications extraordinaires).

✓ ADS en mode diffusion ADS-B

L'ADS-B est une extension de la technique ADS permettant de diffuser des données de position à plusieurs aéronefs ou organes ATM. Les aéronefs et les véhicules au sol munis de l'ADS-B diffusent périodiquement leur position et d'autres données pertinentes tirées de l'équipement de bord. Tout secteur usager, à bord ou au sol, situé dans la zone de couverture de l'émetteur peut traiter l'information.

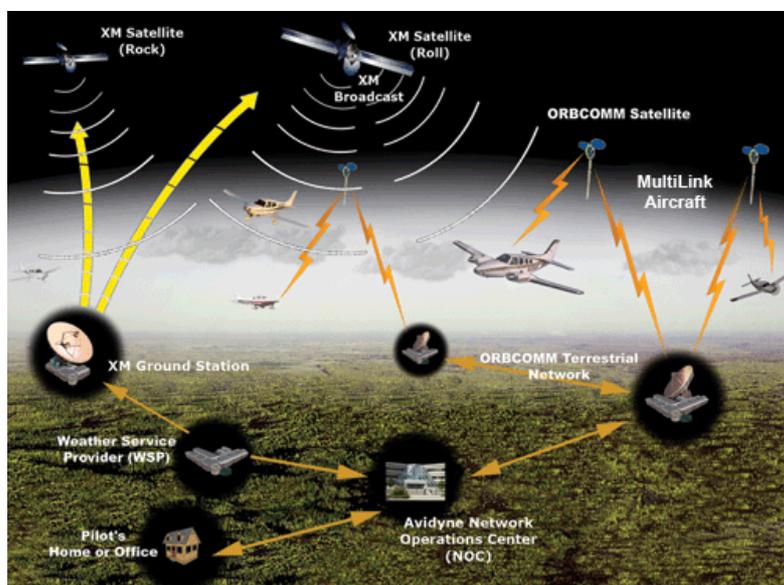


Figure II.4: Représentation du système ADS-B.

L'ADS-B n'est actuellement définie que pour les opérations en visibilité directe (diffusion sur les liaisons numériques VHF ou par squitter long SSR mode S). Il est également envisagé que l'ADS-B soit appliquée à la circulation à la surface, constituant ainsi une technique de remplacement pour les radars de surface comme les radars de surveillance des mouvements de surface ASDE.

La mise en œuvre de l'ADS exige :

- a) L'horodatage des messages exact à une seconde près par rapport au temps universel coordonné ATC.
- b) Une liaison de données air-sol.
- c) Une infrastructure au sol pour communiquer les informations à l'ATC.
- d) Des procédures appropriées des services de la circulation aérienne.

L'ADS exige une liaison de données air-sol bidirectionnelle tandis que l'ADS-B ne requiert que des liaisons unidirectionnelles puisque l'information est diffusée.

Il est en outre fortement recommandé que l'ADS et l'ADS-B soient synchronisées sur une heure déterminée, par exemple l'heure du GNSS.

✓ **Système Anticollision Embarqué (TCAS : Traffic Collision Avoidance System)**

L'ACAS est un système embarqué qui, au moyen des signaux du transpondeur SSR et indépendamment des systèmes sol, renseigne le pilote sur les aéronefs dotés d'un transpondeur SSR (mode C ou mode S ; l'ACAS ne peut pas détecter les transpondeurs mode A) qui risquent d'entrer en conflit avec son aéronef.

L'ACAS I émet des renseignements pour faciliter le déclenchement de mesures conformes au principe « voir et éviter », mais ne possède pas la capacité d'émettre des avis de résolution RA.

L'ACAS II transmet des avis de résolution RA dans le plan vertical au pilote. Lorsque les deux aéronefs qui se rencontrent sont équipés de l'ACAS, les manœuvres peuvent être coordonnées automatiquement (liaison inter - ACAS). L'ACAS II est actuellement mis en œuvre dans plusieurs états ou groupes d'états. La mise en œuvre de l'ACAS II doit être examinée parallèlement à l'emport des transpondeurs signalant l'altitude - pression. L'ACAS II, qui émettra des avis de résolution dans le plan horizontal et dans le plan vertical, est actuellement mis au point.

✓ **Performances de Surveillance Requises RSP**

L'émergence de plusieurs types de systèmes et de procédures de surveillance pour appuyer les fonctions ATM ; en plus des moyens de surveillance existant, faite craindre que le système de navigation aérienne actuel ne devienne trop complexe.

Il est vrai que l'idéal serait de n'avoir qu'un seul système capable de répondre à tous les besoins de surveillance pour toutes les phases de vol dans tous les types d'espace aérien.

Du point de vue coût-efficacité, cependant, il est nécessaire d'avoir des systèmes de surveillance de caractéristiques et de capacités différentes pour faire face à des

conditions de trafic qui varient considérablement d'une région à faible densité de circulation à une région terminale à forte densité de circulation. Jusqu'à ce qu'il y ait un système de surveillance capable de répondre à tout les besoins, la communauté aéronautique se doit d'examiner toutes les possibilités.

Même si la diversité des options de surveillance assouplit le processus de planification, elle complique l'harmonisation des fonctions de surveillance. une manière de faciliter la planification serait de traduire tous les besoins opérationnels pertinents en une série de paramètres de performance de surveillance.

L'expression « performances de surveillance requises RSP » désigne donc un ensemble de paramètres de performance de surveillance bien quantifiés comme la capacité, la disponibilité, la précision, la cadence d'actualisation, etc.....une fois les RSP définies pour un scénario opérationnel dans un espace aérien donné, tout système ou toute combinaison de système de surveillance qui satisfait aux paramètres fixés peut être jugé opérationnellement acceptable.

✓ Tendances futures

L'ADS-B pourrait être utilisée comme complément du SSR (couverture complémentaire) ou même le remplacer dans les régions à densité de circulation faible à moyenne. Si les aéronefs sont convenablement équipés, les données fournies par l'ADS-B peuvent également servir de base à l'affichage d'informations de trafic dans le poste de pilotage et il est prévu d'incorporer cette fonction à l'ACAS III.

L'ACAS assure la surveillance en vol et l'évitement des abordages. Les systèmes de surveillance en vol pourraient même offrir, en plus de l'évitement des abordages, des fonctionnalités comme la conscience de la situation et l'assurance de la séparation. On étudie actuellement les possibilités de la surveillance en vol tout en veillant à maintenir l'intégrité de la fonction d'évitement des abordages.

Au 31 Décembre 1996, quelque 20 000 aéronefs étaient équipés de transpondeurs mode S et 10 000 d'entré eux étaient aussi munis de l'ACAS. Le nombre d'aéronefs ainsi équipés devrait augmenter par suite de l'obligation mondiale d'emporter l'ACAS et les transpondeurs SSR signalant l'altitude – pression.

II.3. Avantages des nouveaux systèmes CNS/ATM

Les systèmes CNS/ATM améliorent le traitement et la transmission de l'information, étendent la surveillance grâce à l'ADS et accroîtront la précision de la navigation.

Cela se traduira notamment par des réductions de la séparation des aéronefs et en conséquence, par une augmentation de la capacité de l'espace aérien. L'arrivée de

système CNS/ATM avancés s'accompagnera de la mise en œuvre de système sol informatisés pour faire face à la croissance du trafic.

Ces systèmes sol échangeront les données directement avec les FMS au moyen de liaison de données. Le prestataire des services ATM et l'utilisateur de l'espace aérien en bénéficieront tous les deux puisque cela permettra d'améliorer la détection et la résolution des conflits grâce à un traitement intelligent, de produire et d'envoyer automatiquement des autorisations de vol exemples de conflit et de disposer du moyen de s'adapter rapidement à un changement des besoins.

Le dispositif ATM sera ainsi mieux en mesure de respecter les profils de vol privilégiés de l'utilisateur, ce qui contribuera à réduire les coûts des exploitants d'aéronefs ainsi que les retards.

a) Avantages pour les compagnies aériennes

Les avantages des systèmes CNS/ATM résulteront de la formation de rapports plus étroits, qui se traduiront par des communications rapides et fiables entre les éléments sol et les éléments embarqués.

Les systèmes de navigation plus précis et plus fiables permettront en outre aux aéronefs de naviguer dans tous les types d'espace aérien et de voler plus près les uns des autres.

b) Avantages pour les Etats qui fournissent l'infrastructure de navigation aérienne

Pour ce qui est des Etats qui fournissent et assurent le fonctionnement d'importantes infrastructures au sol, on escompte une réduction des frais de fonctionnement et d'entretien des installations, à mesure que les systèmes sol traditionnels deviendront dépassés et feront de plus en plus place à la technologie des satellites.

Ces Etats bénéficieront en outre de l'amélioration de la sécurité.

Le CNS/ATM fournit aux Etats en développement une occasion tout à fait opportune de renforcer leur infrastructure de façon à faire face au surcroît de trafic moyennant un investissement minimal. Nombre de ces Etats disposent d'un vaste espace aérien qui n'est pas utilisable, surtout à cause des dépenses que représentent l'achat, le fonctionnement et l'entretien des infrastructures au sol nécessaires.

Les systèmes CNS/ATM leur apporteront la possibilité de moderniser leurs infrastructures à moindres frais, y compris pour les approches classiques et pour les approches de précision.

II.4 Conclusion :

Compte tenu des documents présentés et des discussions subséquentes sur les coûts et les avantages des systèmes CNS/ATM, les participants de la conférence ont conclu que les systèmes CNS/ATM sont hautement rentables pour les utilisateurs, et par conséquent, même si souvent ils ne le sont pas pour les fournisseurs, ils sont rentables pour les fournisseurs et pour les utilisateurs considérés ensemble.

III. 1.Introduction

Dans ce chapitre nous allons traiter les statistiques et les prévisions du trafic géré par le CCR (Centre de Contrôle Régional) d'Alger, qui nous permettrons de ressortir les problèmes de la sectorisation actuelle, et cela pour une restructuration optimale de l'espace aérien qui nécessite le concept CNS/ATM.

III.2.Définitions

a. Aéroport international

Aéroport d'entrée et de sortie destiné au trafic aérien international ou s'accomplissent les formalités de douanes, de contrôle des personnes, de santé publique et de contrôle vétérinaire et sanitaire.

b. Aéroport national

Aéroport d'entrée et de sortie destiné au trafic aérien domestique.

c. Aérodrome à usage restreint

Aérodrome civil d'état destiné à des activités répondant à des besoins collectifs, Techniques ou commerciaux, mais limités dans leur objet à certaines catégories d'aéronefs et à certaines personnes spécialement désignées.

d. Mouvement d'aéronefs

Atterrissage ou décollage d'aéronef sur un aérodrome.

e. Mouvement commerciaux

Mouvement d'aéronefs appartenant à des compagnies aériennes effectuant le transport des passagers et de fret (régulier et non régulier).

f. Mouvement non commerciaux

Comprenant les mouvements d'aéronefs effectuant des vols d'aéro-clubs, vols privés, de travail et taxi aérien, de compagnies aériennes sans chargement (entraînement du personnel navigant, mise en place, essai, etc.....), Evasan (évacuation sanitaire) nationaux et étrangers.

g. Aérodomes ouverts à la CAP

Aérodomme ouvert à la Circulation Aérienne Publique.

h. Survol d'aéronefs

Aéronefs survolant l'espace aérien Algérien et pris en charge par le CCR.

i. Survol avec escale

Il s'agit de vol comportant au moins une escale sur le territoire national.

j. Survol sans escale

Vols sans atterrissage (transit)

k. Vols spéciaux

Aéronefs d'états, VIP,etc.

l. Niveau de vol

Surface isobare liée à une pression de référence spécifiée, soit 1013,25 hectopascals (hpa) et séparée des autres surfaces analogiques par des intervalles de pression spécifiées.

III.3.Trafic aérien en route

Comme le définit l'OACI, le trafic aérien en route est comptabilisé par le nombre de vols d'aéronefs réalisés au niveau des régions de contrôle et d'information en vol.

L'analyse du trafic aérien en route est faite par nature de trafic et par courant de trafic. La description des courants de trafic, nous impose, l'étude de la nature du trafic afin de le cerner dans l'espace aérien Algérien dans toute son étendue et sa globalité. Les statistiques officielles de L' ENNA classent les vols en trois catégories :

- Survol avec Escale : vol comportant au moins une escale sur le territoire national. Il est divisé en deux trafics, nationaux et internationaux ;
- Survol sans Escale (transit) : ensemble des vols ayant pour aéroports de provenance et de destination un aéroport autre que ceux situés à l'intérieur de l'espace aérien concerné ;
- Vols spéciaux : vol pour une mission particulière. Transport de matériel, transport sanitaire et transports privés...etc.

En terme d'aéronefs, le tableau III.1 représente le nombre de vols d'aéronefs de route réalisée au niveau du Centre de Contrôle Régional (CCR) sur la période 1995 à 2007 comprenant le survol avec escale (trafic national et international), et le survol sans escale. Nous remarquons que tous les types de vols ont augmenté mis à part ceux des vols spéciaux, avec des pics entre (2000-2002).

Tableau III.1 : Évolution du trafic en route (1995-2007)

Nature du trafic	Survol avec escales		Survol sans escale	vols spéciaux	TOTAUX
	National	International			
1995	32 510	17 430	27 386	14 875	92 201
1996	31 661	17 045	28 449	15 498	92 653
1997	35 222	18 914	28 606	14 613	97 355
1998	30 887	19 393	32 722	13 277	96 279
1999	43 691	28 629	34 173	14 984	121 477
2000	54 027	33 242	35 010	12 040	134 319
2001	61 657	39 925	33 444	12 480	147 506
2002	51 343	54 562	33 774	13 101	152 780
2003	47 506	38 440	36 581	13 241	135 768
2004	51 162	36 144	41 310	13 149	141 765
2005	47 470	38 827	45 101	11 491	142 889
2006	58 096	43 718	49 469	11 998	163 281
2007	58 836	45 404	54 268	11 500	170 008

Source : ENNA/rapport annuel d'activités

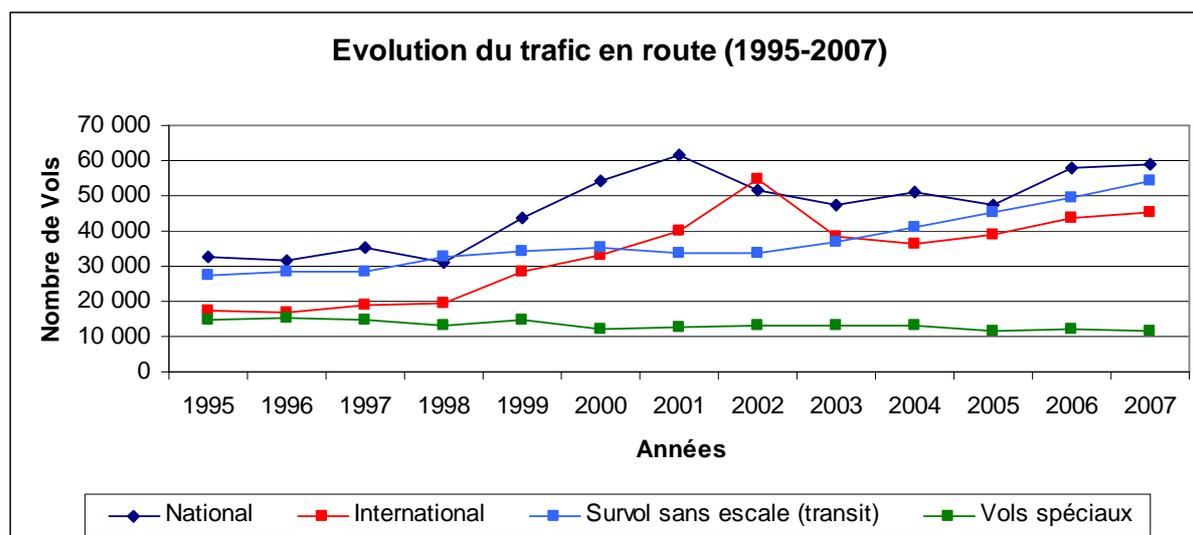


Figure III.1 : Evolution du trafic en route (1995-2007)

III.3.1 Évolution du trafic national dans le temps

Depuis 1995, le trafic en route nationale a faiblement évolué jusqu'en 1998. Depuis cette année-là, une nette croissance a été enregistrée jusqu'à l'année 2001 où le plus grand nombre de vols soit 61 657 a été atteint.

