

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

Université de Blida -1-

Institut d'aéronautique et des études spatiales



Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Spécialité: Exploitation Aéronautique

Thème

**Ré-sectorisation de l'espace aérien algérien en
tenant compte une deuxième FIR**

Soutenu par : BENMEGGOURA Sara
Le 29 /10/2016

Encadré par :

- M^{me}. F. DRARNI
- M^r. GUELMAOUI Abderazek

2015-2016

Remerciements

Je remercie tous d'abord le dieu le tout puissant qui m'a fait ouvrir les portes de savoir et qui a donné la force et la volenté de poursuivre mes études.

*J'exprime mes gratitude à ma promotrice **M^{me}.F.DRARNI** qu'elle m'a encadrée et l'encouragée ainsi que pour les précieux conseils qu'elle m'a apporté et pour sa patience.*

*Je tient à remercier vivement mon encadreur **Mr.A.GUELMAOUI** ,directeur au sein de l'ENNA,pour la confiance qui m'a accordé en proposant ce sujet de mémoire et pour m'avoir guidé grace à ces compétences dans mon travail de recherche en tant qu'encadreur*

*Je tien à remercier également **M^{me}.C.BOUGUERE** chef service au département de developement de la navigation aérien, pour son aide et son orientations efficaces.*

*Je remercie ,plus particulièrement, **Mr.M.ADJEROUD** pour tous le soutien, l'aide et l'encouragement.*

*Je remercie également **M^{lle} H.BEN BRAHIM** pour tous son aide.*

Mes remerciments vont également à toutes les personnes qui m'ont aidées, soutenues et encouragées de prés ou de loins tout le long de mes études.

Je remercie cardunalement les membre de jury qui ont consacré de leurs temps pour examiner mon travail et juger mon comportement.

LISTE DES ABREVIATIONS

ADS-B : Surveillance dépendante automatique en mode diffusion.

ADS-C : Surveillance dépendante automatique en mode contrat.

ATC : Contrôle de trafic aérien.

ATS : Service de la circulation aérien.

ATM : Gestion de l'espace aérien.

CA : Circulation Aérienne.

CTA : Région de contrôle.

CTR : Zone de contrôle.

CCR : Centre de contrôle régional.

ENNA : Etablissement National de la Navigation Aérienne.

FL : Niveau de vol.

FIR : Région d'information de vol.

OACI : L'Organisation de l'Aviation Civile Internationale.

PDGEA : Plan de Développement de la Gestion de l'Espace Aérien.

PSR : Radar primaire de surveillance.

SSR : Radar secondaire de surveillance.

TMA : Région de contrôle terminale.

UIR : Région supérieure d'information de vol.

VHF : Très haute fréquence.

RESUME

Dû à l'augmentation continue du trafic aérien algérien d'année en année, et afin d'assurer un service continue de la gestion de cet espace aérien, qui rencontre actuellement une saturation, il a été décidé la création d'un deuxième CCR à Tamanrasset qui prendra en charge une partie du trafic pour alléger la charge du travail du CCR Alger et jouera en même temps le BACK-UP au CCR Alger, toute en assurant un haut niveau de sécurité des vols.

De ce fait une nouvelle sectorisation de l'espace aérien algérien s'impose, en tenant compte d'une deuxième FIR, moyennant l'installation de nouveaux équipements de navigations, communications et surveillances ainsi que des supports de télécommunication adéquats.

ABSTRACT

Due to the increase of air traffic in Algeria year to year, and in order to guarantee a continuous management of this airspace that is currently facing saturation. It has been decided to create a second ACC (Area Control Center) in Tamanrasset that will be in charge of parts of the traffic to reduce workload for Algiers' ACC and at the same time be its backup, all with assuring a high level of safety.

Because of that, a new segmentation of Algerian airspace is imposed, taking under count a second FIR through the installation of brand new equipments for navigation, communication and surveillance as well as adequate supports of telecommunication.

ملخص

بفعل التزايد المستمر للحركة الجوية الجزائرية من سنة للأخرى، ولضمان الخدمة المستمرة لتسيير الفضاء الجوي الجزائرية الذي يعاني حاليا ضغطا كبيرا حيث أصبح غير قادر على تحمل تزايد الحركة الجوية فقد تقرر إنشاء مركز جديد للمراقبة الجوية بتمنراست الذي سيستكلف بمراقبة جزء من الحركة الجوية الجزائرية وذلك للتخفيف من الضغط الذي يعاني منه مركز المراقبة الحالي ولكي يكون في نفس الوقت سندا له. مع ضمان مستوى عال لسلامة الطيران.

وهكذا أصبح من الضروري إعادة تقسيم الفضاء الجوي الجزائري مع الأخذ بعين الاعتبار إدماج منطقة معلومات طيران جديدة، مع تركيب معدات جديدة خاصة بالملاحة، الاتصالات، المراقبة ومتوسطة الاتصالات السلوكية واللاسلكية الكافية.

Le trafic aérien cumule des augmentations importantes d'année en année, cette tendance et est appelée, sans nul doute, à se poursuivre voire s'accélérer. Il a passé de quelques millions de passagers en 1950 à presque quatre milliards en 2015 ^[8]. L'organisation de l'aviation civile internationale (OACI) estime que le nombre de passagers aériens atteindra les six milliards ^[8] d'ici 2030.

De ce fait, la FIR Alger, de par sa position géographique d'interface entre la région Afrique et la région Europe, subira inévitablement les effets de la croissance du trafic aérien des groupes de routes internationales Afrique-Europe et intra-Afrique.

Afin de répondre à l'augmentation du trafic aérien dans la FIR Alger durant les années à venir, et à une utilisation optimale de l'espace aérien algérien tout en assurant un haut niveau de sécurité, une augmentation de la capacité du système et l'utilisation flexible de l'espace aérien et également assurer une interopérabilité avec les FIRs adjacentes, l'Algérie a inscrit dans son programme de développement, un deuxième projet appelé Plan de développement de la gestion de l'espace aérien algérien (PDGEA) après celui initié déjà en l'an 2000 (TRAFCA). Pour ce fait un renforcement de la couverture radar et la sécurité des réseaux de télécommunications liés à la navigation aérienne est prévu tandis que le centre de contrôle régional à Tamanrasset est déjà en cours d'aménagement.

L'objectif de ce mémoire et de réaliser une approche pour une nouvelle sectorisation de l'espace aérien algérien par l'introduction d'une deuxième FIR c'est bien la FIR de Tamanrasset.

Ce mémoire se présente en quatre chapitres :

Dans le chapitre premier, nous présentons les principaux éléments théorique sous tendant notre démarche pratique.

Dans le chapitre second, nous étudions l'espace aérien algérien, la sectorisation actuelle de cet espace, les moyens et les équipements actuels et futurs. Nous déterminons aussi les lacunes de l'existant.

Dans le chapitre troisième, nous étudions l'évolution du trafic aérien algérien en route et le trafic aéroportuaire durant la période s'étalant de 1999 jusqu'à 2015 pour avoir une projection sur le trafic des quinz ans à venir (2016-2030) pour arriver finalement à déterminer les différents taux de croissance du trafic aérien algérien.

Dans le chapitre quatrième, nous réalisons l'approche de la nouvelle sectorisation avec une estimation du trafic horaire moyen et de pointe.

CHAPITRE I

Généralités

I.1 Définitions :

Aérodrome contrôlé : Aérodrome où le service du contrôle de la circulation aérienne est assuré au bénéfice de la circulation d'aérodrome ^[1].

Aéroport international : Tout aéroport situé dans le territoire d'un État contractant, désigné comme aéroport d'entrée et de sortie, destiné au trafic aérien international et où s'accomplissent les formalités de douane, de contrôle des personnes, de santé publique, de contrôle vétérinaire et phytosanitaire et autres formalités analogues ^[1].

Aéronef : Tout appareil qui peut se soutenir dans l'atmosphère grâce à des réactions de l'air autres que les réactions de l'air sur la surface de la terre ^[1]

Altitude : Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et le niveau moyen de la mer (MSL) ^[1].

Approche rada : Approche dans le cadre de laquelle la phase finale est exécutée sous la direction d'un contrôleur utilisant un radar.

Centre de contrôle régional (ACC) : Organisme chargé d'assurer le service du contrôle de la circulation aérienne pour les vols contrôlés dans les régions de contrôle relevant de son autorité ^[1].

Circulation aérienne : Ensemble des aéronefs en vol et des aéronefs évoluant sur l'aire de manœuvre d'un aérodrome ^[1].

Communications air-sol : Communications bilatérales entre aéronefs et stations ou points au sol ^[1]

Contact radar : Situation dans laquelle la position radar d'un aéronef donné est vue et identifiée sur un affichage de situation ^[1].

Contrat ADS : Moyen par lequel les modalités d'un accord ADS sont échangées entre le système sol et l'aéronef, et qui spécifie les conditions dans lesquelles les comptes rendus ADS débiteront et les données qu'ils comprendront ^[1].

Contrôle aux procédures : Expression utilisée pour indiquer que les renseignements donnés par un système de surveillance ATS ne sont pas nécessaires pour la fourniture du service de contrôle de la circulation aérienne ^[1].

Contrôle d'aérodrome : Service du contrôle de la circulation aérienne pour la circulation d'aérodrome ^[1].

Contrôle d'approche : Service du contrôle de la circulation aérienne pour les aéronefs en vol contrôlé à l'arrivée ou au départ ^[1].

Contrôle d'exploitation : Exercice de l'autorité sur le commencement, la continuation, le déroutement ou l'achèvement d'un vol dans l'intérêt de la sécurité de l'aéronef, ainsi que de la régularité et de l'efficacité du vol ^[1].

Contrôle régional : Service du contrôle de la circulation aérienne pour les aéronefs en vol contrôlé à l'intérieur des régions de contrôle ^[1].

Conflit : Convergence réelle ou prévisible d'un aéronef qui viole un ou plusieurs minima d'espacement ^[1].

Espace aérien :

La notion d'espace aérien permet d'évoquer la portion de l'atmosphère terrestre, sur terre ou sur l'eau, qui est réglementée par un pays en particulier. Selon le type d'opérations concernées, le niveau de sécurité et la circulation (trafic) des aéronefs, il y a lieu de parler de différents types d'espace aériens comme l'espace aérien contrôlé ou l'espace aérien à usage spécial.

L'organisation de l'aviation civile internationale (OACI) divise l'espace aérien en sept parties, nommées par une lettre, de A à G, la classe A correspond au secteur ayant le plus haut niveau de contrôle, tandis que la classe G se réfère à l'espace aérien non contrôlé ^[2].

Espace aérien contrôlé : Espace aérien de dimensions définies à l'intérieur duquel le service du contrôle de la circulation aérienne est assuré selon la classification des espaces aériens ^[1].

Espace aérien à usage spécial :

Espace aérien classé comme :

- a) Espace aérien consultatif de classe F, espace aérien réglementé de classe F, ou espace aérien dangereux de classe F, peut être Contrôlé ou non Contrôlé ou les deux.
- b) Zone d'opération militaire.
- c) Espace aérien assigné par l'ATC (zone militaire).
- d) Espace aérien restreint par la diffusion d'un NOTAM pour des restrictions relatives à la l'utilisation d'aéronefs lors d'incendies de forêts.
- e) Tout autre espace aérien restreint par la diffusion d'un NOTAM pour des incendies de puits de pétrole, les zones sinistrées...etc. ^[2].

Espace aérien à service consultatif : Espace aérien de dimensions définies, ou route désignée, où le service consultatif de la circulation aérienne est assuré ^[1].

Espaces aériens des services de la circulation aérienne : Espaces aériens de dimensions définies, désignés par une lettre de l'alphabet, à l'intérieur desquels des types précis de vol sont autorisés et pour lesquels il est spécifié des services de la circulation aérienne et des règles d'exploitation ^[1].

Exploitant : Personne, organisme ou entreprise qui se livre ou propose de se livrer à l'exploitation d'un ou de plusieurs aéronefs ^[1].

Mouvements commerciaux : Mouvements d'aéronefs appartenant à des compagnies aériennes effectuant le transport des passagers et de fret (régulier et non régulier) ^[2].

Mouvements 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.), évacuation (évacuation sanitaire) nationaux et étrangers ^[2].

Point de transfert de contrôle. Point défini situé le long de la trajectoire de vol d'un aéronef où la responsabilité d'assurer les services du contrôle de la circulation aérienne à cet aéronef est transférée d'un organisme de contrôle ou d'un poste de contrôle à l'organisme ou au poste suivant ^[1].

Région d'information de vol (FIR) : Espace aérien de dimensions définies à l'intérieur duquel le service d'information de vol et le service d'alerte sont assurés ^[1].

Région de contrôle terminale : Région de contrôle établie, en principe, au carrefour de routes ATS aux environs d'un ou de plusieurs aérodromes importants ^[1].

Région de contrôle : Espace aérien contrôlé qui s'étend vers le haut et verticalement à partir d'une hauteur spécifiée au-dessus de la surface de la terre ^[1].

Route : Projection sur la surface de la terre de la trajectoire d'un aéronef, trajectoire dont l'orientation, en un point quelconque, est généralement exprimée en degrés par rapport au nord (vrai, magnétique ou grille) ^[1].

Route ATS : Route déterminée destinée à canaliser la circulation pour permettre d'assurer les services de la circulation aérienne ^[1].

Radar : Dispositif de radiodétection qui fournit des renseignements sur la distance, l'azimut et/ou l'altitude d'objets ^[1].

Radar de surveillance : Équipement radar utilisé pour déterminer la position d'un aéronef en distance et en azimut ^[1].

Radar primaire de surveillance (PSR) : Dispositif radar de surveillance utilisant des signaux radio réfléchis ^[1].

Radar secondaire de surveillance (SSR) : Dispositif radar de surveillance utilisant des émetteurs/récepteurs (interrogateurs) et des transpondeurs ^[1].

Surveillance dépendante automatique en mode diffusion (ADS-B) : Moyen par lequel des aéronefs, des véhicules d'aérodrome et d'autres objets peuvent automatiquement transmettre et/ou recevoir des données telles que des données d'identification, de position et autres, selon les besoins, sur une liaison de données fonctionnant en mode diffusion ^[1].

Service de la circulation aérienne : Terme générique désignant, selon le cas, le service d'information de vol, le service d'alerte, le service consultatif de la circulation aérienne, le service du contrôle de la circulation aérienne (contrôle régional, contrôle d'approche ou contrôle d'aérodrome) ^[1].

Vol contrôlé : Tout vol exécuté conformément à une autorisation du contrôle de la circulation aérienne ^[1].

Vol IFR : Vol effectué conformément aux règles de vol aux instruments ^[1].

Vol VFR : Vol effectué conformément aux règles de vol à vue ^[1].

Le terme «service» : correspond à la notion de fonctions ou de service assuré ^[1].

Le terme «organisme» : désigne une entité administrative chargée d'assurer un service ^[1].

I.2 Généralités :

I.2.1 Généralités sur la circulation aérienne :

I.2.1.1 Circulation aérienne :

La circulation aérienne représente l'ensemble des mouvements aériens de tous les aéronefs civils commerciaux et privés, militaires opérationnels ou non ainsi que les aéronefs en essai ou en cours de certification.

La circulation aérienne est séparée en deux grandes catégories ^[1] :

I.2.1.1.1 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 leurs nature.
- 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).

➤ La CAG relève du ministère du transport ^[1].

I.2.1.1.2 Circulation Aérienne Militaire CAM :

Comporte Deux type 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 :**

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

➤ La CAM relève du ministère d'Armées ^[1].

I.2.1.2 les services de la circulation aérienne :

Conformément au paragraphe 2.3 de l'annexe 11 de la convention relative à l'aviation civile internationale, les services de la circulation aérienne sont subdivisés en trois ^[3] :

- Le service d'alerte.
- Le service d'information de vol.
- Le service de contrôle.

I.2.1.2.1 Service d'alerte :

Sa mission principale est de déclencher l'alerte auprès des organismes de recherche et de sauvetage auprès des centres de coordination de sauvetage (RCC pour Rescue Coordination Center) lorsque les aéronefs ont besoin d'aide (aéronefs ne s'étant pas reportés dans les délais réglementaires ou ayant envoyé un message ou signal d'urgence ou de détresse). Les centres de coordination de sauvetage (RCC) déterminent les moyens à mettre en œuvre et organisent les opérations de recherche et de sauvetage dites opérations recherche et sauvetage (SAR).

Tous les services ATC sont tenus d'assurer le service d'alerte ^[3].

I.2.1.2.2 Le service d'information de vol (FIS) :

Le rôle de ce service est de délivrer toute information utile à l'exécution sûre et efficace des vols. Il permet de disposer durant le vol de renseignements concernant les conditions météorologiques sur le parcours, l'état des aérodromes et des installations radioélectriques, la présence éventuelle, si elle est connue par l'organisme, d'un aéronef dont la trajectoire pourrait interférer avec celle d'un autre appareil. L'information de vol peut aller jusqu'à la transmission de suggestions des manœuvres pour empêcher les collisions.

Le service d'alerte et le service d'information de vol sont fournis pour tous les aéronefs se trouvant à l'intérieur d'une région d'information de vol FIR ^[3].

I.2.1.2.3 Le service de contrôle (ATC) :

L'objectif général du service de contrôle est d'empêcher les abordages entre les aéronefs, d'accélérer et de régulariser la circulation aérienne et d'empêcher les collisions sur l'aire de manœuvre entre les aéronefs qui évoluent au sol et les obstacles (grue, véhicule, etc.) ^[3].

En fonction de la phase du vol, le service ATC a été subdivisé en trois parties :

- a) Le contrôle d'aérodrome (décollage/atterrissage).
- b) Le contrôle d'approche (en évolution).
- c) Le contrôle en route (évolution/croisière).

I.2.1.3 Régime de vols :

On peut distinguer les régimes de vols suivants:

I.2.1.3.1 Vol VFR :(Visual Flight Rules) ou régime de vol à vue:

C'est un régime de vol qui est soumis à des conditions de météorologie assez bonnes. En général le vol VFR demande une bonne visibilité et des plafonds nuageux assez élevés ^[1].

I.2.1.3.2 Vol IFR : (Instrument Flight Rules) ou régime de vol aux instruments:

Le pilote navigue alors grâce au matériel de radio-navigation et n'a donc pas besoin de références visuelles (elles sont alors beaucoup plus basses qu'en VFR) ^[1].

I.2.1.4 Le concept de gestion du trafic aérien ATM :

I.2.1.4.1 Définition :

Gestion dynamique intégrée de la circulation aérienne et de l'espace aérien, comprenant les services de la circulation aérienne, la gestion de l'espace aérien et la gestion des courants du trafic aérien –de façon sûre, économique et efficace- par la mise en œuvre des installations et des services sans discontinuité en collaboration avec tous les partenaires et faisant intervenir des fonctions embarquées et des fonctions au sol^[1].