Après 2001, on a assisté à une décroissance du trafic jusqu'à 2003, cette dernière est estimée à -20,0 % entre 2001/2002. C'est la baisse la plus importante. Entre 2002/2003, elle est de - 8,1 %. Au-delà de l'année 2003, le trafic n'a pas cessé d'évoluer, toujours avec des variations fluctuantes, mais avec un nombre de vols plus élevé que durant les années 1990.

III.3.2 Trafic international

À cause du contexte international, depuis 1995, le trafic international n'a enregistré que des croissances jusqu'à 2002. Néanmoins, la moyenne de ces augmentations annuelles était relativement faible entre 1995-1998, comparée à celle de la période 1998-2002 qui est nettement plus élevée (environ 36.7 % entre 2001/2002). Le trafic international a atteint son apogée en 2002 avec 54 562 mouvements. Au-delà de 2002 jusqu'à l'année 2004, le taux du trafic international décroît avec une baisse plus marquée pour 2003.

Si nous étudions l'historique du trafic aérien national et international en Algérie au cours de ces 12 dernières années, nous constatons une croissance moyenne annuelle de 3,5 % avec un résultat exceptionnel en 2001, qui correspond à une augmentation de 12,3 % pour le national et 7.6 % pour l'international, ceci est dû essentiellement :

- À l'entrée du secteur privé ;

- Retour des nouvelles compagnies européennes parmi elles, la reprisent des vols d'Air France vers l'Algérie après huit ans d'arrêt (interrompus depuis décembre 1994) ;

- La compagnie privée Khalifa Airways a connu en quelques années seulement, un développement extraordinaire en ayant recours au leasing comme technique d'équipement ; dotée d'une quarantaine d'appareils de types Airbus, Boeing, Fokker et ATR, la compagnie s'est vite imposée sur le marché du transport aérien national et international comme un acteur important en termes de dessertes, de fréquences de vols. Celle-ci ayant disparu en 2003, il s'en est suivi une décroissance importante dès mars 2003.

En plus, n'oublions pas que l'année 2002 est une année difficile pour le transport aérien qui se remet lentement suite aux attentats du 11 septembre 2001 avec un volume du trafic inférieur à celui de 2000.

Dans le domaine des liaisons entre la France et l'Algérie notamment le trafic est désormais assuré par Air Algérie, Aigle Azur et Air France.

Le secteur aérien algérien maintient cependant ses performances en raison de la qualité de ses aéroports et de leurs services ce qui permet une excellente croissance du trafic, ainsi que l'évolution très rapide des technologies. En outre, l'ouverture de l'économie de marché en Algérie a permis l'accroissement du flux de passager et de marchandise hautement bénéfique pour notre pays.

III.3.3 Trafic survol sans escale

Durant la période 1995/2007, les survols sans escales transitant dans l'espace algérien montrent une croissance ascendante. D'une manière générale le trafic est en hausse depuis 1995, avec des variations plus élevées à partir de 2002. La position géographique de l'Algérie et l'étendue de son territoire qui sont à l'origine de ce phénomène, en font un passage presque obligé des vols Europe / Afrique, ce qui est intéressant au point de vue rentrées financières et le trafic international qui se situe dans l'axe EST/OUEST et vice-versa, ce qui augmente un tant soit peu les rentrées en matière de taxation ; néanmoins, le flux de trafic des deux principaux axes est en nette progression.

Cette responsabilité a amené l'Algérie à mettre en place toutes les actions nécessaires à l'observation des règles et pratiques recommandées par l'OACI.

Le résultat des audits montre que l'Algérie est en avance sur bien des pays sur ce plan.

Par ailleurs, l'Autorité de l'Aviation Civile est autonome depuis la fin 2004. Déjà la plupart des aéroports sont certifiés en conformité avec les standards OACI.

III.4 Statistiques du trafic par secteur

En termes de secteurs de contrôle, le Centre de Contrôle Régional (CCR) a pris en charge plus de 1.700.000 vols durant les années 2002-2007.

Le tableau et la figure III.2, représente l'évolution du trafic de route pour les sept secteurs existants en Algérie durant la période 2002-2007.

Tableau III.2 : Évolution du trafic par secteur (2002-2007)

secteurs	TMA-ALG	TMA-ORA	TMA-EST	S-CENTRE	S-OUEST	S-EST	S-SUD	TOTAL
2002	88528	40046	55288	33544	8236	43607	32778	302027
2003	71619	34598	50480	28763	6948	42886	33133	268427
2004	47434	32873	53755	33479	12324	45888	38906	264659
2005	46966	35178	59272	32289	13279	47046	41499	275529
2006	48596	38597	64098	35471	15238	51144	45261	298405
2007	49711	40822	69565	38151	15813	53389	48355	315806
TOTAL	352854	222114	352458	201697	71838	283960	239932	1724853

Source : ENNA/rapport annuel d'activités 2007

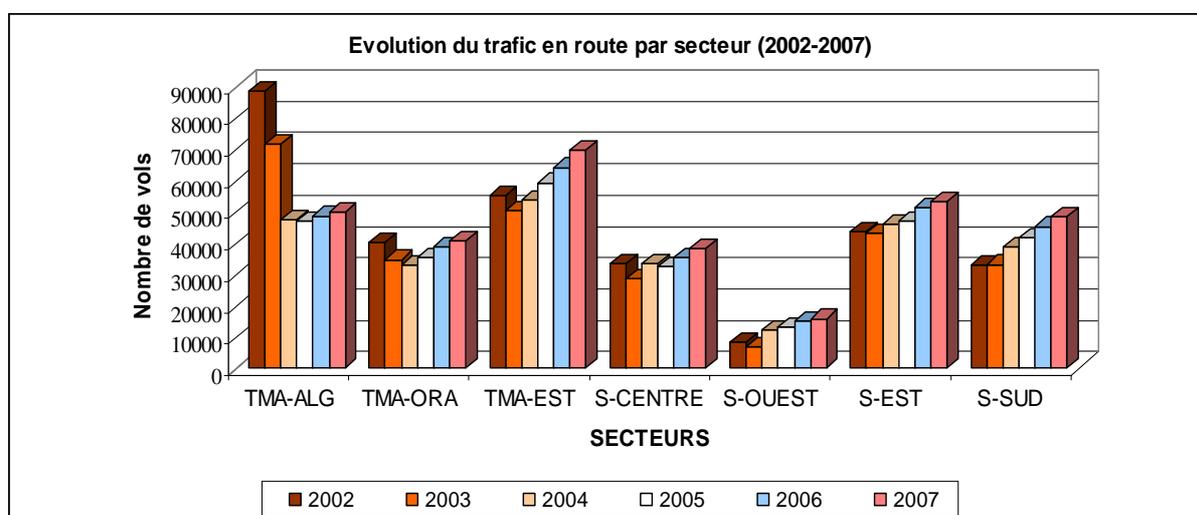


Figure III.2 : Évolution du trafic par secteur (2002-2007)

La majorité du trafic se situe généralement dans la partie nord de l'Algérie, à savoir les trois TMA(s) Oran, Alger et TMA Est. En 2002 le secteur Alger a enregistré une nette croissance, puis une chute jusqu'à l'année 2005 où il a été enregistré un nombre de vols de 46 966.

Par contre, lorsque nous étudions l'évolution du trafic dans les autres secteurs S-Centre, S-Ouest, S-Sud on remarque, une augmentation du trafic au-delà de l'année 2003. En 2007 ; le plus grand nombre de vol a été enregistré dans le secteur TMA/Est, soit 69 565 mouvements.

Le secteur Sud/Est, Sud/Sud et Sud/Centre ont connu une croissance du trafic marquée en 2006/2007; où dans le secteur Sud/Est a enregistré le plus grand nombre de vols 53 389 durant son évolution. Enfin le dernier secteur restant, à savoir Sud/Ouest qui a enregistré un nombre de vols moindre par rapport aux autres secteurs. Son plus grand nombre de vols soit 15 813 a été enregistré en 2007. Durant l'année 2007, les secteurs du Centre de Contrôle Régional ont traité 315 806 vols.

Les tableaux III.3 et III.4 représentent respectivement, le détail du trafic mensuel par secteur durant l'année 2007, ainsi, qu'une comparaison avec le trafic secteur de l'année précédente.

Tableau III.3 : Évolution mensuelle du trafic par secteur 2007

Mois	TMA-ALG	TMA-ORA	TMA-EST	SUD-CENTRE	S-OUEST	S-EST	S-SUD	TOTAL
Janvier	3920	3417	5491	3248	1369	4433	4002	25880
Février	3690	2771	4706	2931	1234	4017	3646	22995
Mars	4228	3286	5359	3226	1326	4312	4099	25836
Avril	4195	3311	5575	3010	1321	4058	3922	25392
Mai	4040	3215	5377	2954	1260	4375	3870	25091
Juin	4140	3177	5440	3026	1225	4353	3859	25220
Juillet	4697	3726	6437	3256	1334	4773	4068	28291
Août	4468	3804	6523	3106	1303	4484	3986	27674
Septembre	4192	3552	6193	3039	1247	4412	3806	26441
Octobre	3792	3455	6181	3283	1309	4649	4088	26757
Novembre	3928	3274	5803	3411	1359	4775	4370	26920
Décembre	4421	3834	6480	3661	1526	4748	4639	29309
TOTAL	49711	40822	69565	38151	15813	53389	48355	315806

Source : ENNA/Bulletin des statistiques du trafic aérien 2007

Tableau III.4 : Évolution du Trafic par secteur 2006/2007

Secteurs	TMA-ALG	TMA-ORA	TMA-EST	S-CENTRE	S-OUEST	S-EST	S-SUD	TOTAL
2006	48596	38597	64098	35471	15238	51144	45261	298405
2007	49711	40822	69565	38151	15813	53389	48355	315806
VAR %	2,3%	5,8%	8,5%	7,6%	3,8%	4,4%	6,8%	5,8%

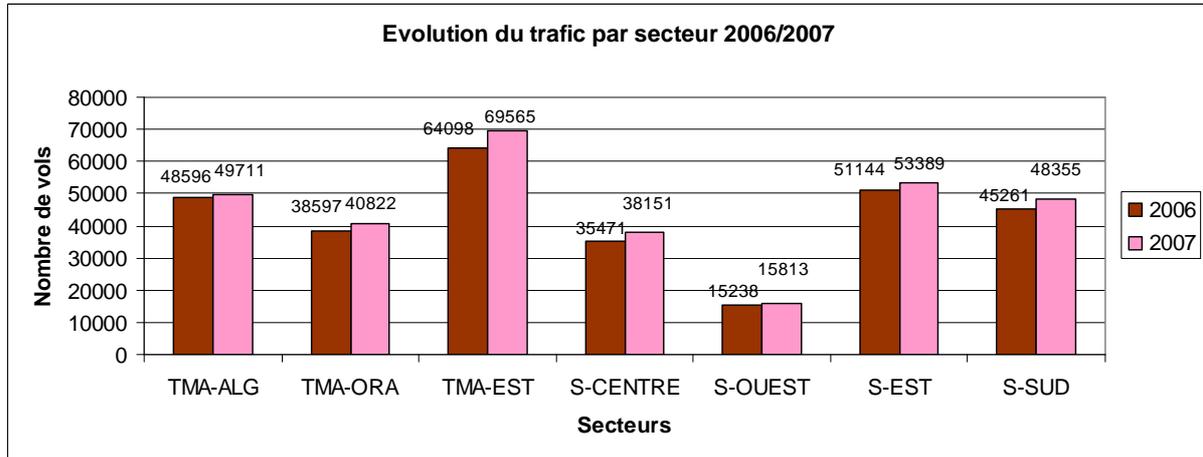


Figure III.3 : Évolution du trafic par secteur 2006/2007

Avec 315 806 mouvements enregistrés en 2007 ; le trafic par secteur a connu une progression de 5.8% par rapport à 2006.

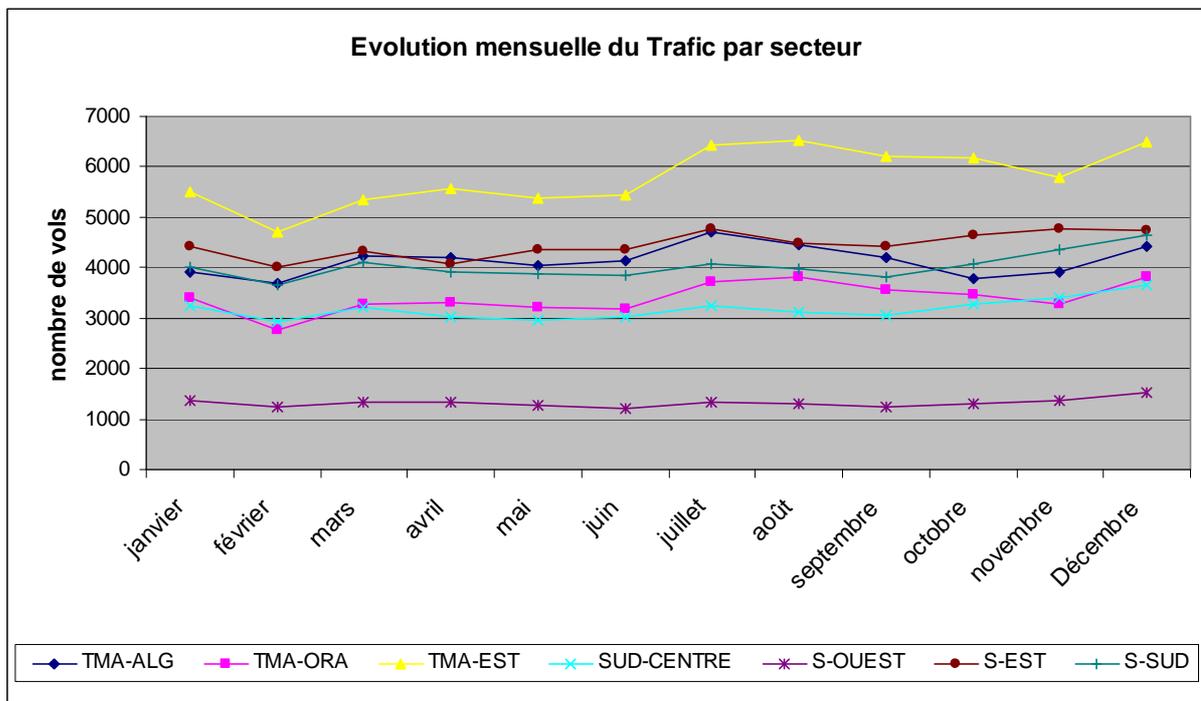


Figure III.4 : Évolution mensuelle du trafic par secteur 2007

Les secteurs d'Alger, d'Oran et de Nord/Est sont plus chargés durant les mois de Juillet et d'Août, cela est justifié par l'augmentation du trafic international en partances et arrivés des aérodomes du Nord Algérien.

Les secteurs du Sud/Centre, Sud/Ouest, Sud/Est et Sud/Sud sont plus chargés durant les mois de Novembre et Décembre, cela est justifié par l'augmentation du trafic national saisonnière vers le Sud pendant l'hiver et du trafic de transit survolant ces secteurs, donc la charge totale pour tout les secteurs est maximale pendant les mois de Juillet, Aout, Novembre et Décembre.