I.2.1.4.2. Objectifs de l'ATM :

- Garantir un haut niveau de sécurité.
- Augmenter la capacité du système, et optimiser l'utilisation de l'espace aérien.
- L'utilisation efficace et flexible de l'espace aérien.
- Planification plus dynamique des vols.
- Diminuer les retards et les coûts d'exploitation.
- Réduire la charge de travail des contrôleurs, et augmenter la productibilité ^[1].

I.2.1.4.3. Les composantes du système ATM :

- ASM : gestion de l'espace aérien.
- ATFM : gestion des courants de trafic aérien.
- ATS : service de circulation aérienne :
 - FIS : services d'information de vol.
 - AL : service d'alerte
 - ATC : service de contrôle (contrôle en route, contrôle d'approche, contrôle d'aérodrome ^[1]).

I.2.2 Généralités sur le contrôle aérien :

I.2.2.1 Contrôle du trafic aérien :

Le contrôle du trafic aérien (en anglais Air Traffic Control ou ATC), ou contrôle de la circulation aérienne, ou également appelé contrôle aérien, est l'un des trois types de services de la circulation aérienne. Il est rendu par les contrôleurs aériens aux aéronefs afin d'aider à l'exécution sûre, rapide et efficace des vols. Il consiste aussi à accélérer et ordonner la circulation aérienne ^[3].

I.2.2.1.1 Les fonctions du service de contrôle :

Le service du contrôle de la circulation aérienne consiste à :

- Assurer la sécurité des aéronefs en évitant les abordages et les collisions avec les obstacles.
- Assurer l'écoulement sûr et rapide du trafic aux moyens d'instructions et d'autorisations du contrôle.
- Assurer la régularité des vols ^[3].

I.2.2.1.2 Buts du service de contrôle :

Le service de contrôle est assuré dans les buts suivants :

- Prévenir les collisions entre aéronefs (techniquement "abordages") ou entre un aéronef et un obstacle.
- Accélérer et ordonner la circulation aérienne ^[3].

I.2.2.1.3 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 ^[3].

I.2.2.1.4 Moyens utilisés pour assurer le 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 ^[3].

I.2.2.2 Types de contrôle :

On distingue les trois types de contrôle suivants:

I.2.2.2.1 Contrôle d'aérodrome :

Gestion des phases de roulage, de décollage et d'atterrissage, il s'effectue à partir des tours de contrôle (TWR) et consiste à contrôler les atterrissages et les décollages ainsi que toute la circulation au sol des avions [2].

I.2.2.2.2 Contrôle d'approche :

Gestion du trafic en étape préparatoire à l'atterrissage ou post-décollage dans une zone proche d'un aérodrome, s'effectue par les centres de contrôle d'approche. Il s'agit de guider les aéronefs depuis la croisière vers l'axe de la piste où ils seront pris en charge par la tour de contrôle d'aérodrome et de guider les aéronefs au décollage, depuis leur transfert par la tour de contrôle jusqu'à leur point de sortie de la zone d'approche en cas de surcharge, le contrôleur peut ouvrir des circuits d'attente où les aéronefs vont évoluer appelés des stacks [2].

I.2.2.2.3 Contrôle en route :

Il concerne essentiellement le trafic en croisière entre les aérodromes. Il est géré par des CCR (Centre Contrôle Régionale). Chaque CCR est responsable d'une FIR (Flight Information Region) au-dessus de laquelle se situe un UIR (Upper Information Region) de même contour (en Algérie le centre de contrôle nationale régionale de Cherarba est le seul centre qui assure les services de la CA. Pour toute la FIR Alger) [2].

I.2.2.3 Système de contrôle automatisé du trafic aérien :

Un système de contrôle automatisé du trafic aérien a pour but d'aider le contrôleur aérien à remplir sa mission de contrôle. Ce système est composé de plusieurs sous-systèmes électroniques et informatiques interconnectés [4]

I.2.2.3.1 Les contextes du système de contrôle automatisé :

Un système de contrôle automatisé doit s'adapter au contexte de gestion de contrôle déterminé par l'espace aérien considéré [4] :

- **En route** : contrôle des aéronefs qui évoluent à haute altitude dans l'UIR et à moyenne altitude (dans la FIR).
- **Centre terminal** : pour les aérodromes importants.
- **Approche** : qui consiste à ordonner les avions à l'arrivée et les aligner avec un moyen de radionavigation tel que l'ILS ou à ordonner les avions au départ et à les guider vers la phase suivante.
- **Piste** : qui gère l'occupation de la (ou des) piste(s) de l'aérodrome.
- **Sol** : qui gère le roulage des avions entre la piste et l'aire de stationnement.

Pour être efficace dans tous ces contextes, le système doit s'adapter et être complété par des sous-systèmes évoluant pour faire face à ^[4]:

- **la différence des tendances à l'évolution d'un avion** : la trajectoire d'un aéronef en croisière sera beaucoup plus stable que celle d'un aéronef en espace terminal. Ceci conditionne beaucoup de paramètres tels que la fréquence de mise à jour des pistes radars.
- **la variété des normes de séparation** : toujours en croisière, la précision requise pour le positionnement d'un aéronef est moins importante qu'en espace terminal.
- **la gravité des pannes possibles** : la perte de l'image radar est bien plus grave si les avions sont proches et nombreux que si les avions sont en croisière et espacés.

Ces différentes situations ont mené à la conception d'un système adaptable.

I.2.2.3.2 Les missions du système de contrôle automatisé :

Le système de contrôle automatisé du trafic aérien peut être utilisé pour les missions suivantes ^[4] :

- **Contrôle opérationnel** : le contrôle du trafic réel.
- **Test et évaluation** : tous les sous-systèmes sont soumis à plusieurs phases de test et de validation.
- **Formation** : la formation des contrôleurs aériens doit pouvoir se faire dans de bonnes conditions et sur du trafic simulé. Dans cette mission, tous les acteurs extérieurs sont simulés (radars, centres adjacents, etc.). Une particularité de cette mission est la fonction de gel de l'exercice de contrôle.

I.2.3 Organisation de l'espace aérien :

I.2.3.1 Subdivision de l'espace aérien :

La Subdivision de l'espace aérien est faite pour :

- Séparer les différents types de trafic (CAM, CAG, IFR, VFR...etc.),
- Délimiter la responsabilité concernant le service rendu, l'espace aérien est divisé en plusieurs parties chacune étant adapté à la densité et au type de trafic auxquels elle est soumise tout d'abord en espace contrôlé et non contrôlé puis inférieur et supérieur et en différents espaces interdit, réglementé et dangereux [2].

I.2.3.1.1 Subdivision selon le service rendu :

I.2.3.1.1.1 Espace aérien contrôlé :

L'espace aérien contrôlé est un espace dans lequel les services rendus sont les services de contrôles, d'information de vol et d'alerte. Il comprend [2]:

1. Région supérieure de contrôle (UTA) : FL 245 - FL 460
2. La région inférieure de contrôle CTA : dans la CTA on distingue :
 - La région de contrôle terminal TMA
 - Les voies aériennes AWY
3. Les zones de contrôle CTR

I.2.3.1.1.1.1 Région supérieure de contrôle UTA

Afin de limiter le nombre de régions de contrôle que les aéronefs volant à haute altitude aurait à traverser, il a été créé une région de contrôle supérieur englobant tout l'espace aérien supérieur, l'UTA ayant pour base le niveau de vol FL 195 pour sommet le FL 460 [2].

I.2.3.1.1.1.2 Région inférieure de contrôle CTA

Sont délimitées de telle sorte qu'elles englobent un espace aérien suffisant pour contenir les trajectoires ou parties de trajectoires des aéronefs en vol IFR auxquels on désire fournir les services de contrôle de la circulation aérienne, compte tenu des possibilités des aides à la navigation normalement utilisées dans ces régions.

Dans la CTA on distingue [2]:

I.2.3.1.1.1.2.1 Région de contrôle terminale TMA :

Région de contrôle établie au carrefour de routes ATS, situé au-dessus d'un ou plusieurs aérodromes importants, les TMA peuvent être un espace contenant des trajectoires d'arrivée et de départ d'un ou plusieurs aéroports [2].

I.2.3.1.1.1.2.2 Voie aérienne RWY :

Elle se présente sous la forme de routes qui relient les TMA entre elles, équipé d'aides à la navigation, la largeur des voies aérienne est fixée à 10 NM [2].

I.2.3.1.1.3 Zone de contrôle CTR :

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 de 9.3 km (5 NM) à partir du centre de l'aérodrome [2].

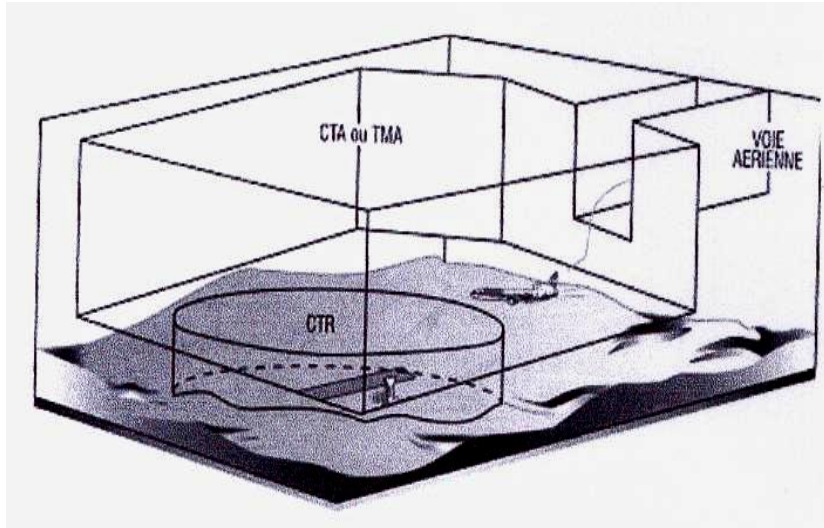


Figure I.1 : Espace aérien contrôlé

I.2.3.1.1.2. Espace aérienne non contrôlé :

Espace de trafic moindre, où l'intervention des services de la CA est limitée à l'information et l'Alerte. On distingue [2] :

- Région inférieure d'information de vol FIR.
- Région supérieure d'information de vol UIR
- Zone à statut particulier.
- Routes aérienne à service consultatif ADR.
- Routes supérieure à service consultatif ADRS.

I.2.3.1.1.2.1 Région inférieure d'information de vol FIR :

Région dans lesquelles les services d'information de vol sont assurés, leurs limites géographiques sont déterminées en fonction des caractéristiques de portée du moyen de liaison au sol, elles sont généralement adjacentes [2].

I.2.3.1.1.2.2 Région supérieure d'information de vol UIR :

Une région supérieure d'information de vol englobe l'espace aérien située à l'intérieur des limites latérales d'un certains nombres de FIRs [2].

I.2.3.1.1.2.3 Zone à statut particulier :

Il est admis que les états auront besoin de réglementer certaines parties de l'espace aérien d'une manière plus ou moins stricte ^[2]:

I.2.3.1.1.2.3.1 Zone interdite P (prohibited) :

Espace aérien de dimension définie, au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un état, dans les limites duquel, le vol des aéronefs est interdit. La zone est affectée d'une appellation composée de lettres de nationalité (ex : DA) suivi de la lettre (**P**) indiquant le type et le numéro de la zone. Un nom géographique peut être utilisé avec l'identification ^[2].

I.2.3.1.1.2.3.2 Zone réglementée R (regulated) :

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 subordonné à certaines conditions spécifiées. La zone est affectée d'une appellation composée de lettres de nationalité suivie de la lettre (**R**) indiquant le type et le numéro de la zone. Un nom géographique peut être utilisé avec l'identification ^[2].

I.2.3.1.1.2.3.3 Zone dangereuse D (dangerous) :

Espace aérien de dimensions définies, à l'intérieur duquel des activités dangereuses pour le vol des aéronefs peuvent se dérouler pendant des périodes spécifiées. La zone est affectée d'une appellation composée de lettres de nationalité suivi de la lettre (**D**) indiquent le type et le numéro de la zone. Un nom géographique peut être utilisé avec l'identification ^[2].

I.2.3.1.1.2.4 Routes Aériens à Service consultatif ADR :

Une route dans laquelle la densité du trafic aérien est suffisante pour justifier une fonction d'Information de vol approfondie, cette fonction particulière d'Information de vol est rendu par un service Consultatif de la circulation aérienne ^[2].

I.2.3.1.1.2.5 Routes supérieure à service Consultatif ADRS :

Ce sont des routes situées en espace aérien supérieur (des voies aériennes à l'intérieur des UIR) ^[2].

I.2.3.1.2 Division de l'espace aérien selon la densité de trafic :**I.2.3.1.2.1. Espace aérien inférieur :**

Il va de 450m de la surface de la terre ou de l'eau jusqu'au niveau FL 245^[2] :

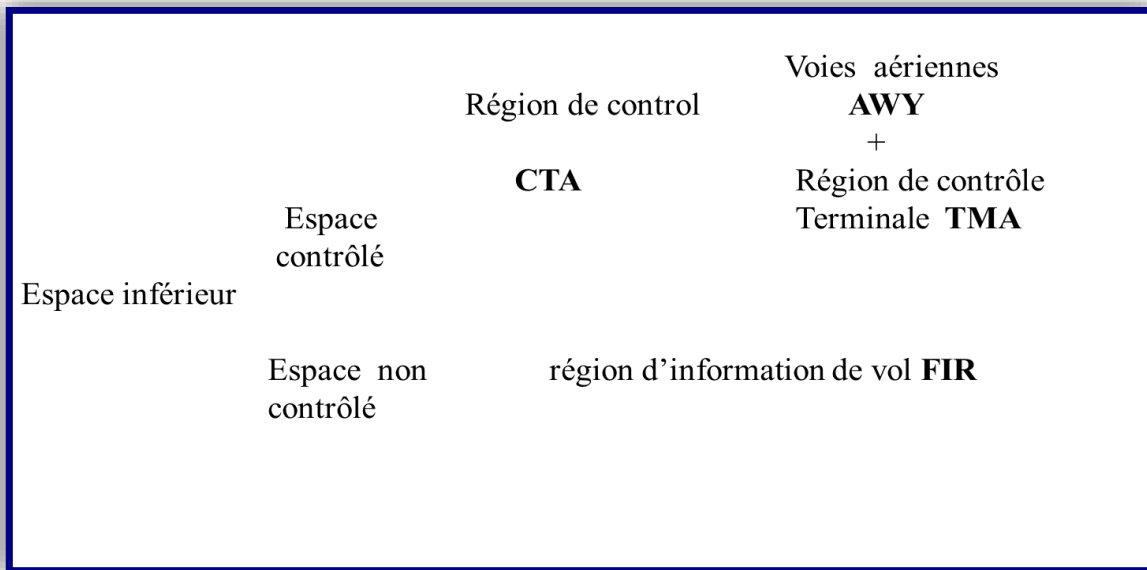


Figure I.2 : Limites de l'espace aérien inférieur

I.2.3.1.2.2 Espace aérien supérieur :

Il va u niveau FL 245 sans limitation de plafond voir figure [2]:

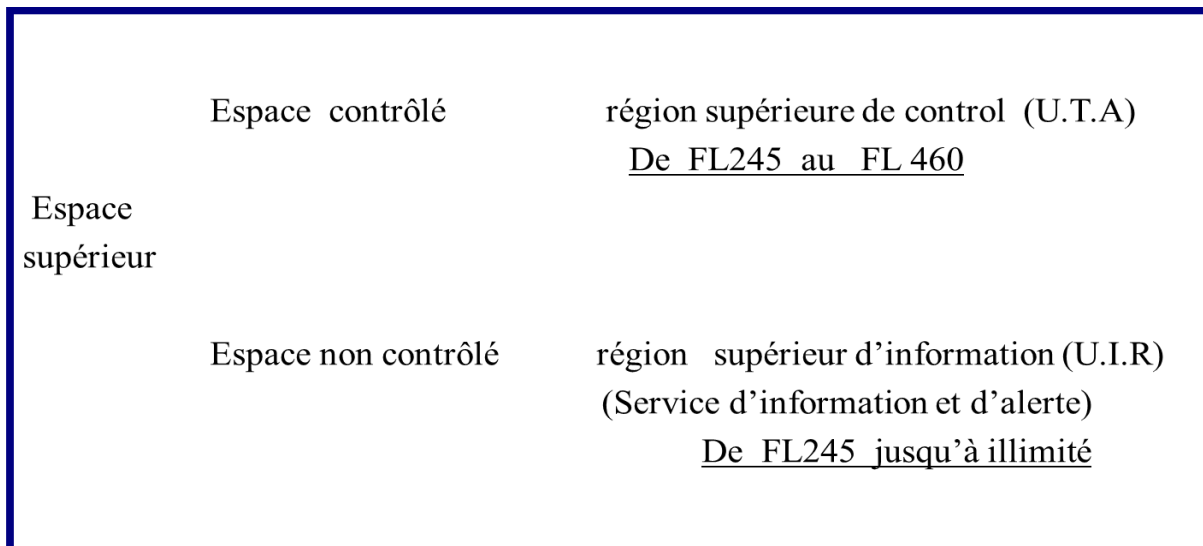


Figure I.3 : limites de l'espace aérien supérieur

I.2.3.2 Classification des espaces aériens :

I.2.3.2.1 Classe d'espace aérien :

Espace aérien de dimension définie, désignée par une lettre de l'alphabet à l'intérieur duquel des types précis de vol sont autorisés et pour lesquels il est spécifié des services de la CA et des règles d'exploitation ^[2].

I.2.3.2.2 Espace contrôlé :

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 ^[2].

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 ^[2].

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 ^[2].

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 ^[2].

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 ^[2].

I.2.3.2.2 Espace non contrôlé :

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 ^[2].

Classe G :

- les vols IFR et VFR sont admis
- Ils bénéficient du service d'information de vol s'ils le demandent ^[2].

I.2.4 généralités sur la sectorisation de l'espace aérien :

I.2.4.1 Le contrôle du trafic aérien et le problème de sectorisation de l'espace aérien :

Depuis le 17 décembre 1903, date à laquelle les frères Wright ont effectué le premier vol piloté avec un appareil à moteur plus lourd que l'air, l'aviation a beaucoup évolué.

La croissance du trafic aérien actuelle est estimée à 5% par an pour les prochaines quinze années.

Dans le ciel cohabitent plusieurs types d'aéronefs : des avions de tourisme, des avions de lignes, des appareils militaires, des appareils en essais ou encore des appareils utilisés pour des activités sportives telles que le vol à voile, l'aéromodélisme, etc. Si tous les appareils volaient sans respecter certaines règles, le trafic risquerait de devenir chaotique. Contrôler toutes ces activités afin d'assurer la sécurité est une tâche complexe et indispensable de la gestion du trafic aérien (ATM - Air Traffic Management). La sécurité de la circulation aérienne n'est donc pas assurée par les pilotes mais par les contrôleurs aériens, qui disposent de moyens de surveillance de la totalité du trafic ^[5].