III.5 Statistiques du trafic aérodom

Pour l'analyse du trafic d'aérodom, les statistiques seront basées sur deux types de trafic, trafic commercial qui a son tour est devisé en deux sous types :

Trafic national et trafic international, et trafic non commercial qui est liée à l'industrie pétrolière au Sud.

L'évolution du trafic d'aérodom a connu une croissance rapide pendant les cinq dernières années allant de 123 115 mouvements en 1998 jusqu'à 196 457 mouvements en 2002, cette augmentation a été suivie par une diminution dans les années 2003, 2004, 2005, 2006,2007 causée par la disparition de la compagnie EL KHALIFA AIRWAYS.

On remarque que le trafic national a subi une diminution par contre, l'internationale est en augmentation causé par l'apparition de quelque compagnies : Air France après son détournement le 24 Décembre 1994, British AIRWAYS.

Tableau III.5 : Evolution du Trafic Aéroportuaire 1998-2007

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Mouvement Commerciaux	78504	78423	99584	144960	140833	94344	92299	91788	89196	89920
Nationaux	59843	58893	76669	116609	109315	62837	58600	55888	52816	51293
Internationaux	18661	19530	22915	28351	31518	31507	33699	35900	36380	38627
Mouvement non Commerciaux	44611	50916	53240	47635	55624	55894	56884	57333	58720	60365
TOTAL	123115	129339	152824	192595	196457	150238	149183	149121	147916	150285

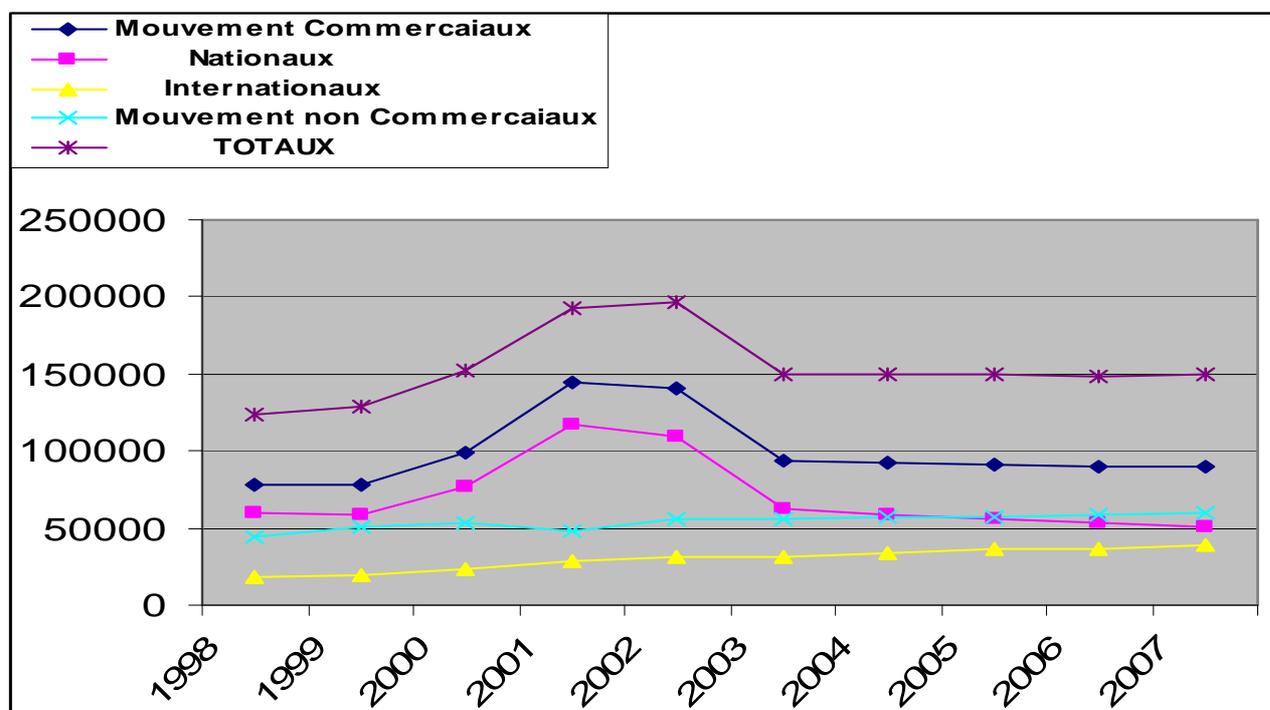


Figure III.5 : Evolution du Trafic Aéroportuaire 1998-2007

Tableau III.6 : Détail du Trafic Aéroportuaire 2007

Aéroports	Trafic Commercial			Trafic Non Commercial			Total général	Part en %
	National	International	Total	National	International	Total		
ALGER	18668	24999	43667	5131	2356	7487	51154	34
H-MESSAOUD	4748	561	5309	16670	1278	17948	23257	15,5
ORAN	5396	4834	10230	1117	418	1535	11765	8
CONSTANTINE	4982	2756	7738	2392	125	2517	10255	7
ANNABA	2856	1444	4300	1265	180	1445	5745	4
BATNA	577	636	1213	2987	24	3011	4224	3
IN-AMENAS	2196	0	2196	1479	279	1758	3954	3
ADRAR	732	6	738	2869	156	3025	3763	2,5
H-R'MEL	452	0	452	3047	0	3047	3499	2,3
SETIF	1531	1230	2761	379	9	388	3149	2,1
OUARGLA	881	15	896	1692	3	1695	2591	1,7
GHARDAIA	884	49	933	1109	502	1611	2544	1,7
TAMANRASSET	826	82	908	746	650	1396	2304	1,5
TINDOUF	685	0	685	765	787	1552	2237	1,5
BECHAR	678	15	693	1247	0	1247	1940	1,3
BEJAIA	533	909	1442	437	26	463	1905	1,3
EL GOLEA	90	0	90	1713	4	1717	1807	1,2
JIJEL	560	0	560	1196	7	1203	1763	1,2
DJANET	342	90	432	1215	114	1329	1761	1,2
BISKRA	354	235	589	862	9	871	1460	0,97
EL-OUED	768	6	774	678	6	684	1458	0,9
IN SALAH	392	0	392	910	0	910	1302	0,86
ILLIZI	206	0	206	1048	2	1050	1256	0,83
TLEMENEN	403	506	909	286	0	286	1195	0,8
TOUGGOURT	254	0	254	866	0	866	1120	0,74
TEBESSA	616	0	616	125	14	139	755	0,5
TIARET	15	15	30	719	2	721	751	0,49
TIMIMOUN	637	4	641	62	2	64	705	0,46
CHELEF	3	209	212	60	0	60	272	0,18
MECHERIA	2	0	2	160	0	160	162	0,1
B-BMOUKHTAR	0	0	0	124	0	124	124	0,08
LAGHOUCHE	26	26	52	6	0	6	58	0,03
MASCARA	0	0	0	50	0	50	50	0,033
BOU-SAADA	0	0	0	0	0	0	0	0
EL-BAYADH	0	0	0	0	0	0	0	0
IN-GUEZZAM	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	51293	38627	89920	53412	6953	60365	150285	100
Part en %	57	43	60	89	11	40	100	

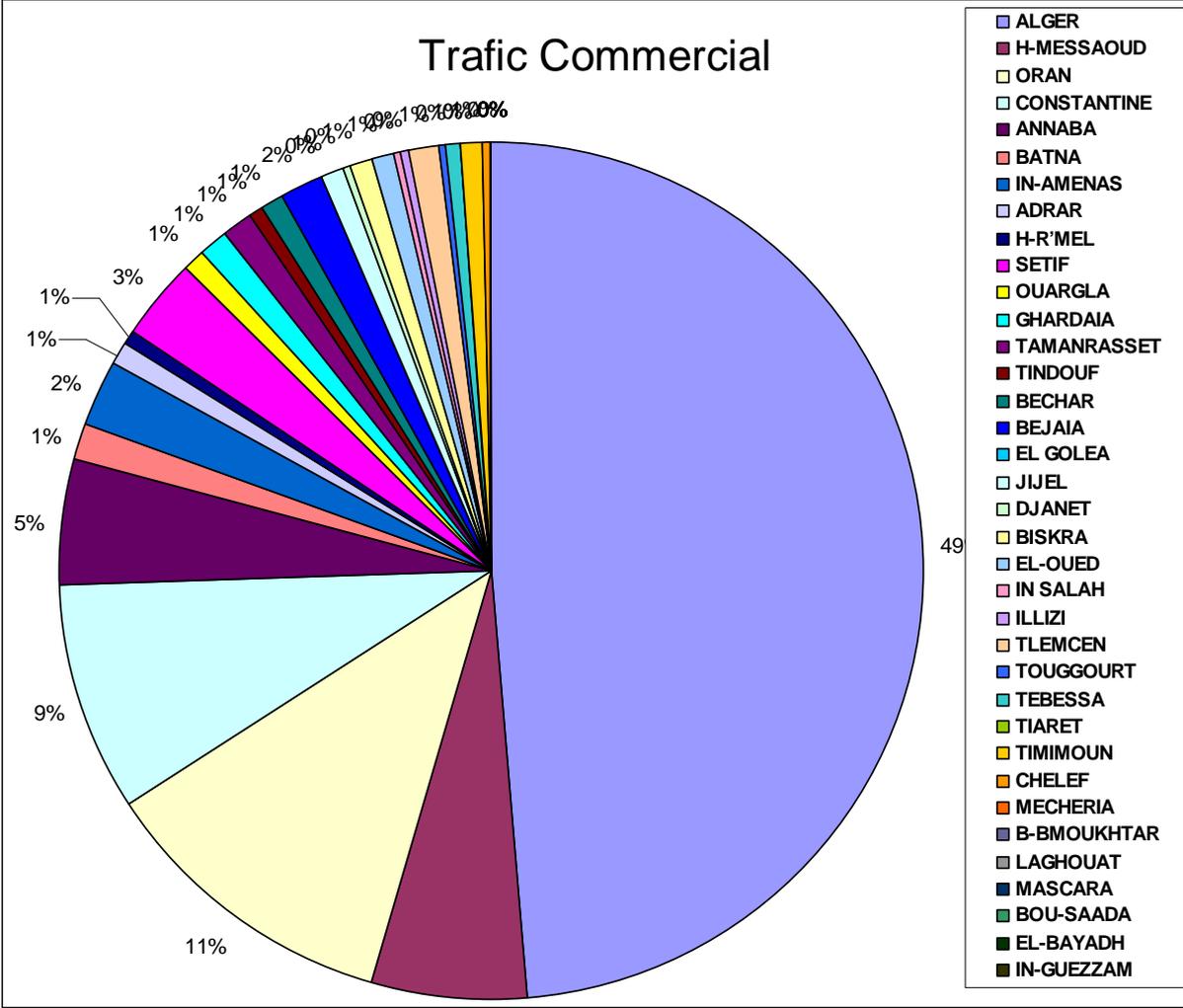


Figure III.6: Détail du Trafic Aéroport 2007(trafic commercial)

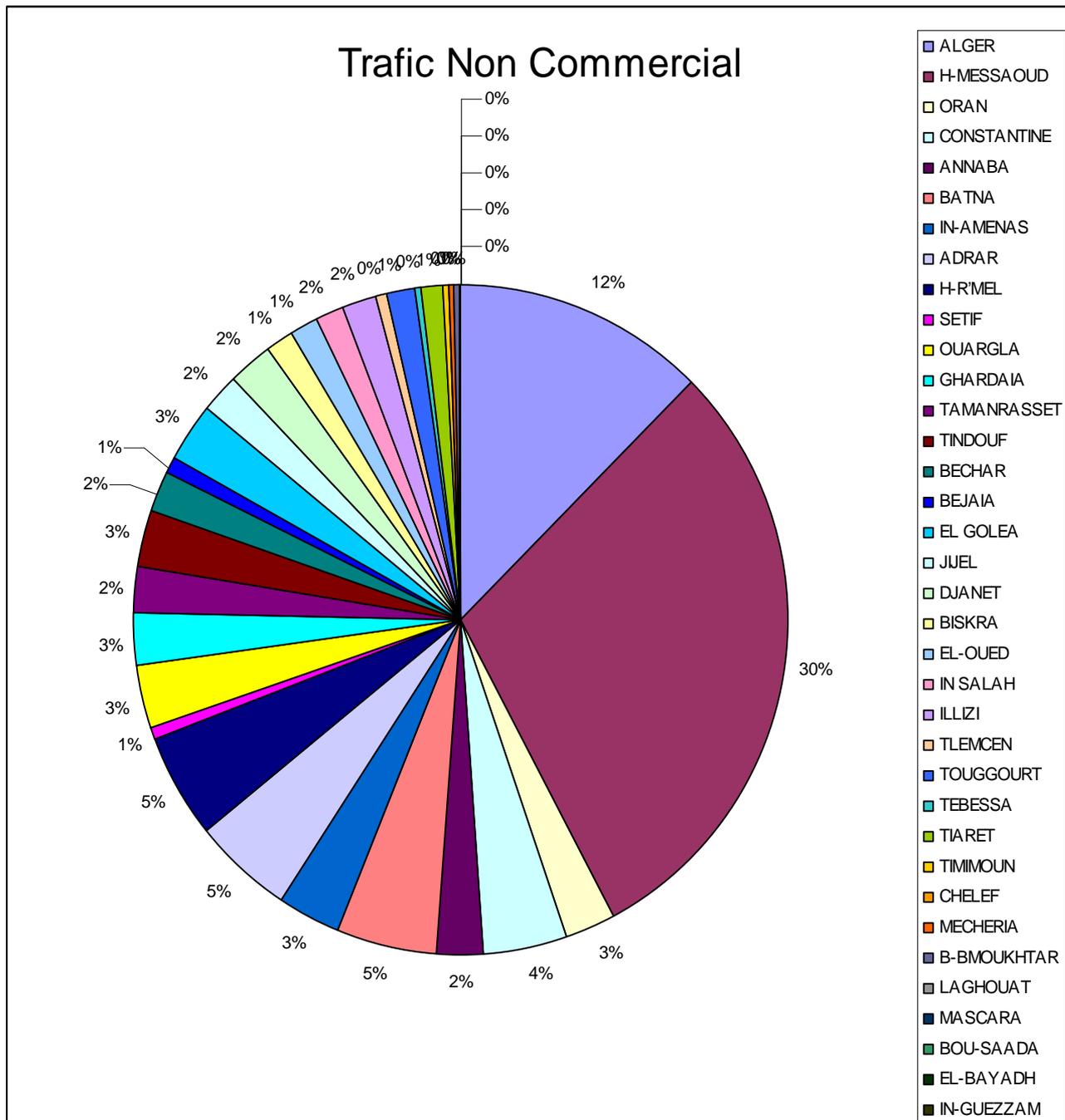


Figure III.7: Détail du Trafic Aéroportuaire 2007(trafic non commercial)