I.2.4.2 Charge du travail des contrôleurs :

Les aéronefs décollent de leur aérodrome de départ et rejoignent leur aérodrome de destination en empruntant un réseau de routes aériennes. L'espace aérien contrôlé, constitué par un réseau de routes aériennes, ne peut pas être surveillé par un seul contrôleur. Il est alors découpé en secteurs de contrôle, chacun étant géré par généralement deux contrôleurs. Ce binôme comprend un contrôleur organique, chargé de la coordination avec les secteurs adjacents et de la détection de conflit, et un contrôleur tactique chargé de la résolution des conflits à l'aide du radar.

Exigeant une concentration optimale devant l'écran et en raison d'une grande responsabilité sur la vie de plusieurs centaines de personnes, le métier de contrôleur génère un stress permanent qu'il est délicat d'évaluer quantitativement ^[5].

Trois principaux aspects quantitatifs de la charge de travail des contrôleurs :

I.2.4.2.1 Charge de monitoring :

Les contrôleurs doivent vérifier sur leur radar le bon déroulement des vols dans leur secteur et anticiper les risques de conflits potentiels. Cette tâche constitue la partie principale de leur travail ^[5].

I.2.4.2.2 Charge de résolution de conflits potentiels :

Deux avions sont dits en conflit si la distance (horizontale ou verticale) est inférieure à une distance de séparation. Lorsqu'il y a un conflit potentiel, les contrôleurs doivent dévier l'un des deux avions en changeant de caps, d'altitudes ou de vitesses ^[5].

I.2.4.2.3 Charge de coordination :

Lorsqu'un avion change de secteur, ce changement fait l'objet d'une négociation entre le contrôleur transférant et le contrôleur recevant, pour s'assurer que ce dernier peut l'accepter ^[5].

I.2.4.3 La sectorisation d'un espace aérien :

La sectorisation est le découpage de l'espace aérien en secteurs de contrôle. Il a pour but de répartir équitablement les tâches de responsabilité ainsi que les positions de contrôle.

Généralement, pour faire face à l'accroissement de la demande de trafic on augmente le nombre de secteurs afin de réduire la charge du trafic de chacun d'eux ^[6].

I.2.4.4 Capacité de secteur et saturation :

Un secteur de contrôle est une portion de l'espace traversé par des routes aériennes, pour lequel une équipe de contrôleurs assure la sécurité des vols qui y traversent en séparant les aéronefs entre eux. Plus le nombre d'aéronef dans un secteur est important, plus la charge de contrôle induite augmente (de façon non linéaire). Il existe une limite au-delà de laquelle le contrôleur en charge du secteur ne peut plus accepter de nouveaux aéronefs, et oblige ces derniers à contourner le secteur en traversant des secteurs voisins moins chargés. On dit alors que le secteur est saturé. Cet état critique doit être évité car il provoque un phénomène cumulatif de surcharge sur les secteurs en amont pouvant remonter jusqu'aux aéroports de départ. En effet, lorsque le trafic ne peut être dévié, il est mis en attente dans les secteurs en amont faisant augmenter progressivement la charge de contrôle de ces derniers jusqu'à ce qu'ils soient saturés.

Le seuil au-delà duquel le secteur est saturé est très difficile à estimer car il dépend de la géométrie des routes qui le traversent, de la géométrie du secteur lui-même, de la répartition des aéronefs sur les routes, des performances de l'équipe de contrôle ...etc. un seuil généralement admis est de 3 conflits et 14 aéronefs dans un secteur donné. Cette charge maximum ne doit pas perdurer plus de 10 minutes car elle provoque un fort stress des contrôleurs qui risquent alors de ne plus pouvoir assurer la gestion du trafic dans des conditions optimales de sécurité ^[6].

I.2.4.5 Temps de prise en compte :

La prise en compte d'un vol dans un secteur de contrôle commence dès sa prise en charge et se termine lorsque l'aéronef est transféré sur la fréquence du secteur suivant. Ce temps de présence dans le secteur est donc : la somme du temps de coordination en entrée et du temps de traversée jusqu'au transfert de contrôle. Pour les besoins du secteur suivant, le transfert en fréquence peut avoir lieu avant la limite du secteur. Le début de prise en compte correspond au moment où le strip arrive sur le secteur. Dans le cas de coordinations non automatiques, le strip arrive sur le secteur environ 10min avant la prise en compte par le secteur concerné. Le temps traversé dans ce secteur par l'aéronef plus les 10min de sa prise en compte avant la limite effective a été pris en compte pour le calcul établi de la capacité d'un secteur ^[6].

I.2.4.6 La capacité du secteur de contrôle :

La capacité du secteur de contrôle est définie par le nombre maximum d'aéronefs qui peuvent être contrôlés dans une période de temps ^[6].

La charge de travail ressentie par les contrôleurs dépend de ^[6] :

- la structure du secteur.
- La précision de la navigation des aéronefs.
- Des conditions météorologiques.
- Du degré de qualification des contrôleurs.
- Du type et de la disponibilité des moyens de communication, de navigation et de surveillances utilisés ...etc.

La capacité peut être évaluée par plusieurs facteurs de charge comme ^[6] :

- Taille de secteur considéré.
- Nombre d'aéronefs traités.
- Trafic mixte (lent et rapide).
- Complexité de conflits.
- Nombre et configurations des routes (notion de proximité).
- Existence de zones militaires.
- Type de coordination (manuelle, automatique, inter/secteur, disponibilité des moyens de communication)
- Saturation de fréquence.
- Brouillage ou mauvaise réception.
- Type de séparation et moyens de radio navigation disponible (séparation radar ou en procédure, présence de moyen au sol...etc.).
- Mauvaise détection radar.
- Tenue des trips.
- Perturbations météorologiques.
- Dégradations techniques.

I.2.4.7 Contraintes opérationnels de sectorisation :

Afin de permettre une gestion efficace et sûre du trafic, l'espace aérien est divisé en différents secteurs de contrôle. Un secteur est géré par une équipe de deux contrôleurs. Il est délimité par une série de points (fictifs) définissant une frontière latérale en générale convexe, un niveau inférieur et/ou un niveau supérieur. La définition des secteurs est soumise à plusieurs contraintes :

- Un avion ne doit pas traversé deux fois le même secteur.
- Le nombre d'aéronefs présent simultanément dans un secteur ne doit pas dépassé une charge acceptable et stressante pour les contrôleurs.

- Le temps de vol entre la frontière du secteur et la première balise (point de conflit possible) doit être suffisant pour permettre au contrôleur de réagir (prise en charge, détection d'un conflit éventuel, choix de la manœuvre, transmission des instructions suffisante à l'avance etc.)
- Au même temps la traversé d'un secteur ne doit pas être trop bref (inférieur à 5 min en générale), afin que toute les actions nécessaires puissent être achevées. En particulier, si un aéronef n'est plus sur sa route normale au moment où il va changer de secteur, le transfert de responsabilité des contrôleurs concernées doit faire l'objet d'une négociation très étroite (appelée coordination). Une manœuvre débuté dans un secteur et devant s'achever dans le secteur adjacent doit faire l'objet d'une coordination étroite et sûre entre les deux contrôleurs des deux secteurs

CHAPITRE II

Etude de l'existant

Introduction :

Dans le ciel cohabitent plusieurs types d'aéronefs : des avions de tourisme, des avions de lignes, des appareils militaires, des appareils en essais ou encore des appareils utilisés pour des activités sportives telles que le vol à voile, l'aéromodélisme, etc. Si tous les appareils volaient sans respecter certaines règles, le trafic risquerait de devenir chaotique. Contrôler toutes ces activités afin d'assurer la sécurité est une tâche complexe et indispensable de la gestion du trafic aérien (ATM - Air Traffic Management). La sécurité de la circulation aérienne n'est donc pas assurée par les pilotes mais par les contrôleurs aériens, qui disposent de moyens de surveillance de la totalité du trafic.

Dans ce chapitre nous avons étudié la sectorisation actuelle de l'espace aérien algérien ainsi que les équipements et les moyennes de navigation, de communication, et de surveillance, actuels et futurs. Nous avons aussi déterminé les lacunes de la sectorisation actuelle.

II.1 Espace aérien algérien :

L'ENNA assurant les services du contrôle aérien et d'information en vol aux aéronefs traversant l'espace aérien national qui s'étend à la partie Sud de la Méditerranée contigüe aux FIR(s) Marseille, Barcelone et Séville au Nord et adjacent à l'ouest à la FIR Casablanca, l'Est à la FIR Tunis et Tripoli, au Sud à la FIR Dakar et Niamey ^[7].

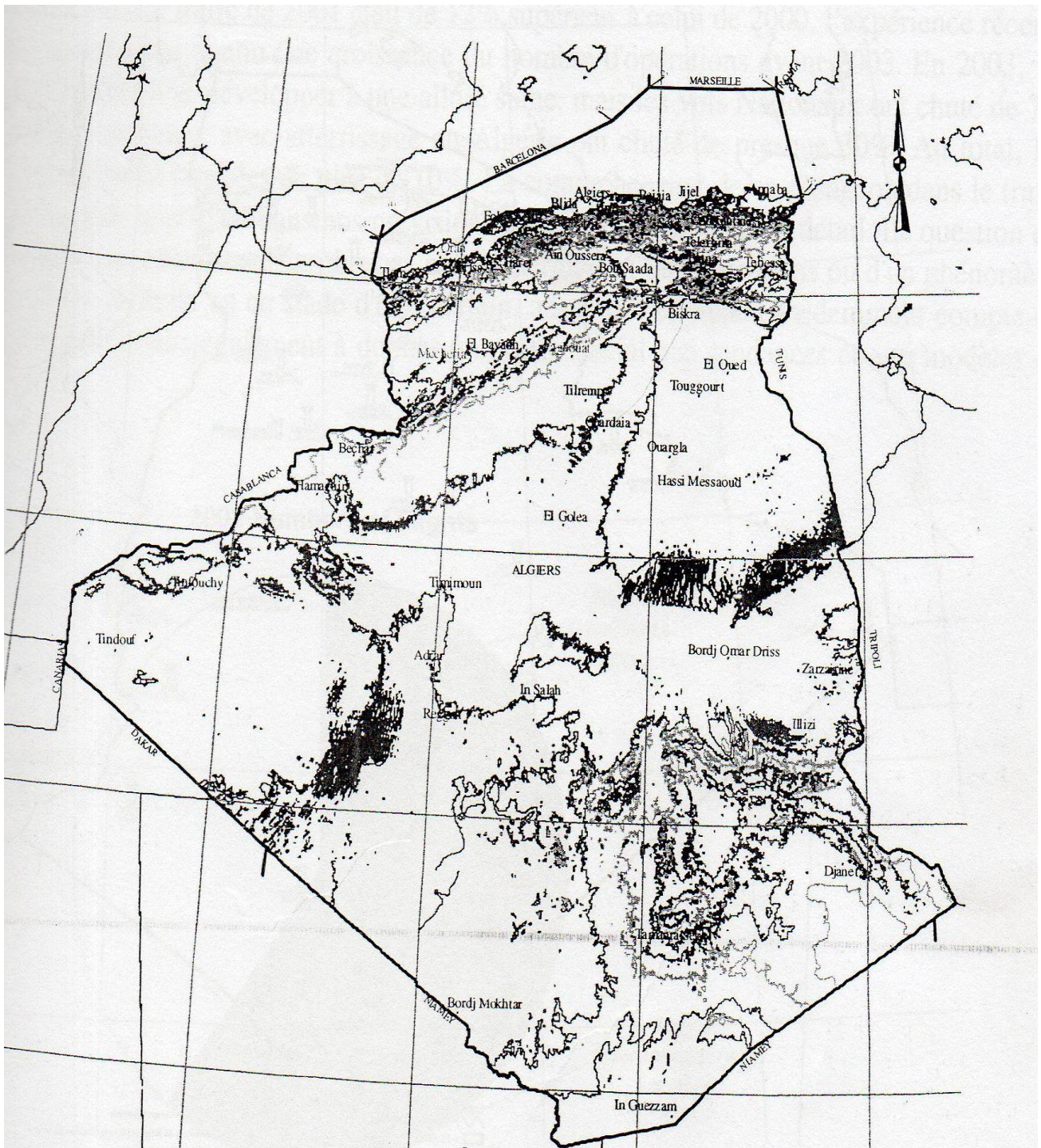


Figure II.1 : la FIR d'Algiers avec les contours topographique

II.2 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 ^[7].

Cette FIR est divisée en sept (07) secteurs et sont classés comme suit ^[7] :

1- Les trois (3) secteurs du Nord à savoir Nord/Est, Centre et Noord/Ouest sont à statut de contrôle, où figure trois (03) TMA classées en espace D. pour la TMA Alger centre, en plus de la classification de l'espace D, existe l'espace A ayant pour limite verticale inférieure FL245 allant jusqu'au FL450 comme limite supérieur.

2- les trois (3) secteurs juxtaposés aux trois secteurs cités ci-dessus, à savoir Sud/Est, Sud/Centre et Sud/Ouest sont des secteurs à statut consultatif, à l'intérieur desquels l'organe de la circulation aérienne fournit des informations et propose des suggestions. Ces trois secteurs sont classés suivant la classification F.

3- le dernier secteur c'est le Sud/Sud. Ce secteur est de classe G, l'organe de la circulation aérienne fournit uniquement des informations, elles sont au nombre de trois :

- Information de trafic.
- Information météorologique.
- Information d'infrastructure.

Ces secteurs sont classés comme indiqué dans le tableau suivant ^[7] :

Secteurs	Classe	Limite inférieure	Limite Supérieure
ALGER TMA Centre Espace Supérieur	A	FL 245	FL 445
ALGER TMA Centre Espace Inférieur	D	450 m GND/MSL	FL 245
TMA NORD EST (NE)	D	450 m GND/MSL	FL 450
TMA NORD OUEST (NO)	D	450 m GND/MSL	FL450
TMA SUD/CENTRE	F	GND/MSL	UNL
TMA SUD/EST	F	GND/MSL	UNL
TMA SUD/OUEST	F	GND/MSL	UNL
TMA SUD/SUD	G	GND/MSL	UNL

Tableau II.1 : classification des secteurs aériens de la FIR d'Alger

II.3 Réseau de routes aériennes :

Les réseaux de routes en Algérie est composé de routes : domestiques, de transit internationales et s'appuyant parfois sur la navigation de surface (RNAV) [7].

II.3.1 Routes ATS domestiques :

Une route domestique est une voie aérienne utilisée par les aéronefs civils entre deux aéroports algériens. Elle est caractérisée par la lettre **J** suivi un chiffre pour les routes inférieures et **UJ** suivi d'un chiffre pour les routes supérieures [7].

II.3.2 Routes ATS internationales :

Les autres routes ATS sont des cheminements utilisés par les aéronefs pour la desserte de l'Algérie ou le transit. Ces routes sont caractérisées par les lettres **A, B, G,** et **R** suivi d'un chiffre pour les routes inférieures et **UA, UB, UG** et **UR** suivi d'un chiffre pour les routes supérieures [7].

II.3.3 Routes RNAV :

Une route RNAV 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 à la navigation à référence dur station ou des limites des possibilités d'une aide autonome ou grâce à une combinaison de ces deux moyens.

Une routes RNAV en Algérie est caractérisée par les lettres **UN, UM** suivi d'un chiffre [7].

La figure ci-dessous représente la sectorisation actuelle de l'espace aérien algérien dont les secteurs sont séparés par les lignes vertes et les routes aériennes sont représentées par des lignes bleues [7] :

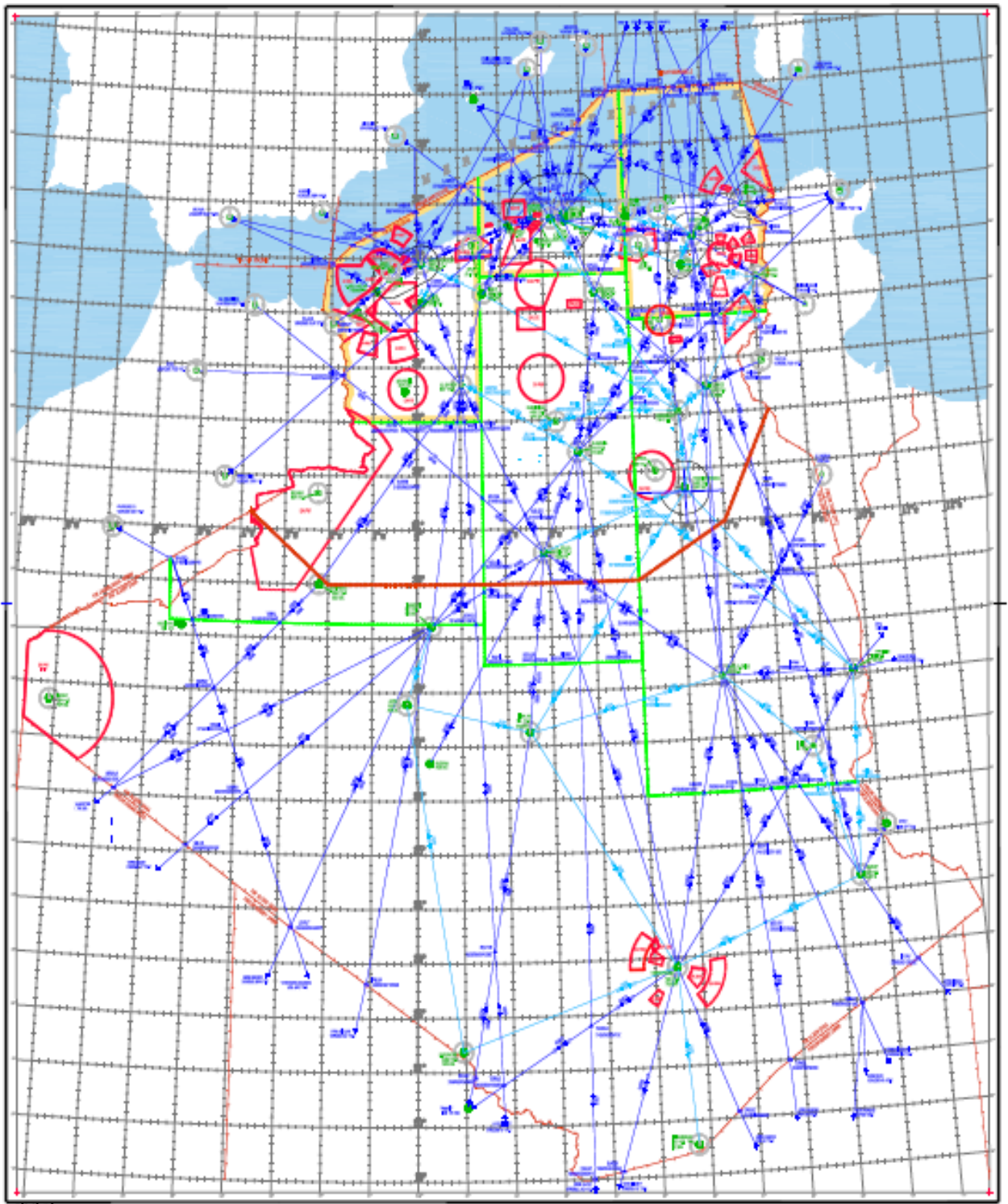


Figure II.2 : sectorisation actuelle de la FIR Alger

II.4 Les aérodromes algériens :

L'Algérie se couvre d'un réseau très dense aérodromes (trente-six aérodrome destiné à l'aviation civile). La réglementation définit la répartition, sur le territoire national, de l'ensemble des aérodromes et plate-formes aéroportuaires, permettant ainsi un cadre cohérent pour la planification à moyen et long terme de l'implantation des aérodromes et la programmation des équipements aéronautique [7].