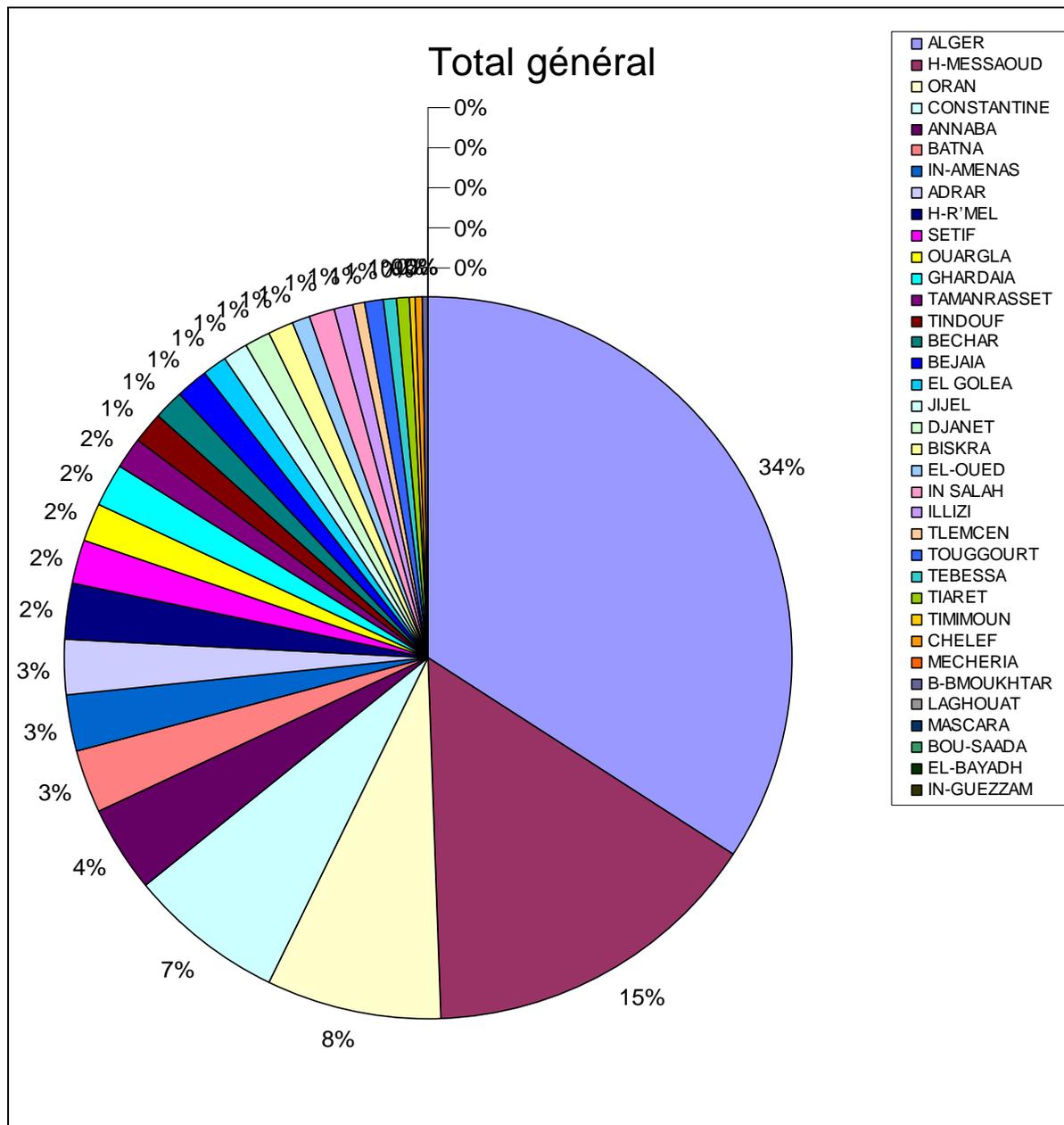


Figure III.8: Détail du Trafic Aérodrome 2007(trafic général)

III.6 Conclusion :

La croissance future du transport aérien continuera de dépendre avant tout : de la croissance de l'économie ainsi du commerce mondial et des évolutions en matière de coûts des compagnies aériennes, qui à leur tour dépendent fortement des prix des carburants. Cette croissance sera influencée aussi, cependant, par la mesure dans laquelle l'aviation saura relever les grands défis, tels que l'encombrement des aéroports et de l'espace aérien, la protection de l'environnement et les besoins d'investissements grandissants.

V.1.Situation Actuel De L'espace Algérien

IV.1.1.Introduction

L'objectif fondamental de l'organisation de l'espace aérien est son utilisation d'une manière rationnelle et souple.

Chaque État est responsable de l'espace aérien au-dessus de son territoire et ceci sur la base de souveraineté.

L'État doit fournir le service de la navigation aérienne ; il est également responsable de la sécurité, de la continuité et de l'intégrité des systèmes de navigation aérienne.

La situation géographique de l'espace aérien Algérien est entre le 19°N jusqu'à 39°N de latitude et de 9°W jusqu'à 12°E de longitude, donc l'Algérie se trouve au carrefour du trafic Est/Ouest et Nord/Sud.

Cet emplacement stratégique la rend un partenaire incontournable dans les grandes rencontres qu'organise l'OACI dont elle est membre.

IV.1.2. Limite de l'espace aérien Algérien

L'espace aérien Algérien s'étend à la partie sud de la méditerranée contiguë au FIR (FIR : Flight Information Region) Marseille, Barcelone et Séville au nord et adjacent à l'ouest à la FIR Casablanca, à l'est à la FIR Tunisie et Tripoli, au sud à la FIR Dakar et Niamey (voir Figure IV.1).

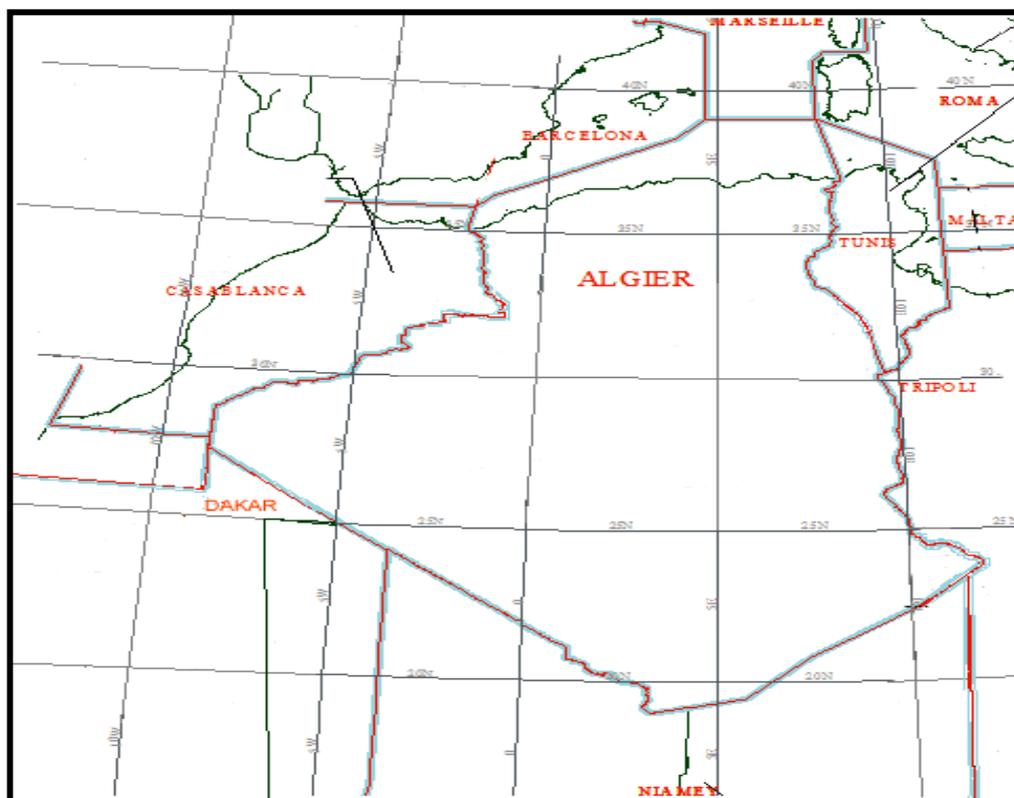


Figure IV.1 : Limite de l'espace aérien Algérien.

IV.1.3.Division de l'espace aérien Algérien

L'espace aérien Algérien est composé d'une seule région d'information de vol FIR ; à l'intérieur de cette FIR quatre classes d'espace sont utilisées actuellement, A, D, F et G (voir tableau IV.1).

Cette FIR a été divisé en sept (07) secteurs (voir Figure IV.2).

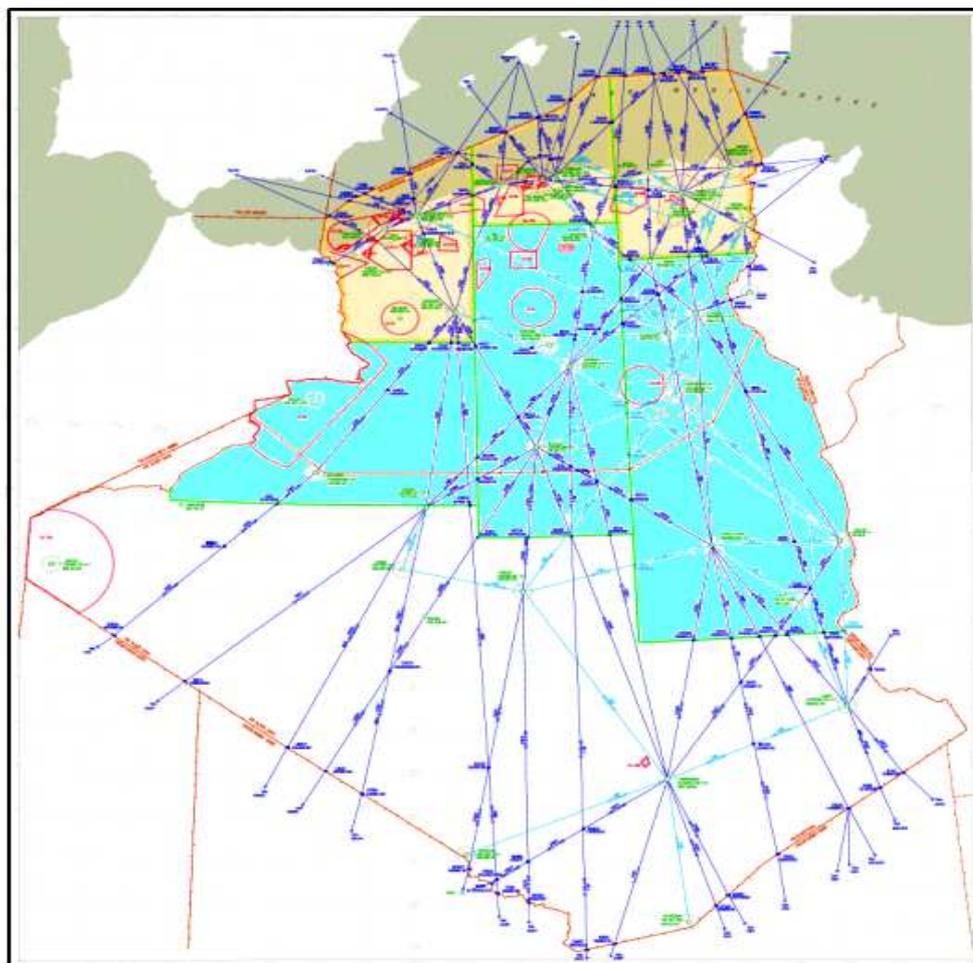
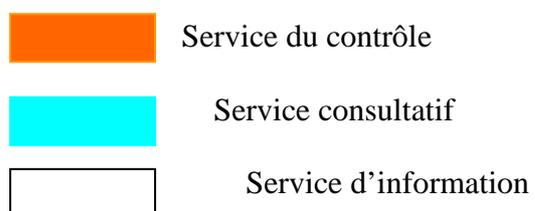


Figure IV.2 : Sectorisation actuelle (carte de croisière)



Le tableau ci-dessous spécifie les (07) secteurs :

Tableau IV.1 : Classification des secteurs en Algérie

Secteurs	Classe	Limite Inférieur	Limite Supérieur
Espace supérieur SECTEUR TMA CENTRE ALGER	A	FL 245	FL 450
Espace inférieur SECTEUR TMA CENTRE ALGER	D	450m GND/MSL	FL 245
SECTEUR TMA NORD/ EST	D	450m GND/MSL	FL 450
SECTEUR TMA ORAN	D	450m GND/MSL	FL 450
SECTEUR SUD/CENTRE	F	GND/MSL	UNL
SECTEUR SUD/EST	F	GND/MSL	UNL
SECTEUR SUD/OUEST	F	GND/MSL	UNL
SECTEUR SUD/SUD	G	GND/MSL	UNL

IV.1.4.Organisme de contrôle

a) Centre de contrôle en route CCR

Actuellement l'Algérie possède un seul centre de contrôle 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 contrôle et d'un nouveau système processif, d'affichage et gestion de communication. Ce centre fait partie du projet TRAFCA. Il est basé sur le système de contrôle EURO CAT2000 de THALES ATM.

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 ou alors de partager les tâches ou dans le cas d'une panne par exemple. Le CCR de Tamanrasset sera opérationnel en 2010.

b) Contrôle D'Approche

Pour mieux gérer les manœuvres des aéronefs autour des aéroports ayant la plus grande densité de trafic, l'Algérie a développé dans ce cadre cinq zones d'approche gérées par cinq centres de contrôle d'approche qui sont :

1. approche Alger/Houari Boumediene.
2. approche Annaba/El Mellah.
3. approche Constantine/Mohamed Boudiaf.
4. approche Hassi Messaoud/Oued Irara Krim.
5. approche Oran/Essania.

Tableau IVI.2 : Les zones d'approche de l'espace Algérien

Désignation	Classe	Limite Inférieur	Limite Supérieur
CTA Alger /Houari Boumediene	D	450m GND/MSL	FL 145
CTA Annaba / El Mellah	D	450m GND/MSL*	FL 105
CTA Constantine / Mohamed Boudiaf	D	450m GND	FL 105
CTA Hassi Messaoud /Oued Irara Krim	D	450m GND	FL 105
CTA Oran / Es sènia	D	450m GND/MSL	FL 105

*GND/MSL : Ground/ Mean Sea Level -Niveau moyen de la mer

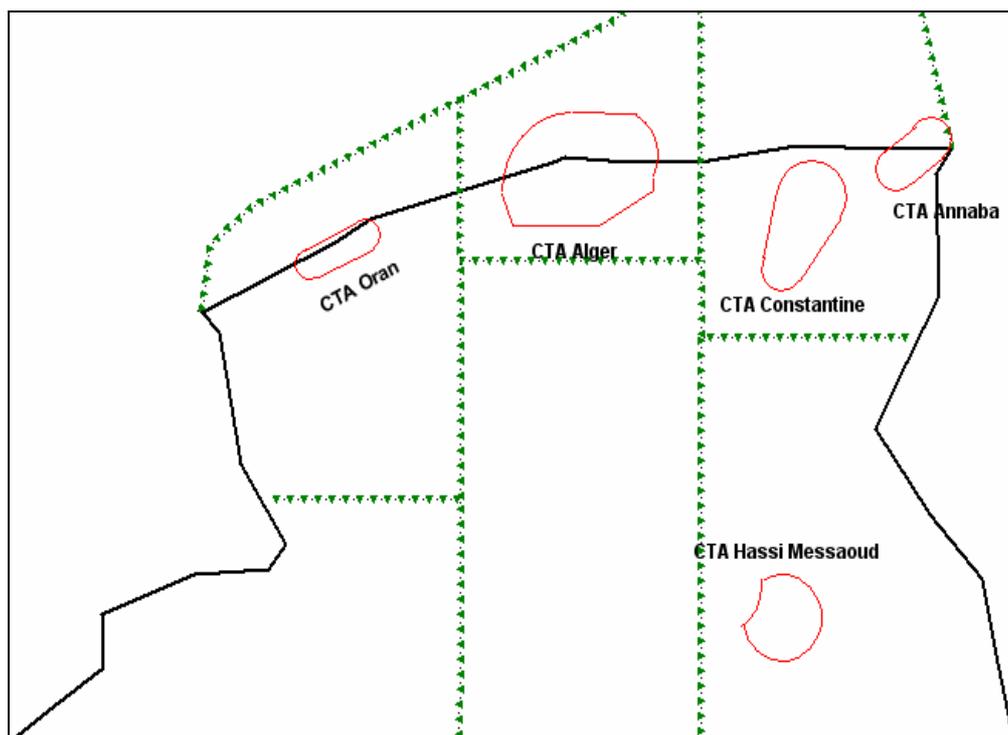


Figure IV.3: Représentation des zones de contrôles.

c) Contrôle d'aérodrome

La classification des aérodromes se fait selon le dimensionnement de leurs infrastructures, leurs équipements techniques, les horaires d'ouvertures, de fermeture et le type des mouvements traités.