La carte suivante représente la répartition des 36 aérodromes algériens [7]:

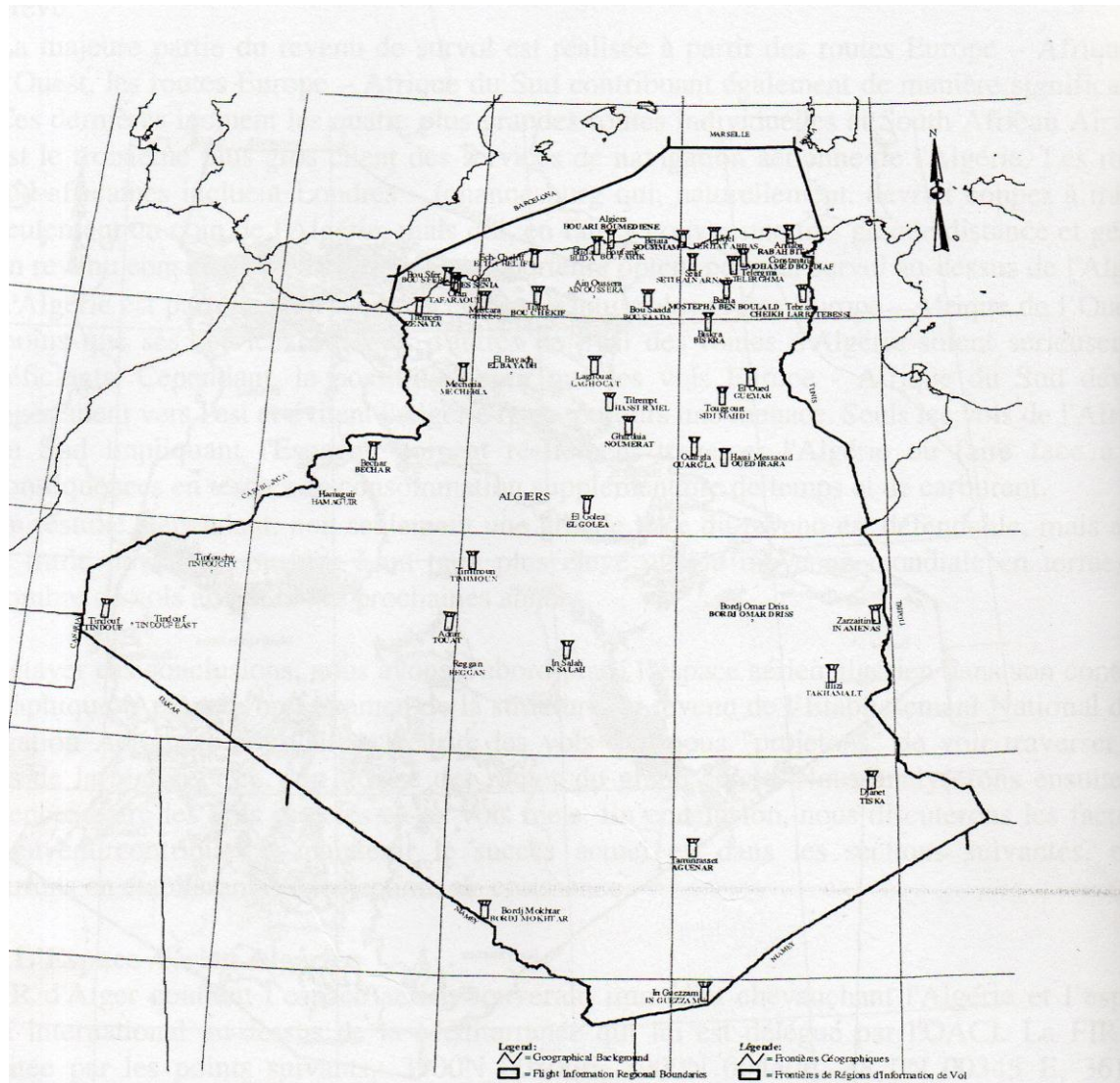


Figure II.3 : Aérodromes algériens

II.5 Moyens et équipements techniques actuels :

II.5.1 Moyens de Radio Navigation :

La navigation en 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 implémentées dans des sites plus éloignées. Ces stations couvrent la majorité de la FIR Algérie au FL100 à l'exception d'une petite partie dans l'extrême sud.

Les moyens de radio navigation actuelle sont :

- 40 VOR (Guidage omnidirectionnel)
- 47 DME (Equipement de mesure de distance)
- 34 NDB (Balise de navigation)
- 14 ILS (système d'atterrissage aux instruments) et 20 en cours d'installations, dont 1 de catégorie 3 à l'aéroport d'Alger ^[7].

II.5.2. les moyens de communication :

II.5.2.1 Communication VHF/HF :

La communication en Algérie est assurée par les liaisons VHF permettant la couverture d'une partie importante de l'espace aérien algérien au-dessus du FL240. Actuellement, il existe :

- 25 Stations radio VHF dont 20 antennes avancées et 05 sans télécommande
- 02 Stations HF
- Des stations VHF sur les aérodromes

Avec une couverture double au Nord. Signalons que sur la zone extrême Sud aucune couverture radio VHF n'est assurée d'où la nécessité d'utiliser la couverture HF.

La couverture VHF est actuellement inférieure à 90% de la totalité de la FIR.

La carte ci-dessous représente la couverture VHF actuelle. Nous remarquons que presque toute la FIR Alger est couverte sauf la petite partie extrême du Sud ^[7].

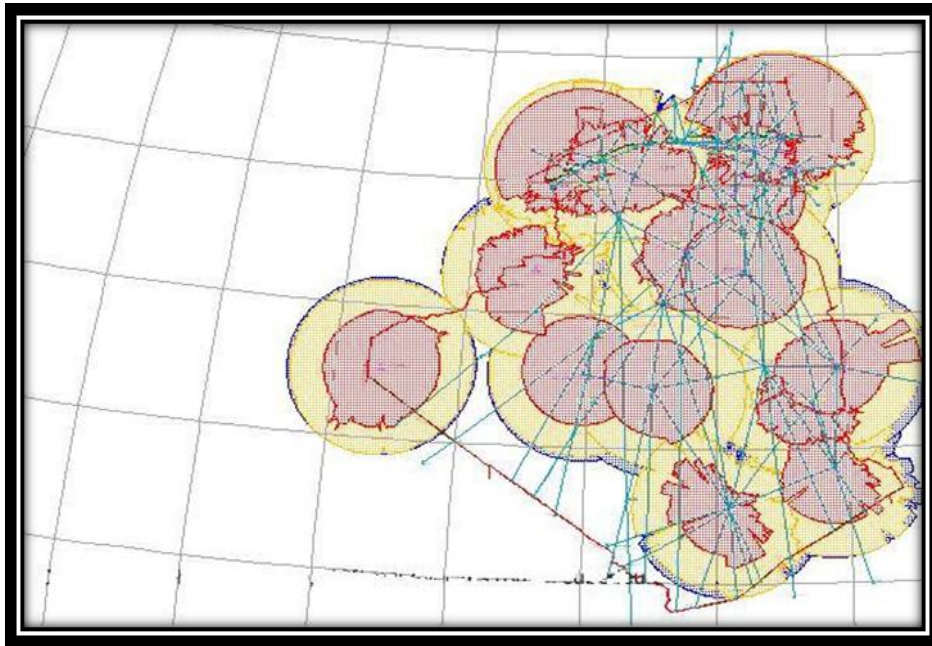


Figure II.4 : couverture VHF actuelle

II.5.2.2 Réseau de service fixe de télécommunication aéronautique (RSFTA) :

L'échange des messages tel que les NOTAM, plan de vols, ...etc., est assuré par le réseau du service fixe de télécommunication aéronautique (RSFTA). L'Algérie dispose d'un système de communication des messages RSFTA. Les supports de télécommunication en Algérie sont assurés par le réseau national géré par Algérie Télécom, et le réseau Vsat [7].

Le tableau suivant résume les équipements utilisé par le RSFTA :

Type d'équipement	Nombre
Antenne avancée	20
Station Vsat	15
Station Emetteur-Récepteur HF	08
Emetteur-Récepteur VHF tour	34
Emetteur-Récepteur VHF CCR	03
enregistreur	27
Station inmarsat	06
thuraya	18

Tableau II.1 : Equipements de télécommunication

II.5.2.3 CPDLC (controller pilot data link communication) :

Le CPDLC est une application de liaison de données qui permet l'échange direct fondé sur message entre le contrôleur et le pilote, au lieu d'une communication vocale. Le CPDLC améliore les capacités de communication dans les zones désertique où l'utilisation des communications vocales n'est pas considérée comme efficace, en particulier dans les cas où les contrôleurs et les pilotes doivent s'en remettre à l'utilisation de la HF [7].

II.5.3 Moyens de surveillance

II.5.3.1 Couverture radar :

L'ENNA est l'organisme public chargé du contrôle aérien au-dessus de tout le territoire algérien. Les moyens de surveillance actuels sont :

- Une (01) station radar primaire/secondaire MSSR Co-implanté à Oued Smar (140 KM de portée pour le PSR et 450 KM pour le SSR) :
- Quatre (04) stations secondaires MSSR à Oran, Annaba, El Oued et El Bayed (450 KM de portée) [7].

La carte ci-dessous représente la couverture radar actuelle à mille pied (10 000 ft) d'altitude ((FL100), nous remarquons que juste la partie nord est couverte, et aussi nous remarquons que la région de Boussaâda n'est pas couverte, ceci a un impact sur la phase approche au niveau FL 120.

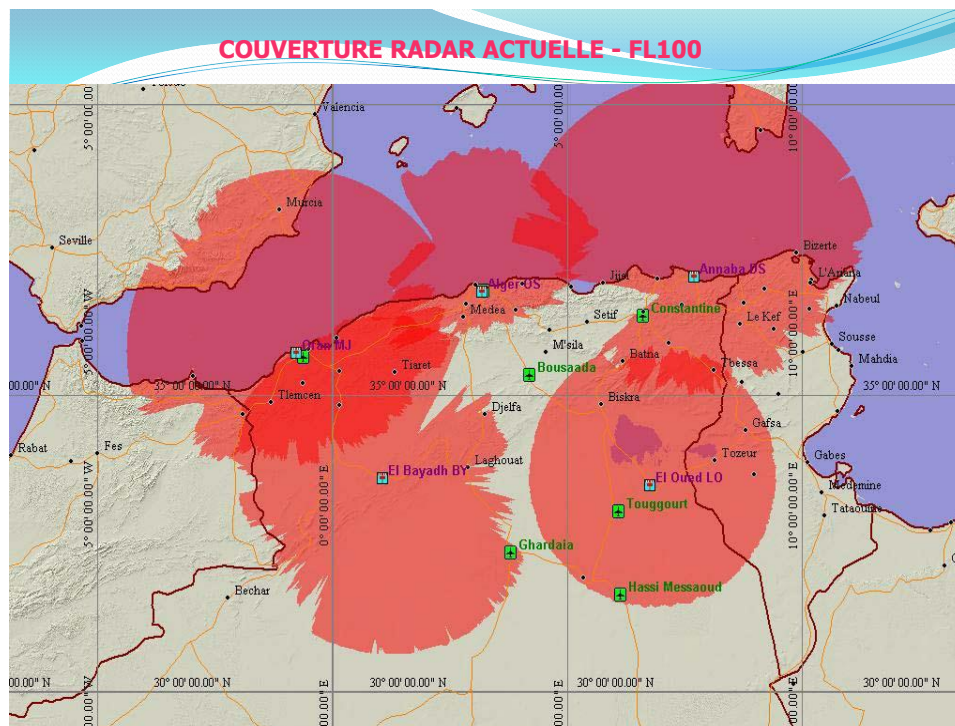


Figure II.5 : Couverture radar actuelle-FL100

La carte ci-dessous représente la couverture radar actuelle à deux milles pied (20 000 ft) d'altitude (FL200), nous remarquons qu'à cette altitude la couverture est meilleure

que celle de FL100. Presque toute la partie nord est couverte avec un petit trou dans la région de Boussaâda toujours qui ne pose pas un grand problème pour le contrôle de la circulation aérienne en route par rapport à celui du FL100.

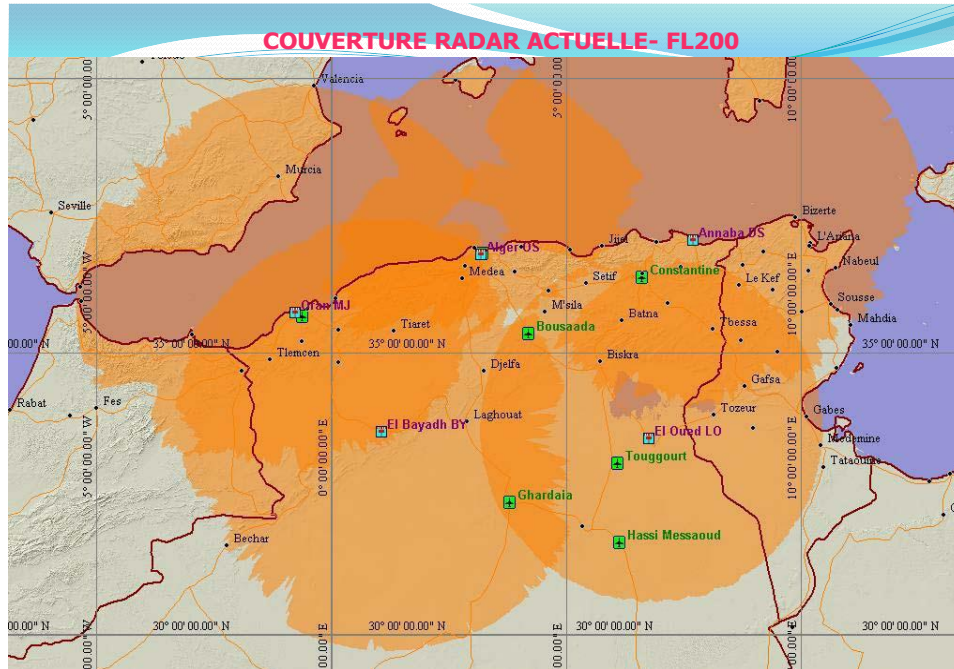


Figure II.6 : Couverture radar actuelle-fl200

La carte ci-dessous représente la couverture radar actuelle à trois milles pied (300 00 ft) d'altitude (FL 300), nous remarquons que la couverture à cette altitude est parfaite et elle ne pose aucun problème pour la navigation aérienne ou pour le contrôle du trafic aérien en route.

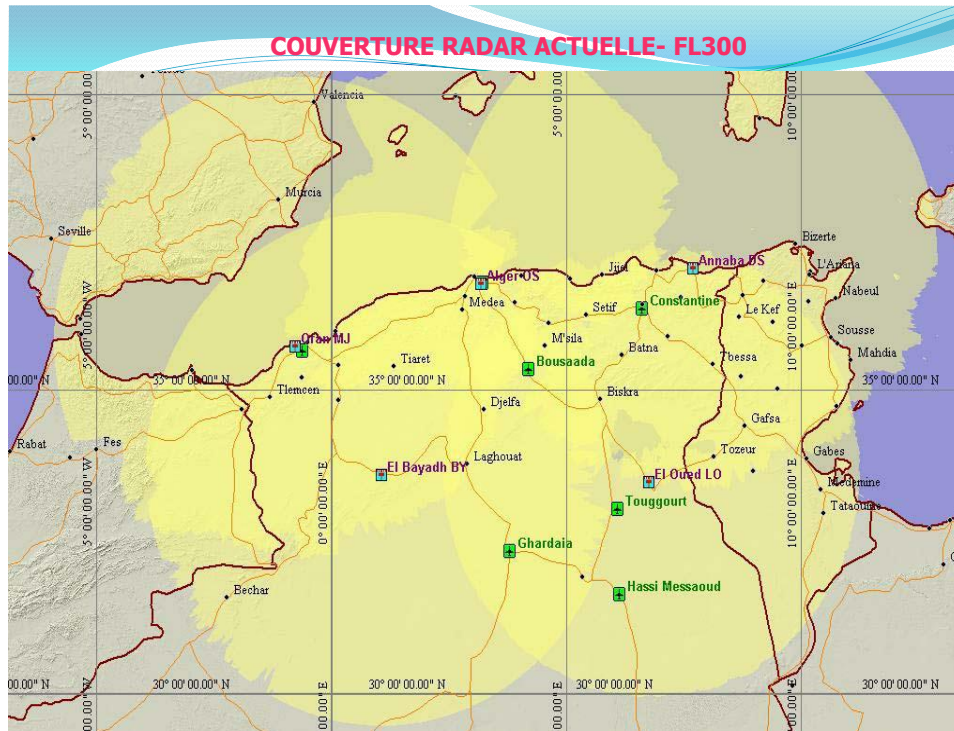


Figure II.7 : Couverture radar actuelle-FL300

II.5.3.2 ADS-C :

Est une application utilisée pour surveiller automatiquement la position de l'avion par des communications point à point. Suite à des requêtes envoyées par les contrôleurs appelées les « contrats », plusieurs informations comme la position avion, les intentions de vol, etc., sont récupérées depuis les calculateurs de bord et sont envoyées dans des intervalles réguliers vers le sol. Par contre, à cause des durées de mises à jour pour les informations.

L'ADS-C est généralement utilisé dans le cas où le radar classique n'est pas disponible (ex : régions océaniques).

Le système ADS-C est en opération. Il est utilisé principalement dans la partie Sud de la FIR [7].

II.6 lacunes de l'existant :

Les capacités actuelles d'exploitation du trafic aérien dans la FIR d'Alger ont atteint leur objectif jusqu'ici, mais doivent être modifiées pour répondre aux demandes futures.

Les opérations procédurales actuelles devront évoluer vers le contrôle RADAR et ensuite vers un environnement d'exploitation de Surveillance Automatic Dépendant (ADS) pour l'extrême Sud au fur et à mesure que le trafic augmente, que les pratiques opérationnelles régionales évoluent, et que les futurs systèmes de CNS seraient mis en place.