L'Algérie compte trente six (36) aérodromes ouverts à la CAP (Circulation Aérienne Publique), répartis comme suit :

Anse (11) aérodromes internationaux :

- ✓ cinq (05) aérodromes reçoivent le trafic international régulier : Alger, Constantine, Annaba, Tlemcen, Oran.
- ✓ Trois(03) aérodromes reçoivent le trafic international restreint (escale technique refoulement, etc.....) : In-Amenas ; Tamanrasset ; Adrar.
- ✓ Un (01) aérodrome reçoit le trafic international en cargo et charter : Hassi - Messaoud.
- ✓ Deux(02) aérodromes reçoivent le trafic international non régulier : Ghardaïa et In-Salah.

Vingt-cinq (25) Aérodromes Domestiques :

- ✓ Vingt-deux (22) aérodromes reçoivent le trafic national régulier. Parmi ces aérodromes : six (06) aérodromes mixtes : Bechar, Biskra, Ouargla, Tindouf, Mécheria et Sétif.
- ✓ Un (01) aérodrome à usage restreint : Hassi-Messaoud.
- ✓ Trois (03) aérodromes militaires : Mechria, Chlef et Laghouat sont ouverts à la CAP.
- ✓ Un (01) aérodrome ne traite plus le trafic national régulier : Mascara.
- ✓ Deux (02) aérodromes nationaux traitent le trafic international régulier : Biskra ; Bejaia.

L'ENNA a la gestion complète des trente (30) aéroports civils et des trois(03) aéroports mixtes.

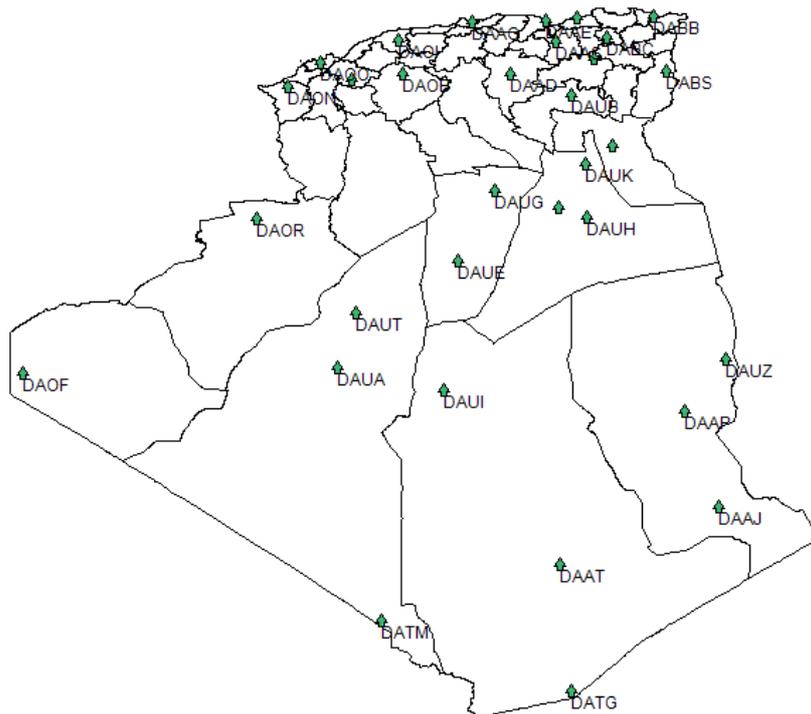


Figure IV.4 : Carte des Aérodomes.

Tableau IV.3 : Aérodomes d'Algérie.

ID	Nom/Localité desservie
DAAD	BOU SAADA
DAAE	BEJAIA/Soummam-Abane Ramdane
DAAG	ALGER / Houari Boumediene
DAAJ	DJANET/Tiska
DAAP	ILLIZI/Takhamalt
DAAS	SETIF / 8 MAI 45
DAAT	TAMMANRASSET/Aguenar
DAAV	JIJEL/Ferhat ABBAS
DABB	ANNABA/Rabah Bitat
DABC	CONSTANTINE/Mohamed Boudiaf
DABS	TEBESSA/Cheikh Larbi Tébessi
DABT	BATNA/Mostépha Ben Boulaid
DAOB	TIARET/Abdelhafid Boussouf Bou Chekif
DAOF	TINDOUF
DAOI	CHLEF
DAON	TLEMCEN/Zenata-Messali El Hadj
DAAO	ORAN/Es Sénia
DAOR	BECHAR/Boudghene Ben Ali Lotfi
DAOV	GHRISS

DATG	IN GUEZZAM
DATM	BORDJ MOKHTAR
DAUA	ADRAR/Touat-Cheikh Sidi Mohamed Belkebir
DAUB	BISKRA/ Mohamed KHIDER
DAUE	EL GOLEA
DAUG	GHARDAIA/Noumérat-Moufdi Zakaria
DAUH	H.MESSAOUD/Oued Irara-Krim Belkacem
DAUI	IN SALH
DAUK	TOUGGOURT/Sidi Mahdi
DAUO	EL OUED/Guemar
DAUT	TIMIMOUN
DAUU	OUARGLA/Ain Beida
DAUZ	ZARZAITINE/In amenas

d) Description des zones interdites, réglementées et dangereuses

Chaque zone dans l'espace aérien Algérien est affectée d'une appellation composée de lettres de nationalité (DA) suivie d'une lettre indiquant le type et le numéro de la zone.

Un nom géographique peut être utilisé avec l'identification exemple :

Les zones dangereuses :

DA-D74 : TAFARAOUI: (Entraînement ou pilotage: voltige vrille ...).

DA-D50 : zone dangereuse de Bousfer.

Les zones réglementées :

DA-R 49 : zone réglementée Bousfer.

DA-R65 : zone réglementée de Constantine.

Les zones interdites :

DA-P 51 : A/Oussera.

DA-P73 : zone interdite de Tlemcen.

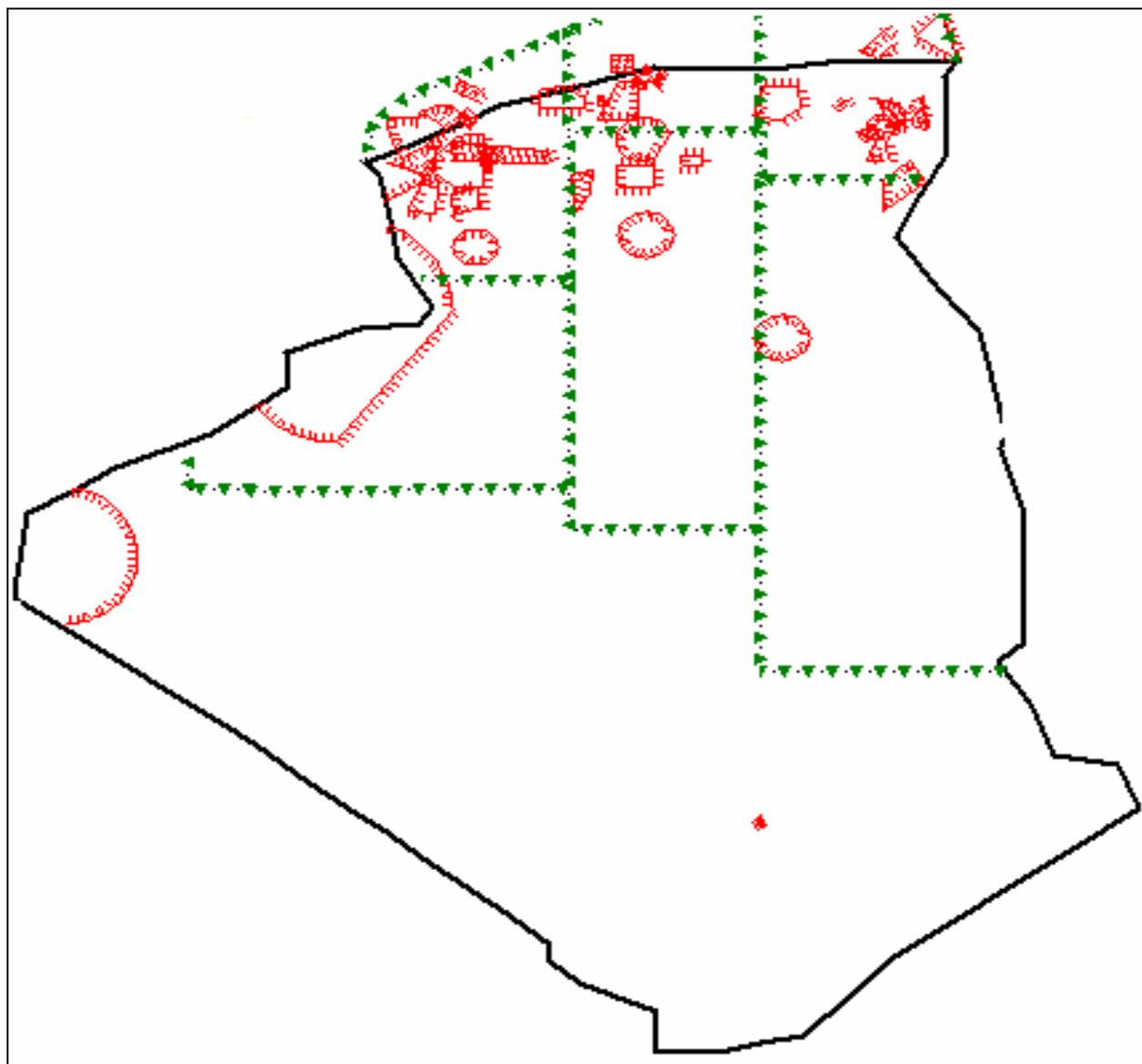


Figure IV.5: Représentation des zones à statuts particuliers.

IV.1.5. Classification des espaces aériens

A l'intérieur de la FIR d'Alger, l'espace aérien est divisé en quatre (04) catégories A, D, F et G plus ou moins équivalentes aux catégories recommandées par l'OACI.

Les trois (03) catégories OACI : B, C et E qui ont été adoptés par l'Algérie, sont disponibles à des fins d'utilisation mais à l'heure actuelle aucune portion de l'espace aérien n'a été classée dans ces catégories.

L'espace aérien de catégorie A comprend :

TMA Centre Alger - Espace Supérieur-

L'espace aérien de catégorie D comprend :

- ❖ TMA centre Alger-Espace Inférieur.
- ❖ TMA nord/est.
- ❖ TMA Nord/Ouest (Oran).
- ❖ Zones de délégation à l'approche :Alger-Oran ; Annaba et Constantine.
- ❖ Zone de contrôle Alger-Oran –Annaba; Constantine-In Amenas-Tamanrasset.

L'espace aérien de catégorie F comprend :

- ❖ Secteur Sud/Centre.
- ❖ Secteur Sud/Est.
- ❖ Secteur Sud/Ouest.

Aucun espace aérien n'est désigné dans la catégorie F en Algérie.

L'espace aérien de catégorie G comprend tout l'espace aérien non couvert par les catégories de A à F ; c'est le secteur Sud/Sud.

IV.2. l'Application du concept CNS en Algérie

a. Communication

Tableau IV.4 : Les moyens de communication existants.

Type de communication	Nombre
Antenne avancée	17
Station VSAT	16
Emetteur - Récepteur haute fréquence	29
Emetteur - Récepteur VHF TOUR	31
Emetteur - Récepteur VHF CCR	03
Enregistreur	27
Radiogoniomètre	08

Les sites radio VHF assurent une très grande partie de la couverture de l'espace Algérien Nord, alors qu'au sud la couverture VHF n'est pas totale d'ou la couverture HF utilisée (Figure IV.6).

➤ *VHF*

Les radios VHF analogiques existants offrent une excellente fiabilité opérationnelle. Elles continueront d'être utilisées pour les communications vocales dans les régions terminales encombrées ainsi que pour les communications générales autres que de routine dans les zones de couverture correspondantes.

Mais à court ou à moyen terme, il pourrait y avoir saturation de la bande VHF attribuée aux communications aéronautiques dans certaines parties du monde. Pour y faire face, des mesures ont été prises afin de réduire de 25khz à 8,33khz l'espacement entre les canaux, là ou cela est nécessaire, et d'augmenter ainsi le nombre de canaux disponibles.

De plus, on travaille actuellement à l'élaboration de normes relatives à une radio numérique à accès multiple par répartition dans le temps qui devrait permettre de résoudre à moyen terme le problème de l'emplacement du spectre des fréquences et d'améliorer les services air-sol ; actuellement 16 stations VHF existent, installées principalement au niveau des tours de control, pour assurer une simple couverture au FL240, il faudrait ajouter 07 autres stations.

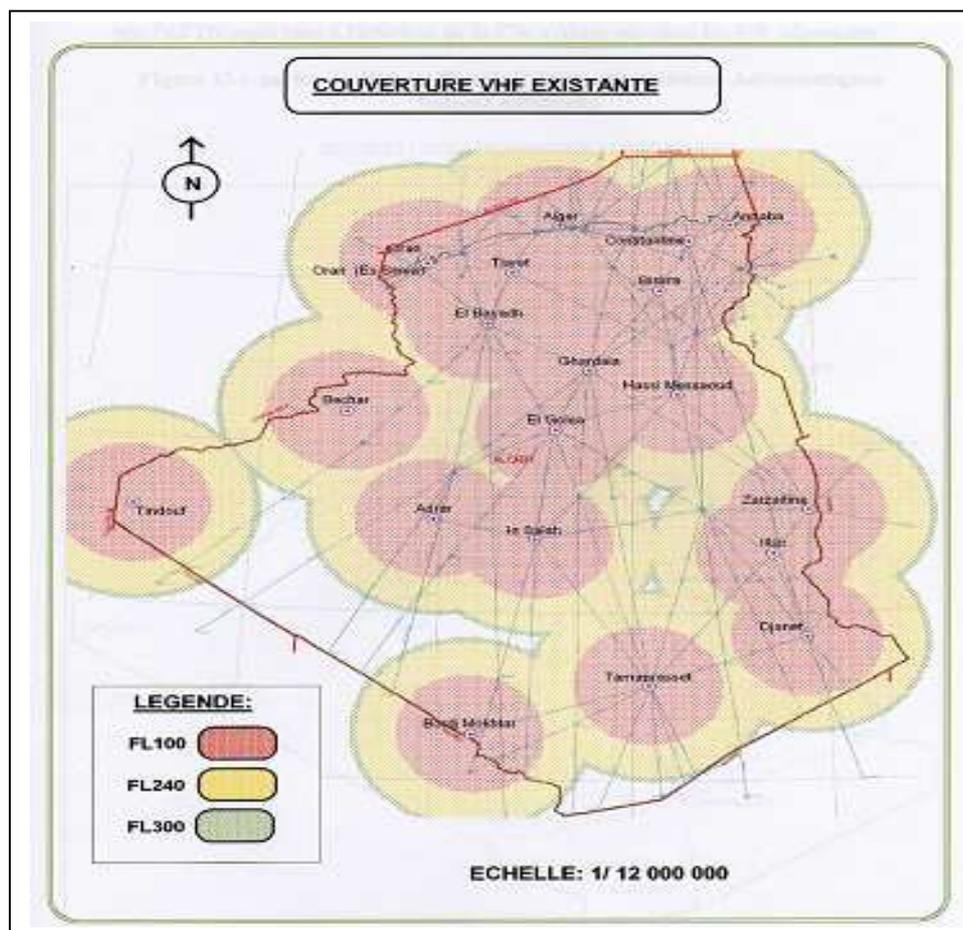


Figure IV.6: Carte des couvertures VHF actuelle à 10.000 ; 24.000 et 30.000 Pieds MSL.

➤ *VSAT de l'ENNA*

L'application des stations VSAT pour l'ENNA (Etablissement Nationale de Navigation Aéronautique) est strictement réservée pour le contrôle des aéronefs (avion, hélicoptère) et pour la coordination entre les différents centres de contrôle civil ou militaire et aussi avec des tours de contrôle.

Pour l'ENNA il existe 15 stations, une principale appelée Mini Hub se trouve à Oued-Samar, et 14 stations qui sont : Constantine, Annaba deux (02) stations, Oran, Bechar, Tindouf, El-Bayed, Hassi Messaoud deux (02) stations, in-amenas, El-Oued, Ghardaïa deux (02) stations, In-Saleh.

b. Navigation

En général, la navigation fournit dans la FIR d'Algérie s'appuie sur le système VOR/DME, qui comprend environ trente-cinq (35) stations.

La plupart de ces stations sont installées dans les aéroports aux prolongements des pistes principales à l'exception de quelques-unes qui sont implantées dans des sites éloignés. Ses stations couvrent la majorité de la FIR d'Alger à l'exception d'une petite partie dans l'extrême sud (Figure IV.7).

Tableau IV.5: Les moyens de radio navigation existants

Type d'équipements	Nombre
ILS (Instrument Landing System)	10
VOR (VHF Omni Range)	35
DME (Distance Measuring Equipement)	28
NDB(Non Direction Beacon)	42
VOR Mobile	02



Figure IV.7: Carte des couvertures des stations VOR à 10.000 ; 20.000 ; 30.000 FT MSL.

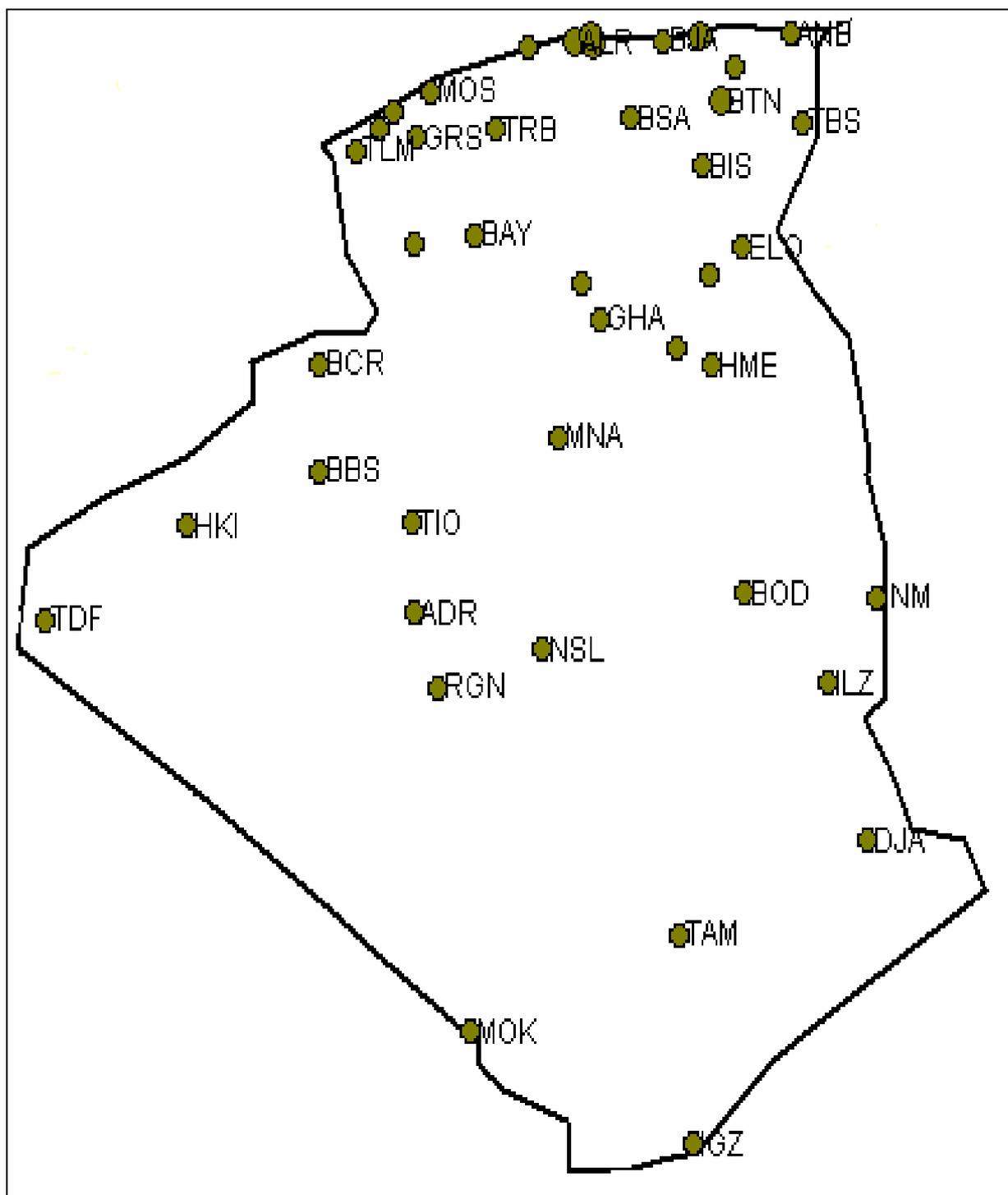


Figure IV.8: L'emplacement des Aides de navigation

c. Surveillance

L'ENNA (Etablissement National de la Navigation Aérienne) est l'organisme public 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 escale ou sans escale l'Algérie.

La surveillance actuelle est basée sur les comptes rendus de position vocaux ou sur le radar primaire (PSR) ou secondaire (SSR).

Pour cela l'ENNA a opté pour la mise en œuvre d'un radar primaire PSR Co-implanté avec un radar secondaire à Alger, et de quatre(04) radars secondaires SSR répartis dans les régions principales du pays, Annaba, Oran, El Oued et El Bayadh (voir tableau IV.6).

Tableau IV.6 : l'emplacement des radars en Algérie

Type	Station Radar	Site	Date d'installation
PSR/SSR	Oued Smar	Alger	Février 2001
SSR	Seraidi	Annaba	Décembre2001
SSR	Murdjadjo	Oran	Janvier 2001
SSR	Guemmar	El Oued	Avril 2002
SSR	Bouderga	El Bayadh	Mai 2003

Ces radars coopèrent eux selon la topologie du projet TRAFCA
« Traitement automatique des fonctions de la circulation aérienne ».

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.

✓ *Fourniture de service RADAR*

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



Figure IV.9: Radar primaire/secondaire de surveillance

a) Emport du transpondeur

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.

b) 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.

✓ **Procédure Radar**

a. Procédure générale 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 A2000 avant d'entrer dans l'espace Algérien où le SSR est utilisé.

b. 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 mode A2000.

Mode A

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

c. Procédures en cas de situations particulières

Les codes que le pilote devra afficher, en cas de situation particulières, sont illustrés dans ci après.

Situation d'urgence :

Le pilote d'un aéronef en état d'urgence réglera son transpondeur sur le code mode A7700 sauf lorsqu'il est invité par l'organe ATC à régler son transpondeur sur un code particulier.

Défaillance de communications :

En cas de panne de l'émetteur radio de bord le pilote devra régler son transpondeur sur le code mode A7600. Le contrôleur pour déterminer la nature de 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 A7500 pour signaler la situation, procédure en cas de panne du transpondeur SSR.

Avant le départ :

Le pilote devra dans ce cas à :

- Informer les services ATS des que possible avant de déposer son plan de vol.
- Inscrire 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 plans de vol. Dans ce cas là, le pilote doit toutefois s'attendre à se voir imposer des contraintes particulières.

Séparation radar

Contrôle radar en route : 20NM.

Contrôle radar approche : 10NM

Zone de couverture

La description des zones de couverture RADAR primaire et secondaire.

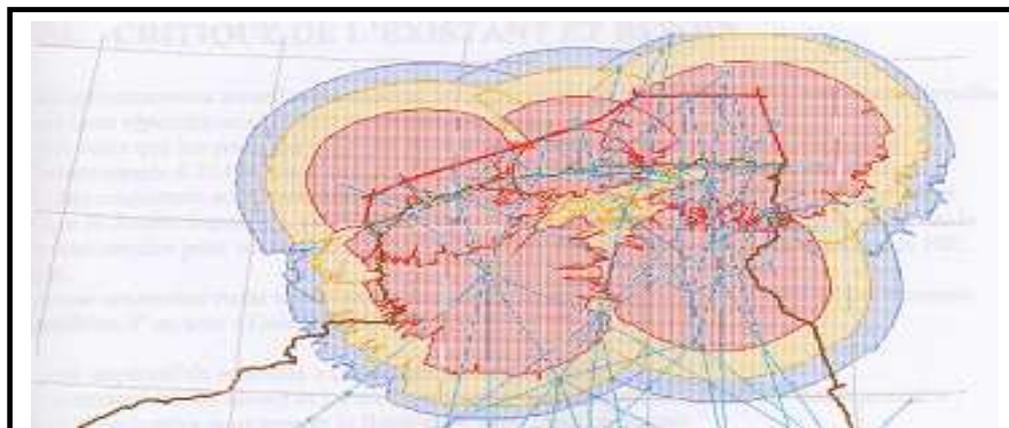


Figure IV.10: Couverture RADAR à 10.000 ; 20.000 ; 30.000 Pied MSL.

Un radar primaire est prévu à Oran afin de mieux gérer la complexité de la convergence des activités civiles et militaires dans la région.

La Figure IV-11 représente les Cinq (05) Radars secondaires de route couvrant la partie nord de l'espace aérien installés sur les sites suivants :

Alger, Oran, Annaba, El-Oued et El-Bayadh (450 KM de portée).

Ces cinq antennes radar nous montrent leur rayonnement voire leurs couvertures à une altitude de 10 000 pieds AMSL.

Aux limites des couvertures des antennes, région de Boussaâda, un espace de silence à l'altitude citée ci-dessus, apparaît visiblement, et qui est un inconvénient majeur.

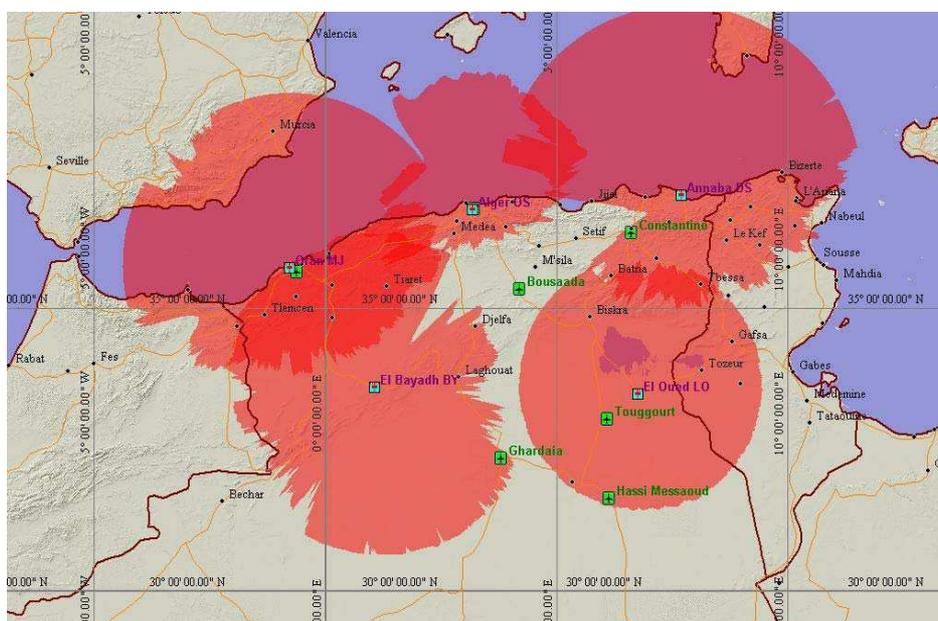


Figure IV.11: Couverture Radar Actuelle (TRAFCA) - FL100.

La Figure IV-12 ci-dessous, nous montre les couvertures radar des mêmes antennes au niveau de vol FL200. Nous pourrions d'ores confirmer une bonne réception des signaux émis.

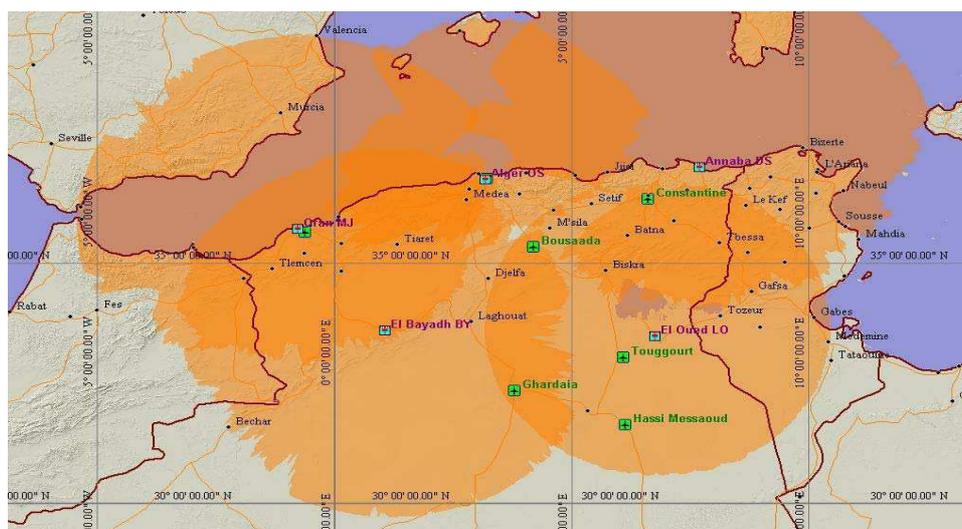


Figure IV-12 : Couverture Radar Actuelle (TRAFCA) - FL200.

La Figure IV-13 ci-dessous, nous montre les couvertures radar des mêmes antennes au niveau de vol FL300. A ce niveau de vol la couverture est parfaite et qui ne souffre d'aucun inconvénient.

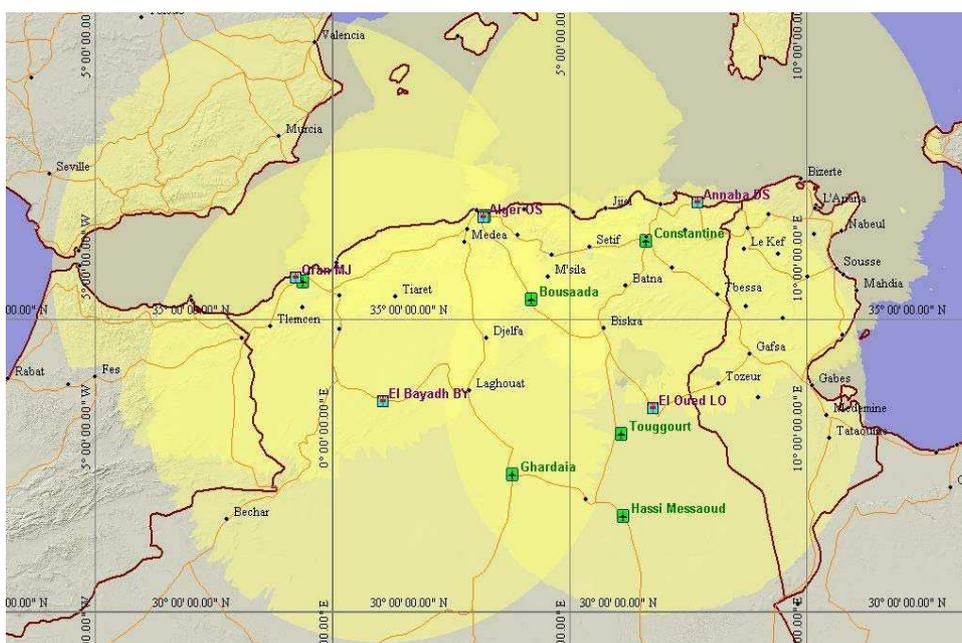


Figure IV.13: Couverture Radar Actuelle (TRAFCA) - FL300.