Le schéma de sectorisation existant a été examiné et les problèmes spécifiques suivants ont été identifiés :

- **L'Espace Aérien à usage spécial de la TMA Oran :**

Dans un environnement radar, 5nm au moins doivent être alloués pour la séparation de l'avion de l'espace aérien à usage spécial, lorsque des inconvénients extrêmes de vol sont rencontrés. Conséquemment une ré-sectorisation est envisagée. L'empiètement de l'espace aérien à usage spécial sur l'approche à l'aéroport d'Oran requiert une nouvelle sectorisation. Le partage en temps réel de cet espace aérien à usage spécial renforcerait considérablement les opérations dans ce secteur. Par ailleurs, il est à rappeler que l'aéroport d'Oran est situé entre deux aéroports militaires (Tafraoui et Bousfer) qui ne permettent pas une gestion flexible de l'espace aérien.

Pour cette lacune il faut revoir la répartition de l'utilisation civile et militaire de l'espace aérien algérien.

- **Réduction de la coordination entre secteurs :**

- Plusieurs exemples de routes aériennes traversant de petites sections d'un secteur avant de pénétrer dans un autre secteur ont été notés, à titre d'exemple l'UA29 traverse le secteur central du sud sur environ 15NM. Les frontières entre secteurs proposées doivent prendre en compte ces exemples.

- Plusieurs exemples d'aéroports, sans contrôle d'approche, qui sont situés sur ou près d'une frontière de secteur ont été également notés. Comme conséquence différents secteurs peuvent contrôler deux avions simultanément arrivant ou partant de l'aéroport.

Dans le cas où un contrôle d'approche gère le trafic des arrivées et départs, il peut être approprié que la frontière en route du secteur passe au-dessus d'un aérodrome.

- La sectorisation proposée doit prendre en compte les flux de trafic de manière à réduire au minimum la charge de travail des contrôleurs et les points de sortie de secteurs ou de FIRs. Peu de prises en charge conduisent à moins de coordination et réduisent la charge de travail du pilote et du contrôleur, ainsi qu'à une congestion réduite de fréquence et à un moindre risque en matière de manque de communications.

- Plusieurs frontières de secteurs sont actuellement en proximité étroite des points vers lesquels des volumes de trafic élevés convergent. Dans le contrôle procédure, cette pratique est appropriée. Pour le contrôle radar, ces frontières doivent être déplacées pour permettre aux contrôleurs plus de flexibilité pour la manipulation du trafic sans coordination excessive avec les secteurs voisins.
- Opérations pour les plateformes pétroliers et gaziers : en raison du nombre des opérations pour les champs de gaz et de pétrole et du nombre de plus en plus important d'avions qui y interviennent, une opération plus précise pour les services de trafic aérien (ATS) est nécessaire.

De point de vue des contrôleurs du CCR d'Alger, les problèmes causés par la sectorisation actuelle de l'espace aérien algérien peuvent être résumés comme suit :

Un système actuel saturé :

À cause des charges de travail et de la sécurité, qui est l'objectif prioritaire du contrôle du trafic aérien, une équipe de contrôleurs ne peut accepter dans son secteur plus d'un certain nombre d'avions pendant une période donnée (une heure par exemple). Ce nombre définit la capacité du secteur, limite la capacité globale du réseau de trafic aérien, qui a de plus en plus de mal à faire face à la croissance spectaculaire du transport aérien. L'espace aérien devient alors congestionné, ce qui retarde certains vols.

Un système actuel non-optimisé :

Lorsqu'un secteur devient saturé, une équipe d'experts tente, avec sa propre méthodologie, de proposer une nouvelle sectorisation de la zone concernée. Ce principe de ré-sectorisation présente malheureusement beaucoup d'inconvénients :

- les secteurs deviennent de plus en plus petits (parce qu'on augmente le nombre de secteurs) alors que les contrôleurs ont besoin d'un temps minimum pour gérer le trafic dans leur secteur, on aura donc une augmentation de charge de travail des contrôleurs.).
- la sectorisation non-optimisée augmente la charge de coordination : plus il y a d'avions qui passent d'un secteur à un autre, plus il y a de dialogues entre les contrôleurs (donc plus la charge de travail globale est importante).

Nous rencontrons ces problèmes dans la recherche d'une autre sectorisation des trois TMA du Nord (TMA Alger, TMA NE, TMA NO).

Un trafic aérien évolutif :

Le trafic aérien change au cours d'une même journée et mène souvent à une charge de travail non équilibrée entre les secteurs. Il serait donc préférable d'avoir plus de secteurs pendant les périodes de pointe que pendant les périodes creuses. Actuellement, la sectorisation fixe n'est pas capable de s'adapter à cette évolution du trafic.

Conclusion :

Au vu de tout ce qui a été soulevé ci-dessus, il est utile de reconsidérer une nouvelle approche de la sectorisation de l'espace aérien algérien qui doit répondre aux besoins de la navigation aérien, en tenant compte du nouveau CCR à Tamanrasset, des nouveaux moyens et équipements CNS qui sont au cours d'installation, et des lacunes de l'existant. La nouvelle approche va comprendre deux (2) FIRs.

CHAPITRE III

Evolution du trafic aérien algérien

Introduction :

Selon les prévisions de l'OACI pour la période 2011-2030, le trafic aérien mondial régulier devrait progresser à un taux annuel moyen de 4,6%, quant au trafic dans la région Afrique il serait de 4,1%^[8].

Sur le plan régional, dans son rapport du mois d'août 2013 le groupe de prévision de trafic AFI (AFI-TFG) préconise pour la région Afrique une évolution annuelle moyenne en mouvements d'aéronefs de 4,6% à horizon 2030. Ces mêmes prévisions déclinées sur les principaux groupes de routes internationales pour la région donnent une croissance qui avoisine les 8% par an^[8].

De ce fait, la FIR Alger, de par sa position géographique d'interface entre la région Afrique et la région Europe, subira inévitablement les effets de la croissance du trafic aérien des groupes de routes internationales Afrique-Europe et intra-Afrique estimée respectivement à 4,6% et 7,9%^[8].

D'autres parts, la douzième conférence de navigation aérienne (AN-Conf/12) de l'OACI, préconisant la modernisation et la mise en œuvre harmonisées de l'ATM, recommande des stratégies d'intégration, d'interopérabilité et d'harmonisation des systèmes à l'appui du concept de « ciel unique » pour l'aviation civile internationale. Ce qui se traduit sur le terrain par l'obligation d'avoir des systèmes ATM interopérables avec des systèmes en constante évolution^[8].

Dans ce chapitre, nous avons étudié l'évolution du trafic aérien algérien pour une période s'étalant de 1999 à 2015, et nous déterminons aussi les prévisions de trafic ainsi que le taux de croissance du trafic pour la période s'étalant de 2015 à 2030.

III.2.1 Les survols sans escal (transites) :

La carte ci-dessous montre les routes qui devraient se croiser ou passer à proximité de l'espace aérien algérien. Le flux naturel du trafic est dominé par les vols longue distance entre l'Europe et l'Afrique de l'Ouest, et entre l'Europe et l'Afrique du Sud. Les autres routes importantes sont celles reliant l'Afrique de l'Ouest et le Moyen-Orient ainsi que celles entre l'Italie et l'Afrique du sud.



Figure III.1. les survols sans escal

III.2.2 Les vols internationaux :

La carte ci-après représente les vols algériens arrivées et départs qui ont une concentration importante des vols entre la France et les aéroports algériens du Nord.



Figure III.2. Vols internationaux

III.2.3 Les vols nationaux :

Le trafic national qui nous pouvons examiner est le trafic régulier programmé à l'intérieur de l'algerie. Les routes sont comme montrées ci-dessous.

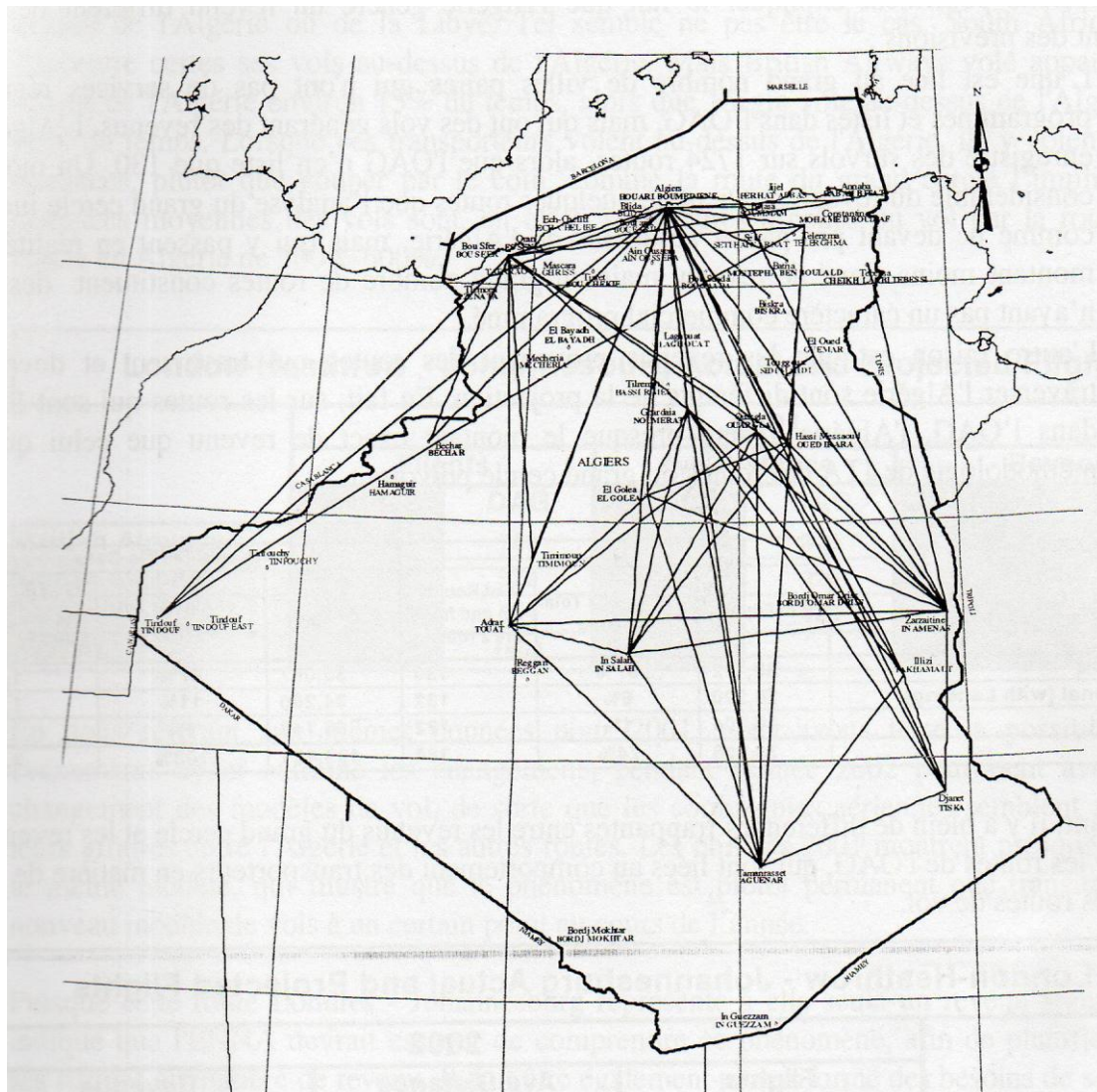


Figure III.3. vols nationaux

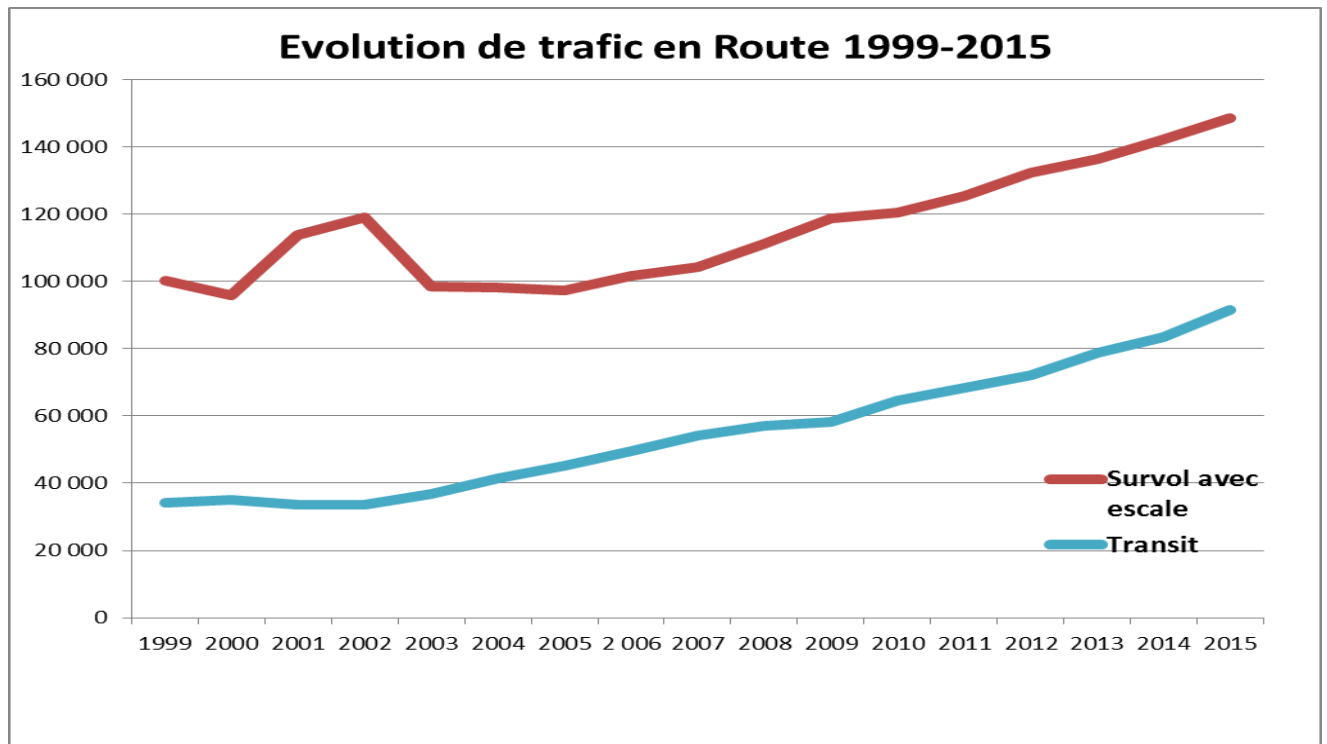
III.3 Trafic en route :

III.3.1 Evolution de Trafic en Route (1999-2015) :

Le tableau ci-dessous représente l'évolution du trafic en route des survols avec et sans escale pour la période qui s'étale de 1999 jusqu'à 2015.

	Survol avec escale			Survol sans escale	Total Général
	Nationaux (1)	Internationaux (2)	TOTAL = (1) + (2)		
1999	63 691	36 629	100 320	34 173	134 493
2000	60 117	35 816	95 933	35 010	130 943
2001	70 710	43 180	113 890	33 614	147 504
2002	60 807	58 054	118 861	33 760	152 621
2003	56 010	42 526	98 536	36 783	135 319
2004	58 078	39 952	98 030	41 425	139 455
2005	56 731	40 666	97 397	45 059	142 456
2006	57 952	43 758	101 710	49 470	151 180
2007	58 836	45 404	104 240	54 268	158 508
2008	63 513	47 680	111 193	57 121	168 314
2009	66 554	52 194	118 748	58 119	176 867
2010	63 406	57 010	120 416	64 620	185 036
2011	66 256	59 258	125 514	68 247	193 761
2012	69 170	63 057	132 227	72 116	204 343
2013	69 010	67 447	136 457	78 909	215 366
2014	69 247	72 825	142 072	83 546	225 618
2015	73 715	74 767	148 482	91 588	240 070

Tableau III.1 : évolution du trafic en route 1999-2015



Graphe III.2: évolution du trafic en route 1999-2015

En observant le graphe ci-dessus qui représente l'évolution du trafic pendant 15 ans (entre 1999 et 2015), nous remarquons que

- Le trafic aérien algérien en route (survol avec escale ou transites) prend graduellement le chemin de croissance avec une tendance moyenne mobile.
- Les survols avec escales et les transites ont presque la même tendance du trafic durant les 15 ans sauf pour la période allant de 1999 à 2003, où les survols avec escale étaient en pleine croissance durant trois ans (de 1999 à 2001) ils atteignent des niveaux jamais vue dans nos données historiques mais ensuite ils ont chuté brusquement entre 2001 et 2003 -en réalité- on peut dire qu'ils ont revenu à leurs niveaux normales. Mais on peut dire que les transites étaient stable dans cette période (1999-2003) le niveau des transites ont une modeste croissance.

Si on cherche une justification de la tendance du trafic aérien en route durant les 15 ans passés (de 1999 à 2015) on trouve que :

- La pleine croissance et ensuite la chute brusque des survols avec escale entre 1999 et 2003 est due à l'activité de la compagnie aérienne EL-KHALIFA AIRWAYS où elle a créé une défaillance du trafic par

l'augmentation rapide du nombre de vol ensuite elle a d'abord brusquement réduit et ensuite complètement cassé ses opérations.

- les transite étaient en régression stables dans la période de 1999 à 2003 due à la situation d'insécurité que l'Algérie a vécu entre 1990 et 2000 (la décennie noir) où le passage sous le territoire algérien était considéré comme un grand danger pour la navigation aérienne.
- il y a plusieurs arguments qui peuvent justifier la tendance du trafic aérien en route pour la période allant de 2003 jusqu' 2015 :
 - ❖ le retour de la sécurité en Algérie.
 - ❖ L'emplacement géographique de l'Algérie où elle est parfaitement bien placée pour capturer les routes Europe-Afrique de l'Ouest et Europe-Afrique du Sud.
 - ❖ l'évolution économique et aéronautique et l'augmentation du nombre de passagers dans le monde.
 - ❖ L'ouverture de nouvelles lignes soit de, ou vers, l'Algérie ou bien qui passent par l'Algérie.
 - ❖ L'exploitation de nouvelles compagnies aériennes étrangères en Algérie ... etc.