❖ *Surveillance Dépendante Automatique(ADS)*

Le système ADS est en phase d'essais, au fur et à mesure que la flotte deviendra plus équipée, l'ADS deviendra la méthode principale de surveillance de l'espace aérien Sud avec la mise en service d'un nouveau CCR Sud.

La mise en œuvre de liaisons de données air-sol et de systèmes de navigation embarqués précis et fiables offre la possibilité d'assurer des services de surveillance dans les régions qui en sont dépourvues dans infrastructure actuelle, en particulier dans les régions océaniques et dans d'autres régions où il est difficile, peu économique ou carrément impossible de mettre en œuvre les systèmes actuels.

Cas du sud Algérien où l'installation de matériel au sol est très coûteux ou carrément impossible, donc pour répondre à l'exigence RNP, cette partie doit être par l'ADS. l'ADS sera utile dans d'autres régions, notamment les régions à forte densité de circulation, où elle peut compléter le radar secondaire de surveillance ou le remplacer en cas de panne et réduire de ce fait la nécessité du radar primaire. De plus, dans certaines circonstances, elle peut même prendre la place du radar secondaire. Comme en ce qui concerne les systèmes de surveillance actuels, pour tirer pleinement partie de l'ADS, il faudra disposer de communications voix et données bidirectionnelles pilote-contrôleur.

Les communications vocales doivent être disponibles au moins pour les messages d'urgence et les communications extraordinaires. Des tests très concluants ont été effectués en Juillet 2004, en utilisant l'ADS-C et des avions équipés ADS.

IV.2.4. Réseau de routes

Le réseau de routes en Algérie est un ensemble de routes domestiques, et internationales, s'appuyant sur la navigation de surface (RNAV) et des routes ATS.

a) Routes ATS domestiques

Une route ATS domestique est une voie aérienne utilisée par les aéronefs civils entre deux aéroports Algériens.

Elle est caractérisée par la lettre **J** suivie d'un chiffre pour les routes inférieures et **UJ** suivie d'un chiffre pour les routes supérieures.

b) Autres routes ATS

Les autres routes ATS sont des cheminements utilisés par les aéronefs pour la desserte de l'Algérie ou le transit dans l'espace Algérien.

Ces routes sont caractérisées par les lettres A, B,G, R suivie d'un chiffre pour les routes inférieures et UA,UB,UG,UR suivie d'un chiffre pour les routes supérieures.

c)Routes RNAV

C'est une voie aérienne utilisée par les aéronefs civils avec une méthode de navigation. Permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue dans les limites de la couverture des aides de navigation à référence sur station ou dans les limites des possibilités d'une aide autonome ou grâce à une combinaison de ces deux moyens.

Des routes RNAV en Algérie sont caractérisées par les lettres UN, UM, UL suivie d'un chiffre.

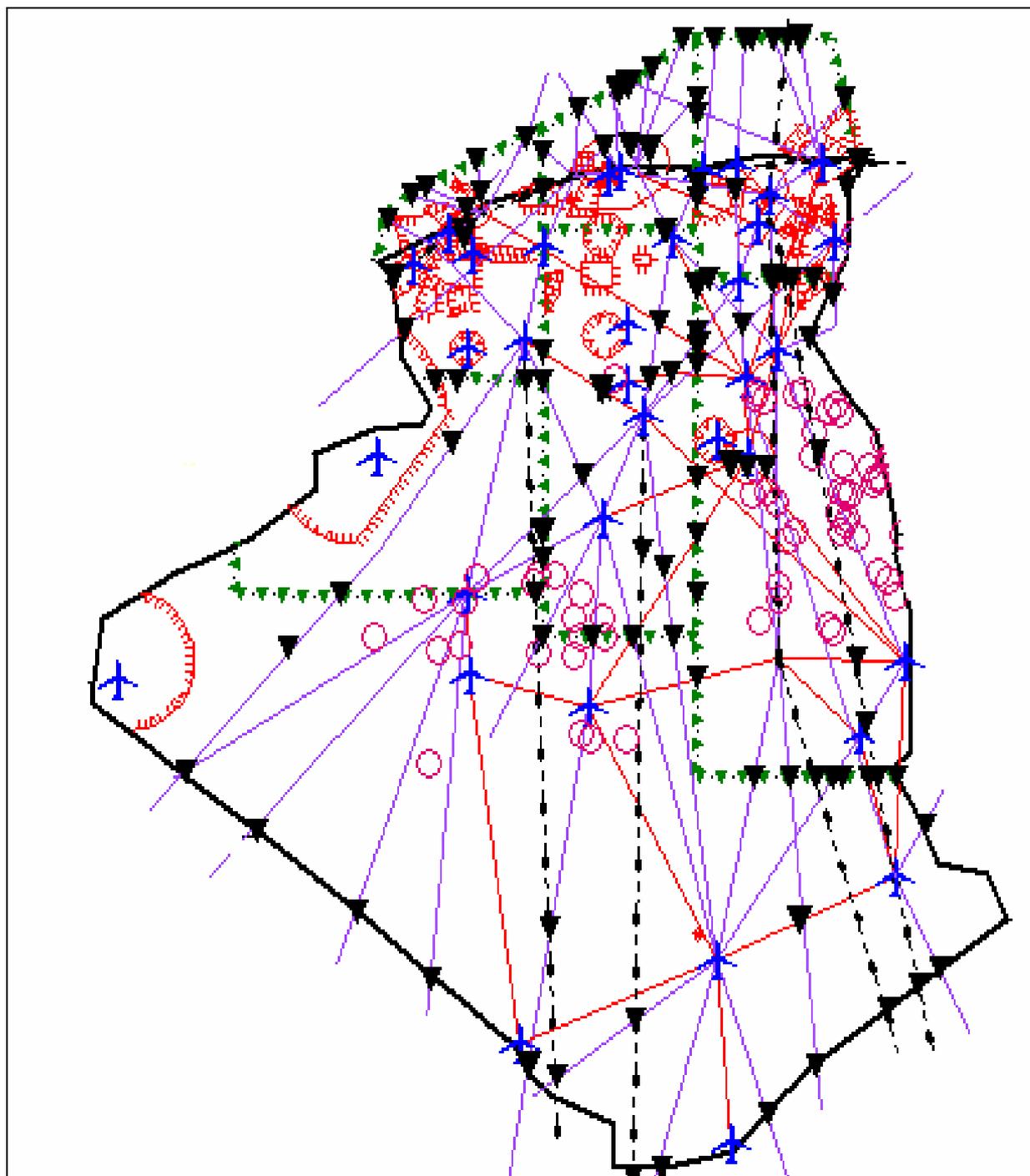


Figure IV.14: Représentation des routes aériennes en Algérie.

IV.2.1. Mise en œuvre du RVSM, RNP, RNAV en Algérie

a) Mise en Œuvre du RVSM en Algérie

Le Nord de l'espace Algérien est devenu RVSM le 25 Octobre 2007. Les procédures RVSM en Algérie consistent à garantir un minimum de séparation verticale de 300 mètres (1000 pieds) entre les niveaux de vol FL 290 et FL410 inclus, désigné Minimum Réduit de Séparation Verticale (RVSM) dans la partie Nord de la FIR Alger.

L'espace aérien RVSM ne couvrant pas la totalité de la FIR Alger, il y a création d'une zone de transition RVSM au Sud de l'espace aérien RVSM de la FIR Alger. (Figure IV.15).

b) Mise en Œuvre du RNP en Algérie

- Mise en œuvre de la RNP 5 sur la partie Nord de la FIR (jusqu'au 29N) pour les routes aériennes d'orientation Est-ouest/Ouest Est est appliquée en 2005.
- Mise en œuvre de la RNP 12,6 sur la partie Sud de la FIR est appliquée en 2005.

c) Mise en Œuvre du RNAV en Algérie

Le réseau de route actuel en Algérie comporte plusieurs routes RNAV, surtout sur la partie Sud qui est due au manque de disponibilité des moyens radios navigation dont l'implantation est rendue difficile par la nature semi-désertique des régions traversées. La navigation RNAV se présente donc comme la meilleure solution pour améliorer et optimiser le réseau de routes.

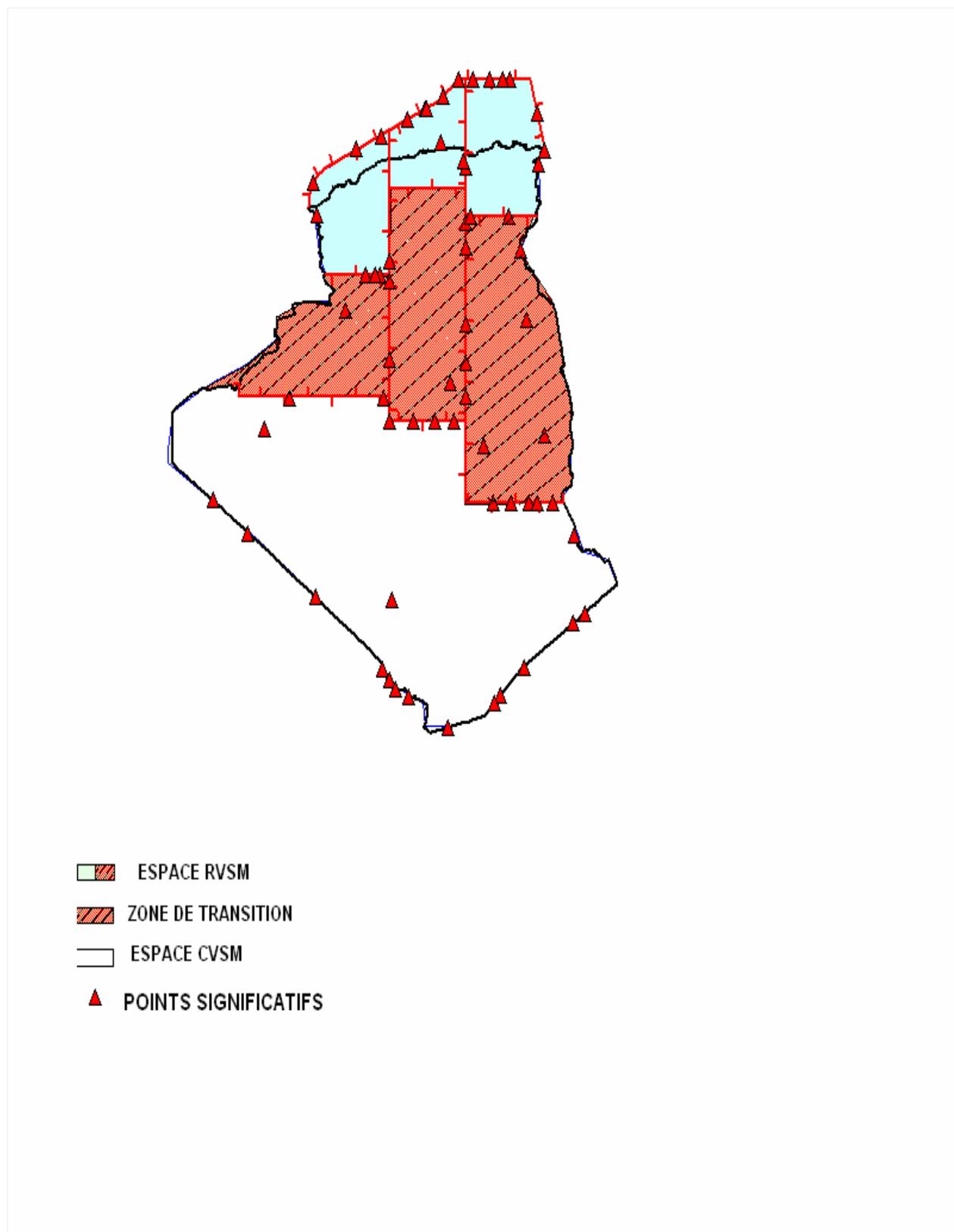


Figure IV.15 : Représentation de l'espace aérien RVSM en Algérie.

IV.3.Proposition des nouvelles stations de communication

Le trafic dans l'espace aérien Algérien est en croissance constante. Sans la technologie la plus récente, ce trafic ne pourrait plus être géré. La radio, les instruments de navigation sont les pierres angulaires de cette technique.

Les radiocommunications et télécommunications regroupant les communications HF-VHF, les communications par réseau avec les autres centres de contrôle ainsi que les liaisons informatiques permettant l'échange des données de gestion du trafic aérien.

Actuellement, les activités de recherche et développement dans le domaine des communications concernent surtout les communications air-sol. Celles-ci reposent aujourd'hui sur des liaisons vocales entre pilotes et contrôleurs, transitant par VHF.

IV.3.1. Hypothèses d'une nouvelle configuration élaborée par bureau des études

La nouvelle sectorisation est basée sur les hypothèses suivantes :

- Création d'un nouveau CCR au Sud donc une nouvelle FIR.
- Le diagramme de la nouvelle couverture Radar.
- L'amélioration de la couverture VHF
- L'introduction de la surveillance ADS/B.
- La mise en œuvre du RVSM.

La sectorisation proposée repose sur les résultats des statistiques du trafic, la charge de contrôle donnée par l'ACC, les critères de re-sectorisation mais surtout sur la création du nouveau CCR de Tamanrasset qui sera chargé du contrôle de la FIR Sud.

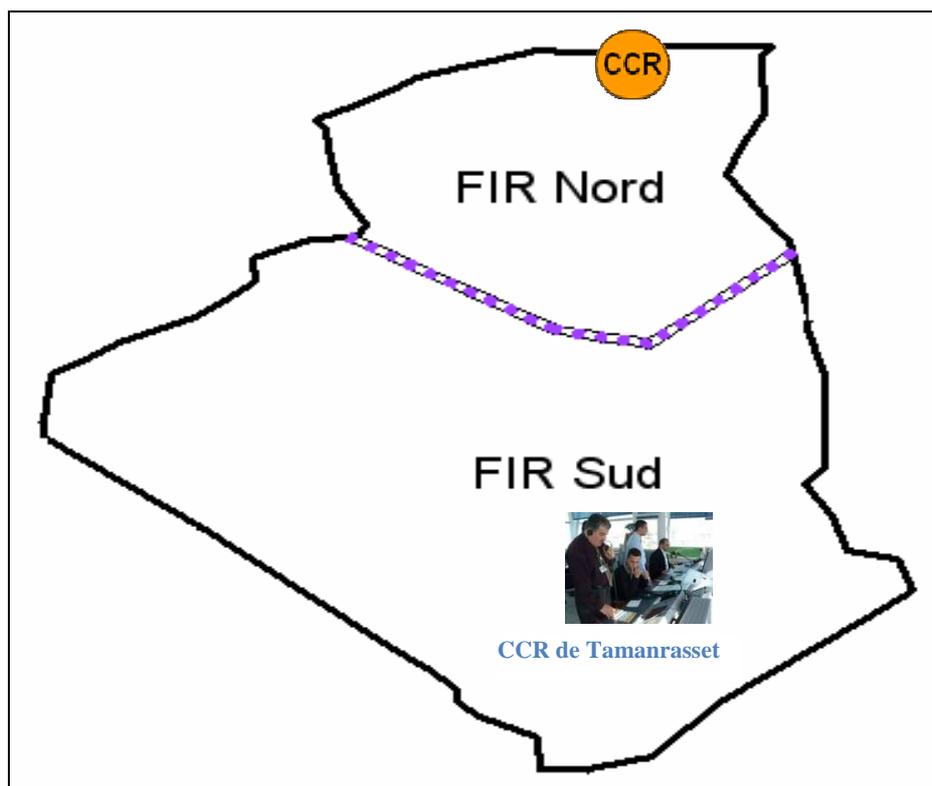


Figure IV.16 : Division des FIR

L'objet de la sectorisation de l'espace supérieur proposée s'exprime par :

- ✚ La nécessité d'assurer le contrôle des flux hauts altitude qui sont généralement :
 - ✓ Est-Ouest au Nord sur l'UA411
 - ✓ Nord-Sud de l'Europe vers l'Afrique Ouest et Sud sur les principales routes UM605, UM998 et UG859 au-dessus du FL280.
- ✚ La diminution de la charge de monitoring, d'où la nécessité de dimensionner les secteurs de telle sorte que le contrôleur peut bien exploiter son écran radar.
- ✚ La réduction au minimum des coordinations entre les secteurs supérieurs.
- ✚ La nécessité de placer les limites des secteurs loin des points d'intersections des routes pour mieux gérer les conflits.
- ✚ La répartition équilibrée des charges de contrôle dans chaque secteur pour que chaque binôme de contrôleur travaille de la même façon.
- ✚ La prise en considération de la couverture radar au-dessus du FL280 pour distinguer les secteurs qui seront contrôlés Radar et les secteurs qui seront contrôlés aux procédures.