III.3.2 Prévision du trafic en route pour les 15 ans avenir (2016-2030) :

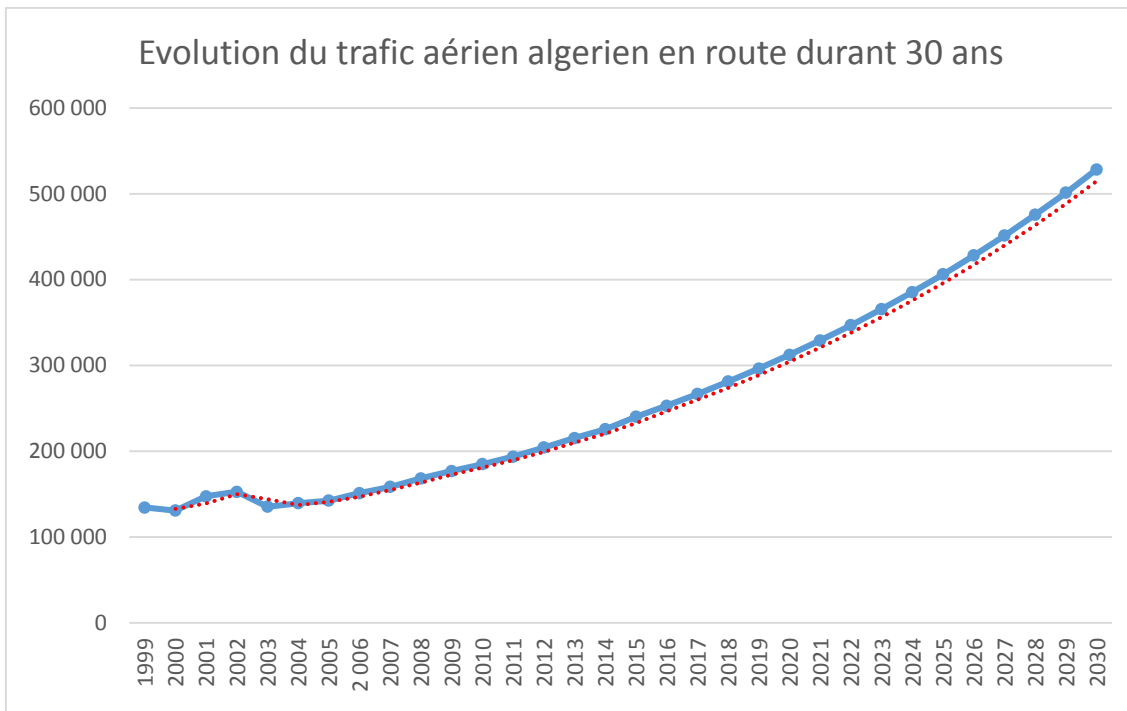
Les prévisions jusqu'à 2030 du trafic en route ont été fait sur la base de la séries chronologique composé de 15 observations annuel antécédente et l'année de base est 1999. Le taux de croissance du trafic en route calculé durant cette période est de 5,4 %.

Sur ce, nous avons fait une projection dans le temps on suivant la tendance et aussi les changements de l'environnement au niveau national et mondial pour avoir une claire image du trafic sur les prochains 15 ans (de 2016 à 2030).

Le tableau ainsi que le graphe suivants représentent les prévisions du trafic aérien en route pour les prochains 15 ans (2016-2030) dont la tendance estimé est une tendance linéaire.

<i>Année</i>	<i>trafic</i>
2015	240 070
2016	253034
2017	266698
2018	281099
2019	296279
2020	312278
2021	329141
2022	346914
2023	365648
2024	385393
2025	406204
2026	428139
2027	451258
2028	475626
2029	501310
2030	528381
TAUX DE CROISSANCE	5.4%

Tableau III.2: Prévion du trafic aérien algérien en route 2016-2030



Graphe III.3 : Evolution du trafic aérien algérien en route (1999-2030)

Les causes qui peuvent renforcer notre prévision sont :

- En vue de la situation actuelle d’insécurité dans les pays adjacents nous pouvons prévenir une tendance du trafic aérienne en route plus élevés que celle calculé dans les années avenir pour les survols sans escale. Surtout pour le côtéEst où on prévient une grandeévolution.
- L’augmentation continue du nombre des compagnies aériennes étrangères exploitées dans en l’Algérie.
- Les projets de nouvelles routes aériennes de, vert, ou qui traversent, l’Algérie.

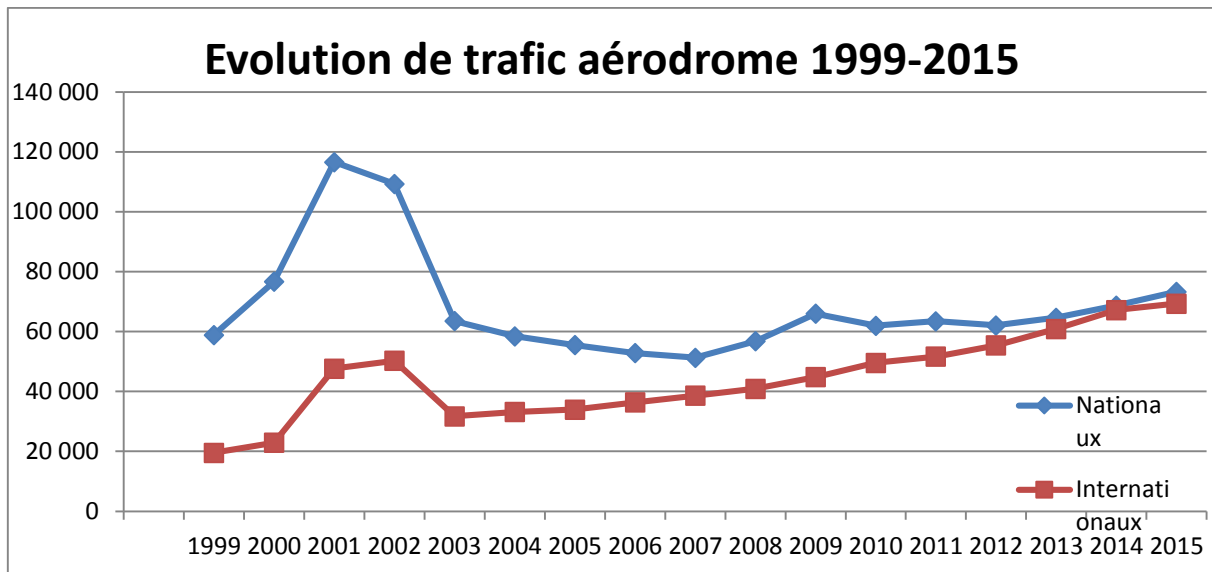
III.4 Trafic aéroport :

III.4.1 Evolution de Trafic aéroport 1999-2015 :

Le tableau ci-après représente l'évolution du trafic aérien

Années	Mouvements commerciaux			Non Commerciaux	TOTAL GENERAL
	Nationaux (1)	Internationaux (2)	Total (1)+(2)		
1999	58 893	19 530	78 423	50 916	129 339
2000	76 669	22 915	99 584	53 240	152 824
2001	116 609	47 635	164 244	47 635	211 879
2002	109 339	50 246	159 585	55 624	215 209
2003	63 545	31 730	95 275	55 970	151 245
2004	58 459	33 143	91 602	62 483	154 085
2005	55 526	33 947	89 173	58 264	147 437
2006	52 816	36 380	89 196	58 720	147 916
2007	51 293	38 627	89 920	60 365	150 285
2008	56 772	40 907	97 679	63 297	160 976
2009	65 998	44 791	110 789	64 016	174 805
2010	61 952	49 591	111 543	63 946	175 489
2011	63 449	51 661	115 110	64 170	179 280
2012	62 081	55 415	117 496	68 015	185 511
2013	64 652	60 893	125 545	77 642	203 187
2014	68 721	67 198	135 919	71 692	207 611
2015	73 321	69 362	142 683	73 418	216 101

Tableau III.3 : Evolution du trafic aéroport 1999-2015



Graphique III.4 : Evolution du trafic aéroport 1999-2015

En remarquant le graphique qui représente l'évolution du trafic aéroport pendant 15 ans (entre 1999 et 2015), il est à remarquer que :

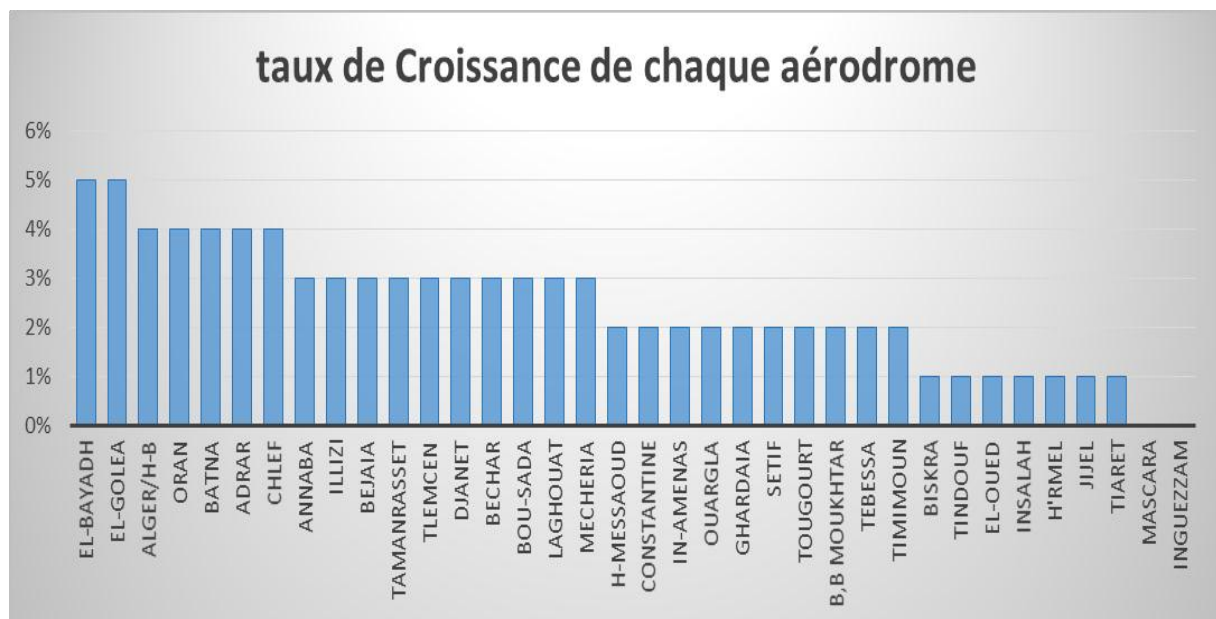
- Le trafic aéroport a une tendance moyenne mobile.
- Après la défaillance de la compagnie aérienne EL KHALIFA AIRWAYS dans la période allant de 1999 jusqu'à 2003, l'évolution des vols nationaux a été altérée :
 - Une faible diminution jusqu'à 2007 qui peut être justifiée par :
 - les gens préfèrent voyager par route.
 - Le billet est cher pour un vol national.
 - Ceux qui voyagent par la voie nationale sont surtout les secteurs économiques pour affaires (surtout le secteur pétrolier qui absorbe la majorité des vols dans le Sud et entre le Nord et le Sud).
 - La mauvaise qualité de service rendu par les compagnies aériennes algériennes (les retards, long
 - Une augmentation du trafic entre 2007 et 2009 qui peut être justifiée par :
 - Développement des aéroports nationaux et l'ouverture de nouvelles routes aériennes.
 - Développement économique et l'augmentation du niveau de vie des gens.
 - Une très faible diminution jusqu'à 2010 et ensuite une stabilité jusqu'à 2013 puis une faible augmentation jusqu'à 2015 et on peut justifier cette variation d'augmentation par :

- Développement du secteur du transport routier par l'aménagement de nouvelles autoroutes sophistiqués et surtout le plus grand projet de l'autoroute Est-Ouest qui a rendu le transport routier est beaucoup mieux que celui aérien par l'économie des distances, du temps de voyage, des couts du transport et surtout l'a fatigue due aux plusieurs facteurs (longs trajets, les virages, l'encombrement ...etc. pour le transport routier et les retards, le bruit des aéronefs...etc. pour le transport aérien).
- Les vols internationaux et après la défaillance de la compagnie EL KHALIFA AIRWAYS n'ont pas cessé de croix graduellement ce qui peut être justifié par :
 - Les compagnies aériennes ont élargi leurs capacités d'accueil, soit par une flotte plus importante, soit par capacité par avion plus grande.
 - L'augmentation de la capacité d'accueil des aéroports qui s'adaptent rapidement et durablement.

III.4.2 Evolution de trafic globale des aéroports années 1999-2015 :

L'analyse statistique de données représentées dans le tableau II.4 montre l'évolution du trafic aérien globales des 36 aéroports algériens durant 15 ans, nous pouvant remarquer l'activité du chaque aéroport ainsi que la tendance du chacun d'eux. Nous pouvons remarquer que certains aéroports sont en activité continue alors que d'autre leurs activité est instables c'est-à-dire qu'ils n'étaient pas toujours ouverts à cause des travaux de réaménagement et de développement (ex : aéroport de mascara).

Les prévisions jusqu'à 2030 du trafic globale des aéroports ont été fait sur la base de la série chronologique composé de 15 observations annuel antécédente et l'année de base est 1999. Les taux de croissance du trafic globale des aéroports calculés durant cette période sont représentés dans le graphe suivant :



Graphe III.5 : Taux de croissance de chaque aéroport

Remarque :

Le taux de croissance de chaque aéroport est déterminé par rapport à la tendance de cet aéroport.

Sur ce, nous avons fait une projection dans le temps en suivant les tendances et aussi les changements de l'environnement au niveau des aéroports, au niveau national et au niveau mondial pour avoir une claire image du trafic sur les prochains 15 ans (de 2016 à 2030).

La tendance du trafic globale des aéroports dans le futur est justifiée par :

- Les projets de développement des infrastructures aéroportuaires :
 - Des nouvelles pistes (ex : troisième piste de l'aéroport d'Alger) et les extensions des pistes (ex : projet de l'extension de la piste de l'aéroport de Sétif).
 - Des nouveaux équipements de navigation, de communication et de surveillance...etc.
- Les projets d'amélioration de la capacité d'accueil des aéroports par exemple les nouveaux aéroports passagers pour accueillir un nombre de passagers plus élevé (ex : la nouvelle aéroport d'Alger qui au cours de réalisation pour recevoir plus de 12 000 passagers par an et la nouvelle aéroport de Constantine qui est en service depuis 2015).

Le trafic global des aéroports a une tendance moyenne mobile pour la plus part des aéroports (Alger, Oran, Annaba...etc.), sinon une tendance polynomiale (Constantine, Tlemcen...etc.).

Le tableau II.4 représente l'évolution du trafic pour chaque aéroport durant la période allant de 1999 à 2015

Le tableau II.5 représente les prévisions du trafic pour chaque aéroport pour la période allant de 2016 jusqu'à 2030.

Aérodromes	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ALGER/H-B	39721	50598	67024	68428	46673	50252	51 886	50 007	51154	56242	64 322	62 005	65 587	69 341	80 124	83 113	87 108
ORAN	10478	14371	17399	18105	11951	11448	11 835	11 297	10 297	12 138	14 557	15 445	16 106	16 279	17 237	19 543	20813
CONSTANTINE	10124	11137	14526	13302	9899	10529	10 658	11 044	10 255	10 611	11 969	11 499	12 388	12 589	13 009	12 875	13059
ANNABA	6066	8324	10790	8444	6206	6013	6 222	5 632	5 745	6 180	8 010	9 543	9 546	9 967	9 366	8 896	8161
GHARDAIA	4850	4837	5302	4756	4925	5213	3 705	2 478	2 544	2 853	3 046	3 071	3 078	2 862	2 929	4249	3990
TLEMCEEN	2172	2576	3773	3136	2167	2253	2 059	2 309	1 195	2 070	2 348	2 218	2 354	3 201	3 076	2770	3096
TEBESSA	1474	1659	2070	1306	792	880	620	804	755	850	862	778	688	799	808	808	839
H-MESSAOUD	20290	22208	23218	24830	22008	21236	21 108	22 990	23 257	24 002	23 980	24 277	24 744	23 785	21 477	22 812	24101
IN-AMENAS	3332	3774	3743	3827	3841	3525	3 210	4 027	3 954	3 419	3 903	3 993	4 241	5 494	4 854	4576	4582
TAMANRASSET	2438	3190	3288	3391	3296	3368	3 022	2 694	2 934	2 460	2 270	2 558	2 754	3 031	3 500	3439	3352
ADRAR	1822	2054	2325	2286	1643	1950	1 452	2 797	3 763	1 820	FERME	342	1104	1 340	2 024	2642	2766
OUARGLA	4007	3173	3137	2880	5343	4772	3 558	2 788	2 591	2 601	2 349	2 401	2 648	2 881	3 118	3596	3929
BECHAR	2010	1928	2608	2429	1617	1538	1 144	1 819	1 940	1 875	1 893	1 773	1 892	2 258	2 467	2466	2572
INSALAH	1554	1494	1402	1176	2008	2163	2 051	1 044	2 140	1 422	1 284	1 137	1 027	1 492	1 247	1273	1296
DJANET	1107	1227	1392	1572	1618	1616	1 219	1 312	1 761	1 506	1 513	1 302	1 841	2 175	2 400	2281	2646
EL-GOLEA	1246	1476	1868	2053	2148	2036	1 966	1 741	1 807	2 358	1 259	1 155	1 382	785	876	941	1034
TINDOUF	1866	1838	2339	2455	1964	2346	2 082	2 069	2 237	2 000	1 914	1 662	1 885	1 822	2 060	1924	2203
TIMIMOUN	398	434	560	676	428	323	352	447	705	2 583	2 280	932	499	551	78	62	754
BISKRA	2586	2456	2541	2612	2087	1969	1 563	1 496	1 460	2 298	2 641	2 643	2 643	2 834	2 740	2677	2716
EL-OUED	1274	1881	2403	1544	1228	1885	1 342	888	1 458	1 814	1 121	2 178	1 382	2 172	2 112	1533	1550
JIJEL	1242	1826	2664	2276	775	918	808	1 655	1 763	1 553	1 514	1 594	1 560	1 544	1 118	742	1919
TOUGOURT	1223	1185	1620	622	174	698	602	636	1 120	953	745	830	798	887	933	926	1145
BEJAIA	2872	4326	5172	4679	3265	3008	2 700	2 735	1 905	3 322	3 813	3 757	3 528	3 387	4 755	4313	4199
MASCARA	670	530	510	536	106	300	116	43	50	92	230	96	74	168	188	114	114
BOU-SADA	502	454	426	860	255	309	260	6	0	0	0	78	0	0	6	0	201
ILLIZI	822	780	682	864	2004	2008	1 641	1 286	1 256	1 082	930	755	923	1 560	2 000	2357	3211
B, B MOUKHTAR	234	236	316	326	666	556	364	396	124	242	232	283	249	278	431	551	541
INGUEZZAM											9	9	8	6	1	3	2
TIARET	1736	1630	1862	1549	676	1334	896	1 036	751	415	740	852	600	426	358	122	383
LAGHOUAT					147	20	42	18	58	54	246	170	93	17	98	16	200
BATNA	1228	1222	3937	10287	5892	2486	2 686	4 030	4 224	4 423	6 751	8 535	6 937	4 247	10 286	8661	6542
Hessi Rmel		3860	3698	3529	4011	4063	3 293	3 496	3 499	3 788	3 890	3 318	2 785	3 153	2 912	3350	2930
Sétif				1187	686	914	700	1 997	3 149	3 359	3 466	3 608	3 171	3 170	3 648	3348	3492
Mècherai				534	751	2469	2575	766	162	230	274	192	247	308	286	126	117
Chlef								133	272	309	354	373	471	635	513	411	468
El-Bayad										52	90	127	47	67	152	95	70
TOTAL GENERAL	129 344	156 684	192 595	196 457	151 250	154 398	147 737	147 916	150 285	160 976	174 805	175 489	179 280	185 511	203 187	207 611	216 101