IV.3.2. Positionnement des nouvelles stations VHF

La couverture VHF est actuellement inférieure à 90% de la totalité de la FIR. Des nouvelles antennes VHF doivent être installées sur les aérodromes de la FIR Nord et sud pour compléter la couverture actuelle et assurer le contrôle dans l'espace aérien Algérien.

Tableau IV.7 : L'emplacement des nouvelles stations VHF

	Site	Nombre
FIR Nord	Alger	4
	Annaba	1
	Constantine	2
	Oran Senia	1
	Oran Bel Horizon	2
	Tiaret	1
	El Bayadh	1
	Biskra	1
	El Golea	1
	Ghardaïa	2
	Hassi Messaoud	2
FIR Sud	In Salah	1
	In Aminas	2
	Djanet	1
	Adrar	2
	Illizi	1
	In Guezam	1
	Tindouf	1
	Chenachene	1
	B.B.Mokhtar	1
	Tamanrasset	2
	Bechar	2

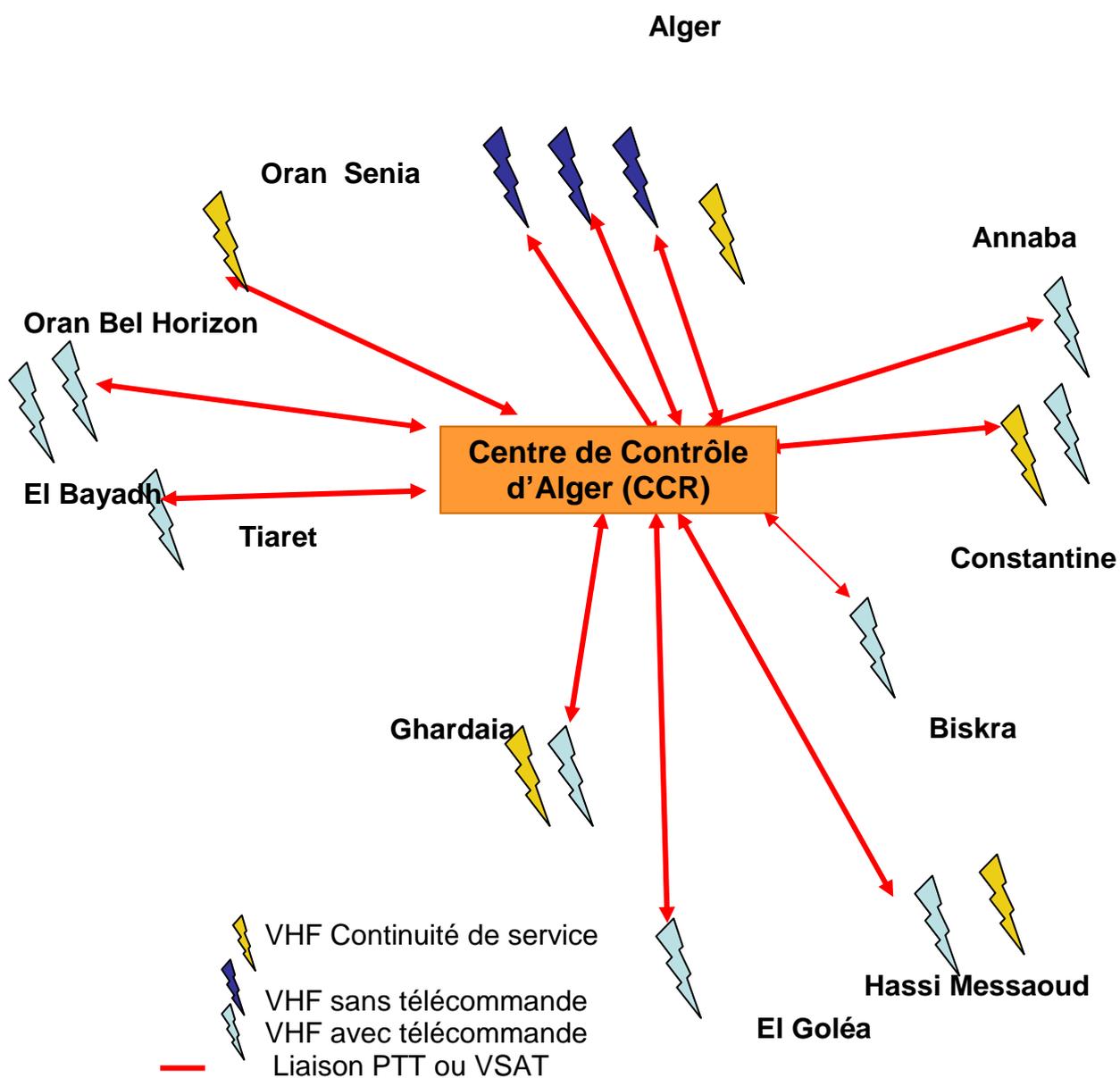


Figure IV.17 : Stations VHF de la FIR Nord

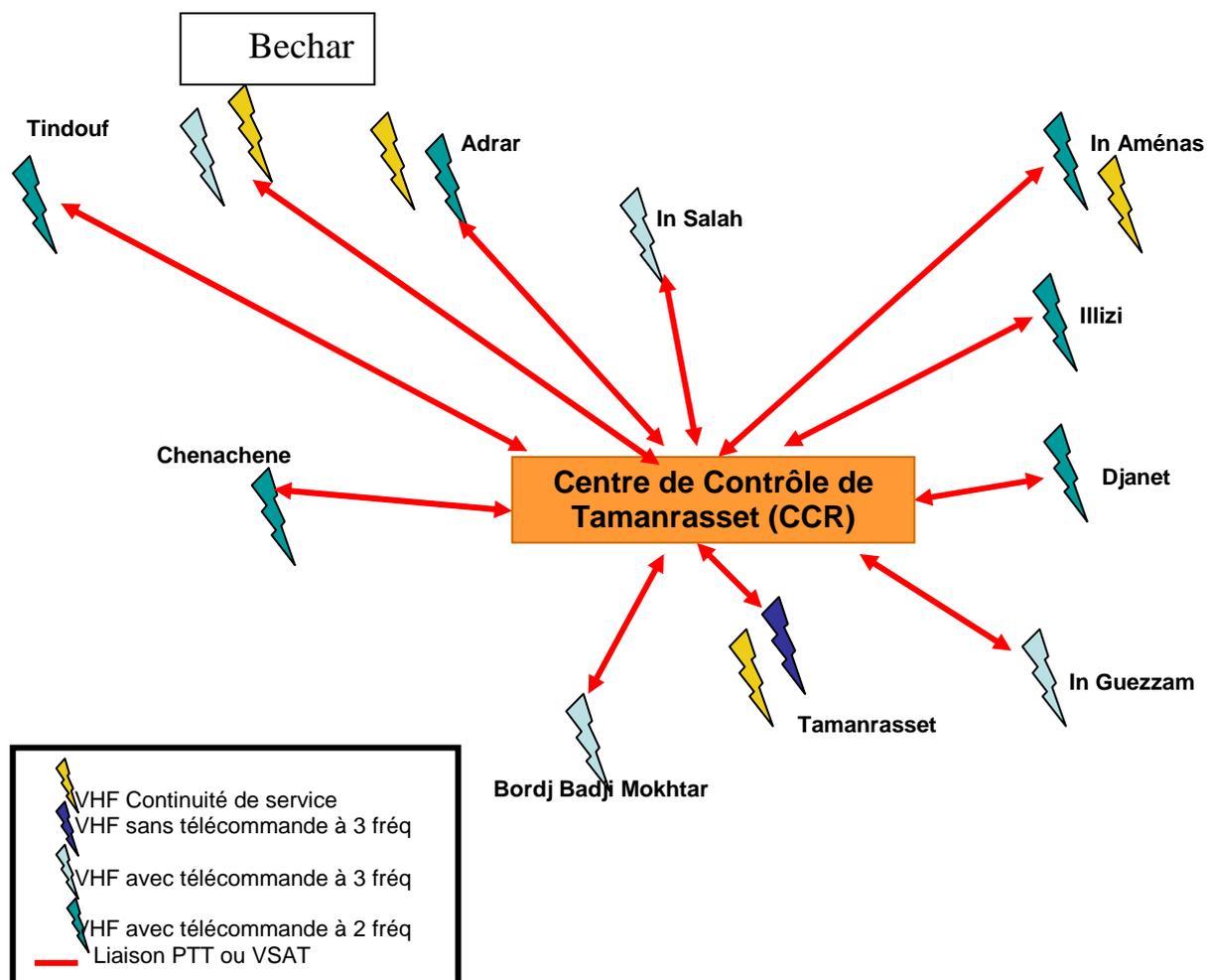


Figure IV.18 : Stations VHF de la FIR Sud

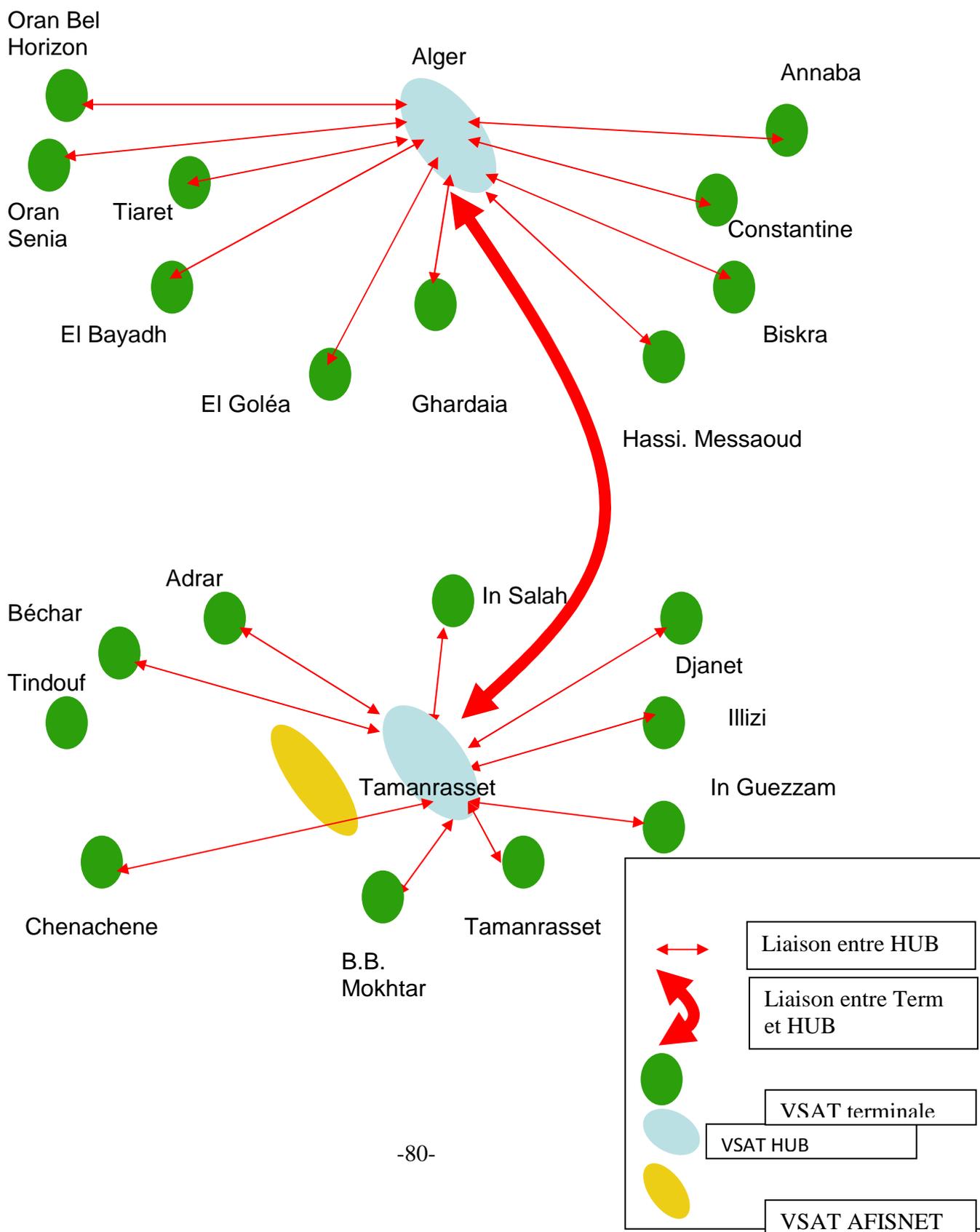
Un support VSAT sera installé dans divers région du pays pour assurer la continuité de service. (Voir figure V.19)

Tableau IV.8 : L'emplacement des nouvelles stations VSAT

Site	
FIR Nord	Alger
	Annaba
	Constantine
	Oran Senia
	Oran Bel Horizon
	Tiaret
	El Bayadh
	Biskra
	El Golea
	Ghardaïa
	Hassi Messaoud
FIR Sud	Djanet
	Adrar
	Illizi
	In Guezam
	Tindouf
	Chenachene
	B.B.Mokhtar
	Tamanrasset
	In Salah
	Bechar

Signalons qu'il va avoir une station VSAT AFISNET à Tamanrasset pour la coordination avec les FIR adjacentes de Dakar, Niamey, N'Djamena et Tripoli.

Figure IV.19 : Stations VSAT



IV.4 Conclusion

Cette étude permettra d'augmenter la capacité globale de l'espace aérien Algérien, en améliorant les services rendus et le niveau de sécurité aérienne. Ces évolutions reposent sur les moyens CNS actuels et sa mise en œuvre, nécessite une formation spécifique du personnel et la rédaction de nouvelles lettres d'Accord avec les organismes étrangers voisins et les organismes d'Approche.

L'Algérie serait alors doté d'un système de contrôle efficace et performant que les compagnies qui contournent aujourd'hui l'espace national n'hésiteraient plus à emprunter.

Conclusion générale:

Le transport aérien est le domaine de transport qui connaît la croissance la plus rapide.

Cette augmentation du trafic aérien, nécessite de plus en plus d'outils de contrôle performant à l'instar du concept CNS/ATM.

La position stratégique de l'Algérie, l'oblige à faire face à l'augmentation de son trafic aérien par la mise en place des stations de communication HF-VHF; ainsi que la communication par satellite VSAT.

L'implantation des antennes HF-VHF dans les différents aérodromes de la FIR Nord ainsi que leur liaison avec le centre de contrôle régional et le positionnement des antennes installées au sud ainsi que leur liaison avec le futur centre du contrôle à Tamanrasset, contribue fortement à l'amélioration de la couverture radio Algérienne, et par voie de conséquence la mise en œuvre du concept CNS /ATM en Algérie.