Tableau III.4 : Evolution du trafic aérien globale de chaque aérodrome 1999-2030

Aérodromes	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	2 024	2 025	2 026	2 027	2 028	2 029	2 030
ALGER/H-B	90 701	95 084	99 466	103 849	108 231	112 614	116 996	121 379	125 761	130 144	134 526	138 909	143 291	147 674	152 056
ORAN	21 401	22 486	23 572	24 658	25 744	26 829	27 915	29 001	30 087	31 173	32 258	33 344	34 430	35 516	36 601
H-MESSAOU	24 870	24 997	25 000	25 100	26 357	26 933	27 510	28 086	28 663	29 239	29 816	30 392	30 969	31 545	32 122
CONSTANTIN	13 664	13 978	14 293	14 607	14 921	15 235	15 550	15 864	16 178	16 492	16 807	17 121	17 435	17 749	18 064
BATNA	8 491	8 812	9 133	9 454	9 774	10 095	10 416	10 737	11 058	11 378	11 699	12 020	12 341	12 662	12 982
ANNABA	9 683	9 899	10 116	10 332	10 549	10 765	10 982	11 199	11 415	11 632	11 848	12 065	12 281	12 498	12 714
IN-AMENAS	4 780	4 950	5 000	5 120	5 180	5 225	5 301	5 378	5 454	5 531	5 607	5 684	5 760	5 837	5 913
ILLIZI	3 017	3 331	3 646	3 960	4 275	4 250	4 564	4 788	5 012	5 235	5 250	5 190	5 198	5 230	5 412
OUARGLA	3 900	4 113	4 129	4 320	4 410	4 550	4 673	4 797	4 920	5 043	5 167	5 290	5 413	5 537	5 660
BEJAIA	4 500	4 637	4 774	4 910	5 047	5 184	5 321	5 458	5 594	5 731	5 868	6 005	6 142	6 278	6 415
TAMANRASS	3 534	3 515	4 096	4 177	4 276	4 245	4 300	4 373	4 581	4 695	4 810	4 925	5 040	5 155	5 270
GHARDAIA	3 974	4 133	4 200	4 259	4 293	4 285	4 317	4 349	4 381	4 413	4 445	4 477	4 509	4 641	4 680
TLEMCEM	3 323	3 474	3 625	3 777	3 890	4 090	4 131	4 382	4 360	4 601	4 744	4 887	5 030	5 173	5 315
DIJANET	2 786	2 969	2 189	3 237	3 321	3 267	3 386	3 506	3 625	3 745	3 864	3 984	4 103	4 223	4 342
BECHAR	2 650	2 617	2 830	2 859	2 936	3 014	3 091	3 168	3 245	3 323	3 400	3 477	3 555	3 632	3 709
Setif	3 432	3 438	3 500	3 510	3 580	3 600	3 654	3 700	3 867	3 809	3 827	3 855	4 010	4 010	4 500
BISKRA	2 841	2 884	2 927	2 969	3 012	3 055	3 098	3 140	3 183	3 226	3 268	3 311	3 354	3 397	3 439
TINDOUF	2 100	2 320	2 135	2 166	2 197	2 228	2 259	2 290	2 321	2 352	2 383	2 414	2 530	2 590	2 710
ADRAR	2 830	2 945	3 010	3 200	3 350	3 450	3 653	3 801	3 949	4 096	4 244	4 392	4 540	4 688	4 836
EL-OUED	1 776	1 785	1 795	1 805	1 814	1 824	1 833	1 843	1 852	1 862	1 872	1 881	1 891	1 900	1 910
TOUGOURT	1 044	1 075	1 107	1 138	1 170	1 201	1 233	1 265	1 296	1 328	1 359	1 391	1 422	1 454	1 485
B,B MOUKHT	574	557	573	600	610	630	645	610	684	697	701	789	754	765	780
INSALAH	1 265	1 263	1 261	1 270	1 298	1 320	13 045	1 398	1 401	1 420	1 423	1 417	1 450	1 444	1 501
H'Rmel	3 026	3 012	2 998	2 984	2 971	2 957	2 943	2 929	2 915	2 901	2 987	3 000	3 100	3 157	3 250
Chlef	548	572	595	619	642	666	690	713	737	760	784	807	831	855	878
JIJEL	2 001	2 013	2 030	1 987	1 954	2 000	2 003	2 045	2 100	2 150	2 014	2 200	2 350	2 399	2 400
TEBESSA	850	897	901	915	940	961	981	1 001	1 021	1 041	1 062	1 082	1 102	1 122	1 142
BOU-SADA	0	105	122	138	154	170	186	203		219	235	251	267	283	300
El-Bayadh	101	104	107	109	112	115	118	121	124	127	130	133	136	139	142
MASCARA	132	131	130	130	129	128	128	127	126	126	125	124	124	123	122
LAGHOUAT	216	201	220	235	237	227	237	246	256	266	276	286	296	306	316
INGUEZZAM	4	5	6	8	3	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12
Mecheria	140	135	125	132	157	147	150	153	156	160	163	166	169	172	175
TIARET	450	465	415	478	480	440	444	448	452	456	460	464	468	472	476
EL-GOLEA	1 108	1 187	1 266	1 345	1 424	1 503	1 582	1 661	1 740	1 819	1 898	1 977	2 056	2 135	2 214
TIMIMOUN	780	785	800	850	860	880	902	923	945	967	988	1 010	1 031	1 053	1 074
TOTAL GENE	226 491	234 877	242 092	251 208	260 299	268 090	288 243	285 088	293 468	302 165	310 317	318 729	327 388	335 822	344 919

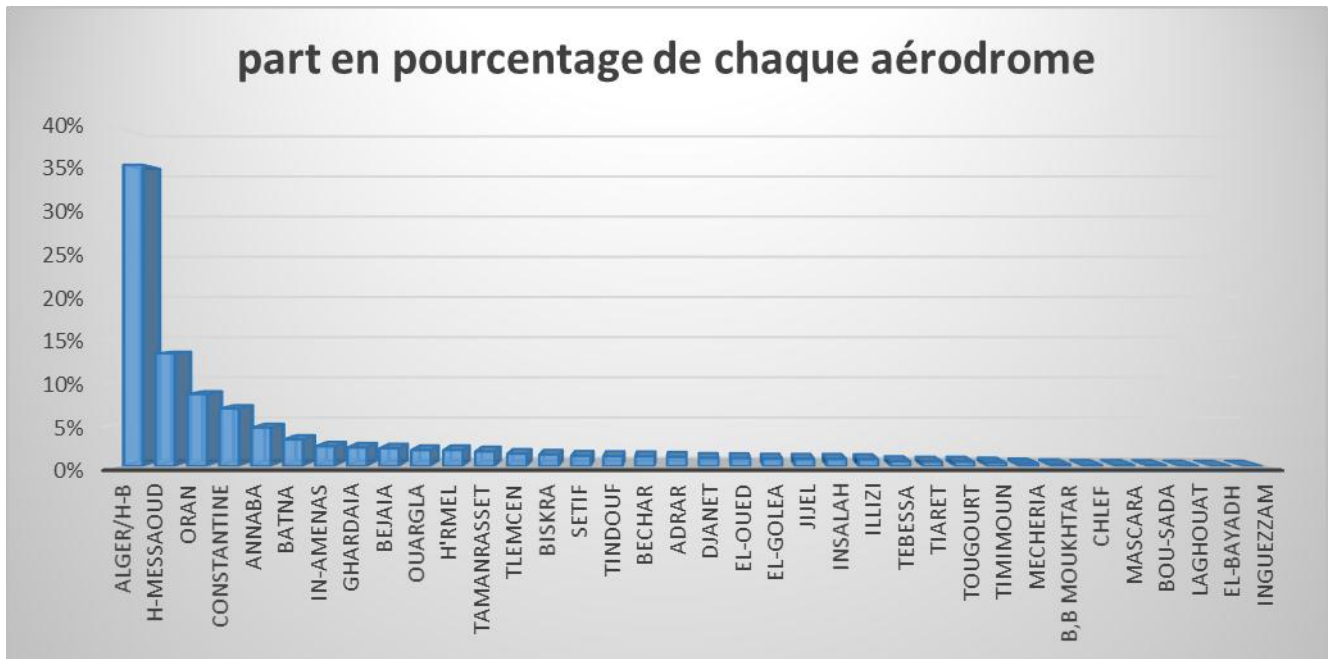
Tableau III.5 : Prévission du trafic aérien globale de chaque aérodrome 2016-2030

III.4.3 Répartition du trafic absorbé par chaque aéroport :

Les statistiques du trafic aérien enregistré dans les 36 aéroports durant la période allant de 1999 jusqu'à 2015, nous ont donné une répartition de la part moyenne de trafic absorbé pour chaque aéroport, (voir tableau ci-dessus).

Aéroports	part en %
ALGER/H-B	36%
H-MESSAOUD	13%
ORAN	9%
CONSTANTINE	7%
ANNABA	5%
BATNA	3%
IN-AMENAS	2%
GHARDAIA	2%
BEJAIA	2%
OUARGLA	2%
Hessi Rmel	2%
TAMANRASSET	2%
TLEMCEN	1%
BISKRA	1%
Setif	1%
TINDOUF	1%
BECHAR	1%
ADRAR	1%
DJANET	1%
EL-OUED	1%
EL-GOLEA	1%
JIJEL	1%
INSALAH	1%
ILLIZI	1%
TEBESSA	1%
TIARET	1%
TOUGOURT	1%
TIMIMOUN	0%
Mècherai	0%
B,B MOUKHTAR	0%
Chlef	0%
MASCARA	0%
BOU-SADA	0%
LAGHOUAT	0%
El-Bayad	0%
INGUEZZAM	0%

Tableau III.5 : Part du trafic absorbé par chaque aéroport



Graphe III.6 : Part du trafic absorbé par chaque aéroport

Nous remarquons que :

- 70% du trafic aérien algérien est absorbés par cinq (5) aéroports qui sont : Alger, Hassi Messaoud, Oran, Constantine et Annaba.
- l'aéroport d'Alger absorbe plus de 36% du trafic aérien algérien, il est classé le plus grand aéroport algérien et on peut dire que c'est le seul qui répond aux exigences soulignées par l'OACI pour un aéroport international :
 - Une capacité d'accueil (plus de 80 000 passagers en (Il contient deux aérogares passagères : une destinée au trafic national et l'autre au trafic international))
 - Son emplacement dans la capitale du pays :
 - Les vols d'état (vols présidentiels...etc.).
 - Les vols spéciaux.
 - Il gère un grand nombre des vols internationaux de et vers l'Algérie.
- L'aéroport de Hassi Messaoud absorbe 13% du trafic aérien algérien à cause des activités liées aux champs pétroliers dans le Sud.
- L'aéroport d'Oran absorbe 9% du trafic aérien algérien : en plus du trafic aérien national de et vers Oran, il gère aussi des vols internationaux (surtout vers la France et l'Italie).

- L'aérodrome de Constantine absorbe 7% du trafic aérien algérien, il gère beaucoup plus vols nationaux plus quelque vols internationaux vers la France.
- Les autres aérodromes gèrent généralement des vols nationaux.

La carte ci-dessous réalisée à l'aide de l'application Excel PowerMap nous a permis de voir la représentation de la répartition ainsi que la densité du trafic aérien dans chaque aérodrome, la répartition du trafic est représentée par un cercle dont la longueur du diamètre varie avec la densité du trafic de l'aérodrome en question.

A première vue de cette carte nous pouvons remarquer que le trafic aérien est plus dense dans le Nord algérien par rapport au Sud. Il est plus dense dans le Nord-Est et le centre par rapport au nord-ouest.

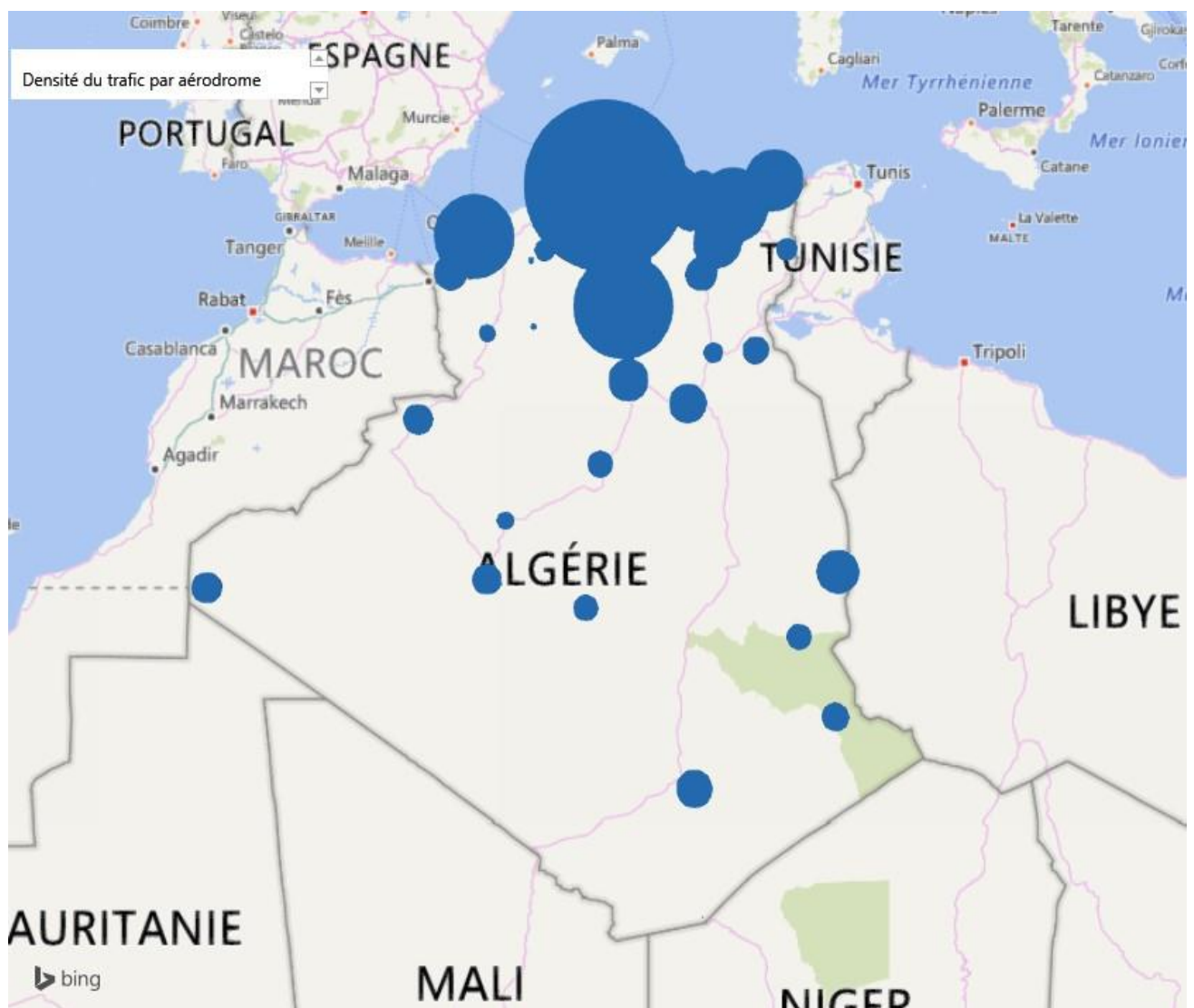


Figure III.4 : Densité du trafic par aérodrome

Conclusion :

Le trafic aérien algérien est en évolution graduelle et continue grâce à plusieurs facteurs, l'étude de cette évolution durant trente ans (1999-2030), dont l'année de base est 1999, nous a permis de déterminer un taux de croissance prévisionnel assez important de 5.4% pour le trafic aérien algérien en route.

CHAPITRE IV

Ré-sectorisation de l'espace aérien algérien

Introduction :

Afin de répondre à l'augmentation du trafic aérien dans la FIR Alger durant les années à venir, et à une utilisation optimale de l'espace aérien algérien tout en assurant un haut niveau de sécurité, une augmentation de la capacité du système et l'utilisation flexible de l'espace aérien et également assurer une interopérabilité avec les FIRs adjacentes, l'ENNA à travers le plan de développement de la gestion de l'espace aérien algérien (PDGEA) mettra en œuvre les moyens ATC, de surveillance et de communication adéquats et de dernière génération pour que l'espace aérien algérien sera prêt à recevoir une nouvelle sectorisation en introduisant une deuxième FIR.

Dans ce chapitre nous présentons l'approche de la nouvelle sectorisation de l'espace aérien algérien en tenant compte d'une deuxième FIR.

IV.1 Moyens et équipements futurs :**IV.1.1 Le centre de contrôle régional de Tamanrasset (CCR Tamanrasset) :**

L'établissement national de la navigation aérienne (ENNA), chargé d'assurer le service de la sécurité de la navigation sur l'espace aérien national ou relevant de la compétence de l'Algérie, veut investir dans la modernisation de ses structures à travers le territoire national et en particulier dans le Sud où on a lancé dès 2013 les travaux de réalisation d'un centre régional de contrôle aérien (CCR) à Tamanrasset. Le CCR de Tamanrasset a été programmé dans le cadre de la réalisation des objectifs du plan de développement de la gestion de l'espace aérien (PDGEA) lancé en 2005.

Le CCR de Tamanrasset doit être doté d'équipements de technologies de pointe adéquates aux exigences de la gestion de la navigation aérienne en Algérie. Il sera équipé en systèmes et équipements de dernière technologies en matière de surveillance « radar et ADS-B », de traitement des fonctions de contrôle aérien et de gestion de communications vocales relatives à la navigation aérien.

Le CCR de Tamanrasset doit :

- Alléger les opérations de contrôle actuellement prises en charge par l'unique centre de contrôle d'Alger pour une plus grande sécurité de la navigation aérienne.
- Jouer en même temps le back-up du CCR actuelle.

IV.1.2 Equipements futurs :

Pour atteindre les objectifs cités, l'ENNA prévoit l'installation de nouveaux moyens et équipements de communication, navigation, et de surveillance. Ces équipements sont :

- Quatre (04) radars primaires de surveillance (PSR).
- Neuf (09) radars secondaires de surveillance (SSR).
- Treize (13) ADS-B.
- Trente et un (31) stations VHF

Le tableau ci-dessous représente les nouveaux équipements ainsi que leurs emplacements :

	PSR	SSR-S	ADS-B	VHF
Oran	1		1	2
Mascara				1
El Bayed			1	1
Alger	1		1	
Akfadou		1		2
Tiaret		1		2
Constantine	1	1		3
Annaba				4
Biskra				1
Béchar				1
Timimoune			1	1
Ghardaïa		1		
Bou Saada				1
El Goléa			1	
Hassi Messaoud	1	1		3
Touggourt				2
El Oued			1	
Tin Fouyé Tabenkourt		1		2
Bordj Omar Driss				1
Chenachene			1	
Tindouf			1	
Hassi Khebi			1	
Reggane			1	
Tamanrasset		1		
In Saleh		1		
Bordj Badji Mokhtar			1	1
In Guezzam				1
Djanet		1		1
Illizi			1	
In Amenas				1

Tableau IV.1 : Equipements futurs

La carte suivante montre l'emplacement des équipements futurs :

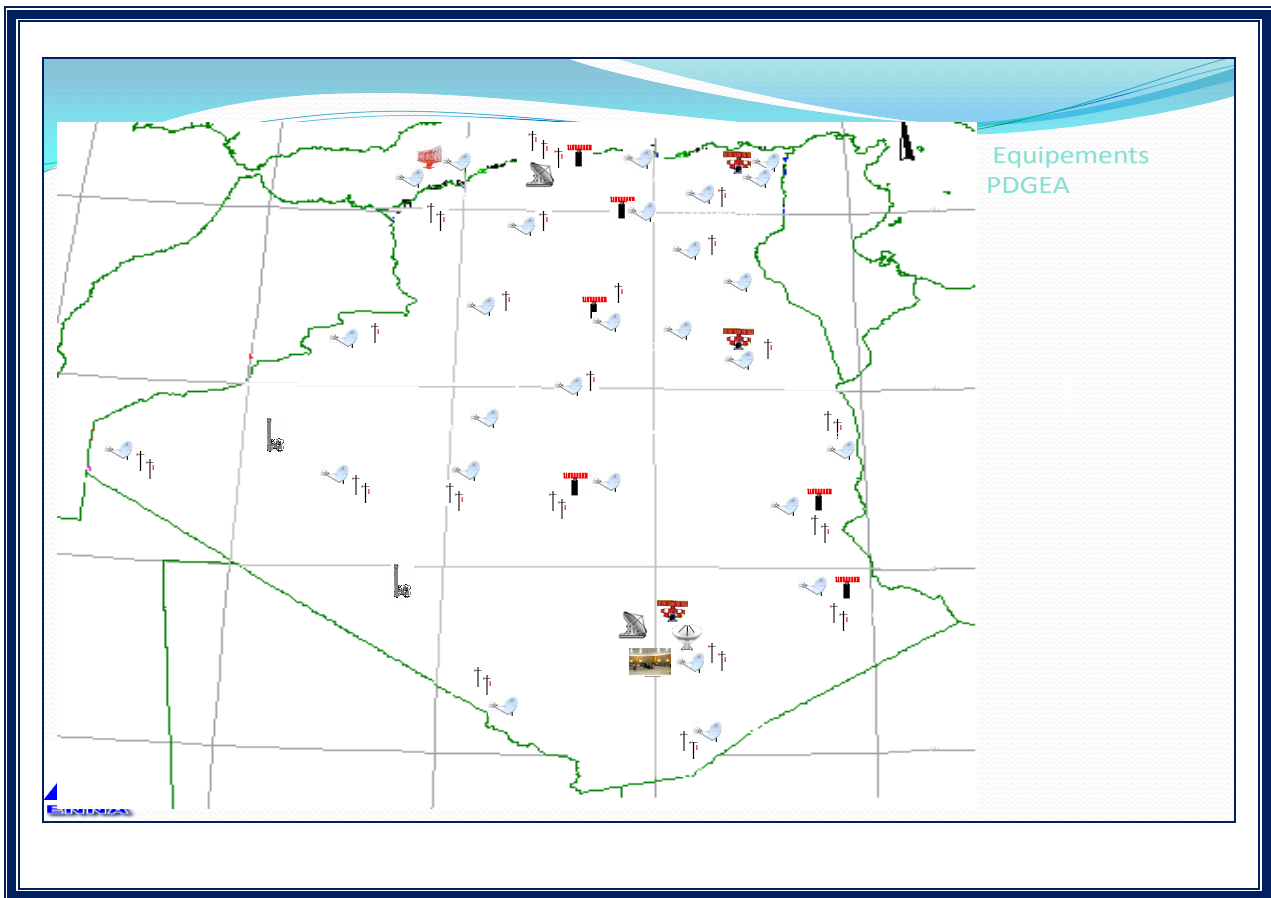


Figure IV.1 : L'emplacement des équipements futurs

IV.1.2.1 Couverture radar, ADS-B et VHF future :

Nous arrivons à réaliser une estimation des couvertures radar, ADS-B et VHF à l'aide d'un logiciel informatique c'est le **global mapper 13**.

IV.1.2.1.1 Couverture radar et ADS-B future :

La figure ci-dessous représente la couverture radar et ADS-B future à 30 000 pieds (fl 300) La couverture radar est représentée en jaune et celle de l'ADS-B est en rouge :

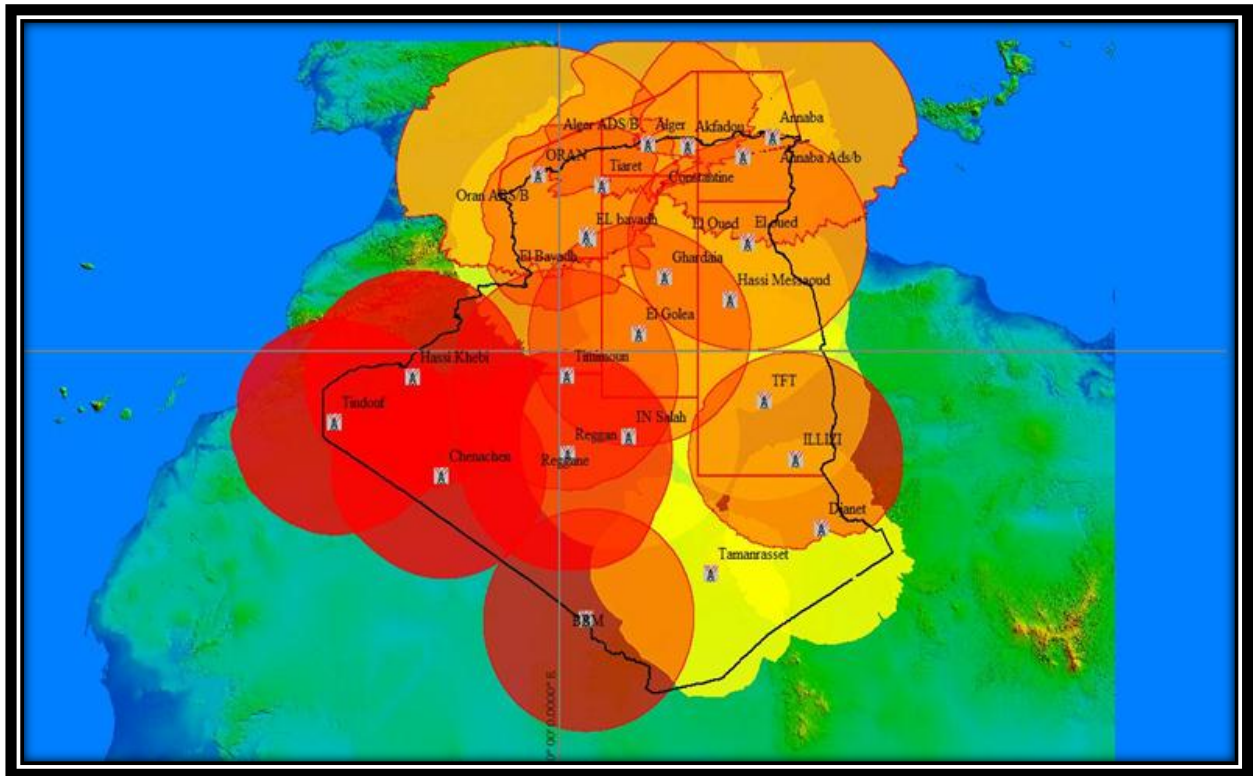


Figure IV.2 : Couverture radar et ADS-B future – FL300

Il est à remarquer qu'on aura une couverture totale de l'espace aérien algérien. Tous l'espace aura une double couverture (radar et ADS-B) sauf l'extrême sud où il aura uniquement la couverture ADS-B. Une couverture parfaite qui permet d'avoir une gestion optimale de l'espace aérien tout en assurant le service de contrôle sur tous l'espace.

IV.1.2.1.2 Couverture VHF pour les FL 100 et 300 :

La figure ci- dessous représente la couverture VHF à 10 000 pieds (FL100) :

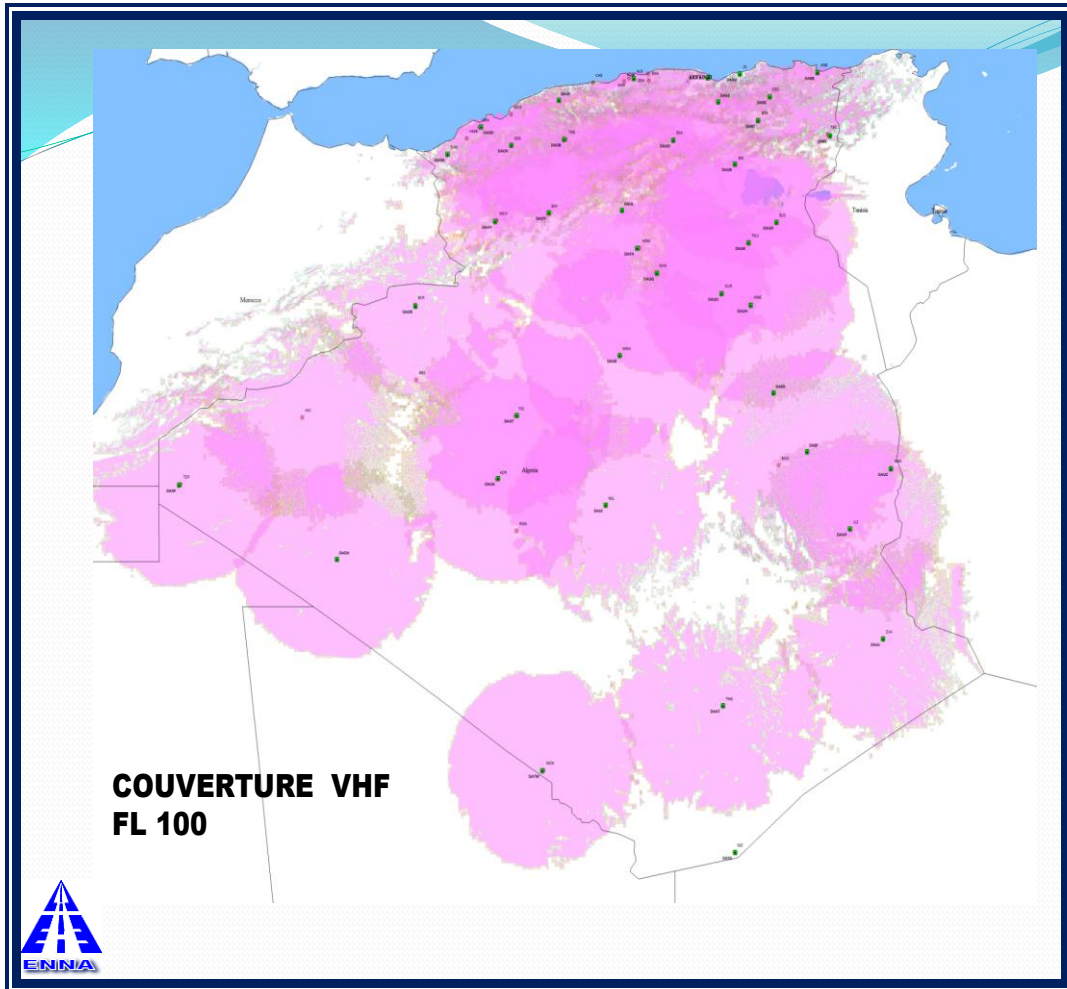


Figure IV.3 : Couverture VHF future- FL100

Nous observons l'espace aérien algérien à 10 000 pieds contient des régions non couvertes dans le sud surtout la région de Chenechene dans l'extrême sud ce qui pourras poser un problème de communication dans ces région.

La figure suivante représente la couverture VHF à 30 000 pieds :

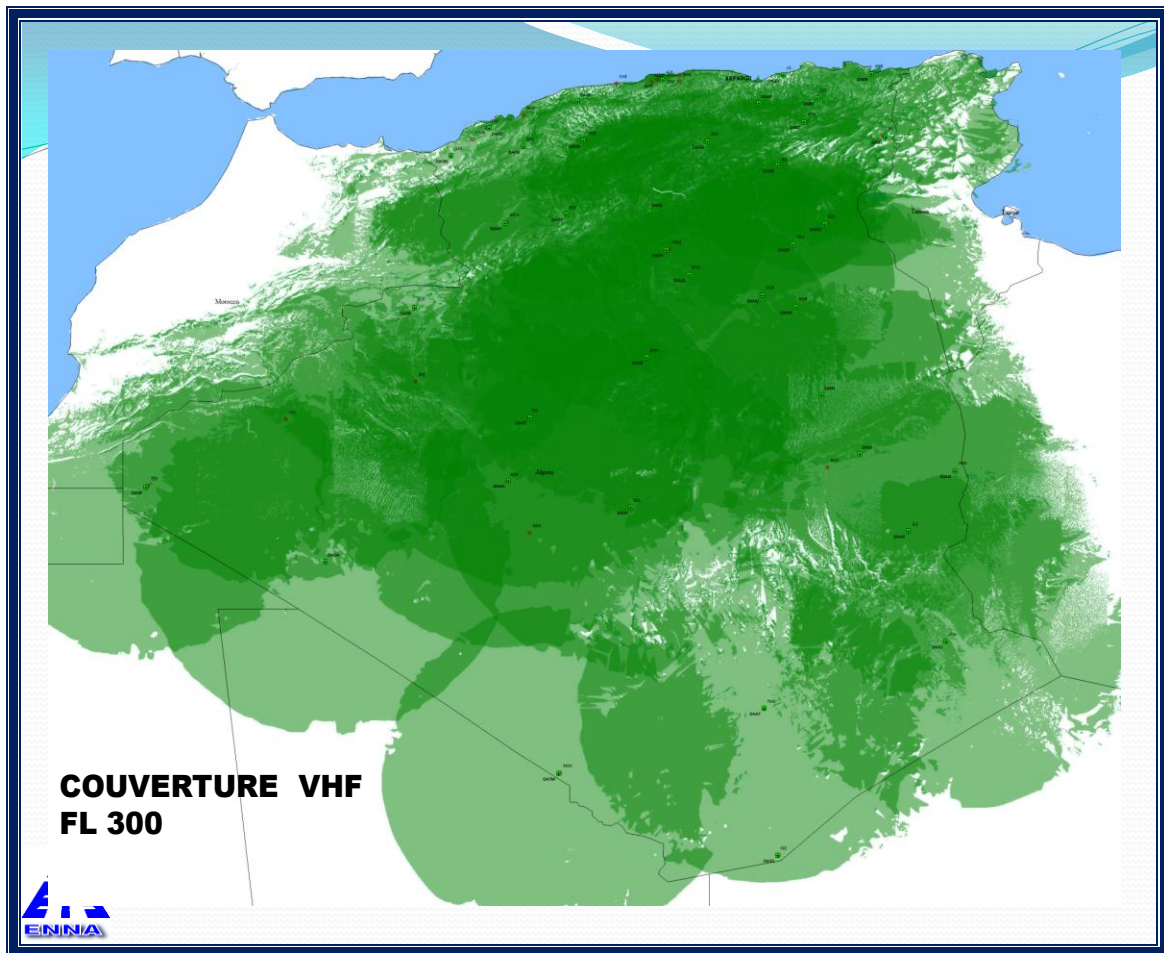


Figure IV.4 : Couverture VHF future-FL300

A 30 000 pieds une couverture VHF parfaite, tous l'espace aérien algérien sera couvert, il n'aura aucun problème de communication à ce niveau.

IV.2 la nouvelle approche pour la ré-sectorisation de l'espace aérien algérien

Après l'étude de l'espace aérien algérien et de l'évolution du trafic aérien et après avoir une claire idée sur les moyens et les équipements futurs qui sont au cours d'installation, nous arrivons à réaliser une approche pour la ré-sectorisation de l'espace aérien algérien en introduisant une deuxième FIR.

L'approche que nous avons utilisée pour développer le plan de gestion de l'espace aérien algérien afin de résoudre le maximum des problèmes soulevés, est la suivante :

- Conception de nouveaux secteurs facilitant la coordination et l'acceptation des trajectoires.
- Une conception flexible qui permette une meilleure résolution des conflits.
- Les charges de secteurs devront être allégées pour une prise en charge efficace.

Dans cette approche nous avons découpé l'espace aérien en prenant en considération trois paramètres :

- L'évolution du trafic aérien algérien.
- Avis des contrôleurs de la circulation aérien du CCR d'Alger.
- Les moyens et équipements actuels et futurs.

La nouvelle sectorisation consiste essentiellement à découper l'espace aérien algérien en deux FIRs, dont on a nommés FIR Nord et FIR Sud.

La FIR Nord est divisé en 05 secteurs qui sont :

- TMA Alger
- TMA Oran
- TMA Constantine
- TMA Ghardaïa
- TMA Hassi Messaoud

La FIR Sud est aussi découpé en trois (03) secteurs qui sont :

- TMA Sud-Est
- TMA Sud Centre
- TMA Sud-Ouest

Nous proposons aussi une séparation verticale de l'espace aérien algérien en espace haute et basse altitude qui sont défini comme suit :

- Espace aérien basse altitude dont la limite supérieure est le FL260.
- Espace aérien haute altitude dont :
 - La limite inférieure est le 270.
 - La limite supérieure est le 445.

Les limites verticales ne sont pas fixées, les secteurs haute et basse altitude peuvent être regroupés : c'est-à-dire lorsque le trafic est dense on garde les deux secteurs : secteur haute altitude et secteur basse altitude, mais dans le cas où le trafic est n'ai pas dense les contrôleurs peuvent regrouper les secteurs haute et basse altitude dans le même secteur. (Cette proposition est valable uniquement pour les secteurs haute et basse altitude qui ont les mêmes limites latérales). Et aussi les limites verticales entre secteurs haute/basse altitude ne sont pas fixées, elles peuvent être décalées selon la densité du trafic et selon le choix des contrôleurs.

Deux fréquences VHF seront attribuées à chaque secteur : une fréquence permanente et une fréquence de secours. La même fréquence sera utilisée dans tous les secteurs.

Après le découpage que nous avons fait une estimation du trafic moyen horaire et de la pointe, en prenant comme référence le jour du 25 juillet 2015 (c'est le jour où on a un pic dans le trafic aérien).

La zone de responsabilité du CCR Tamanrasset s'étendant jusqu'à la ligne 30° Nord sur cette base l'approche proposée découpe l'espace aérien algérien en deux FIRs dont la ligne qui sépare les deux FIR est la 30° Nord.

La figure suivante (Réalisée à l'aide du logiciel informatique MapInfo) représente l'approche de la nouvelle sectorisation proposée :

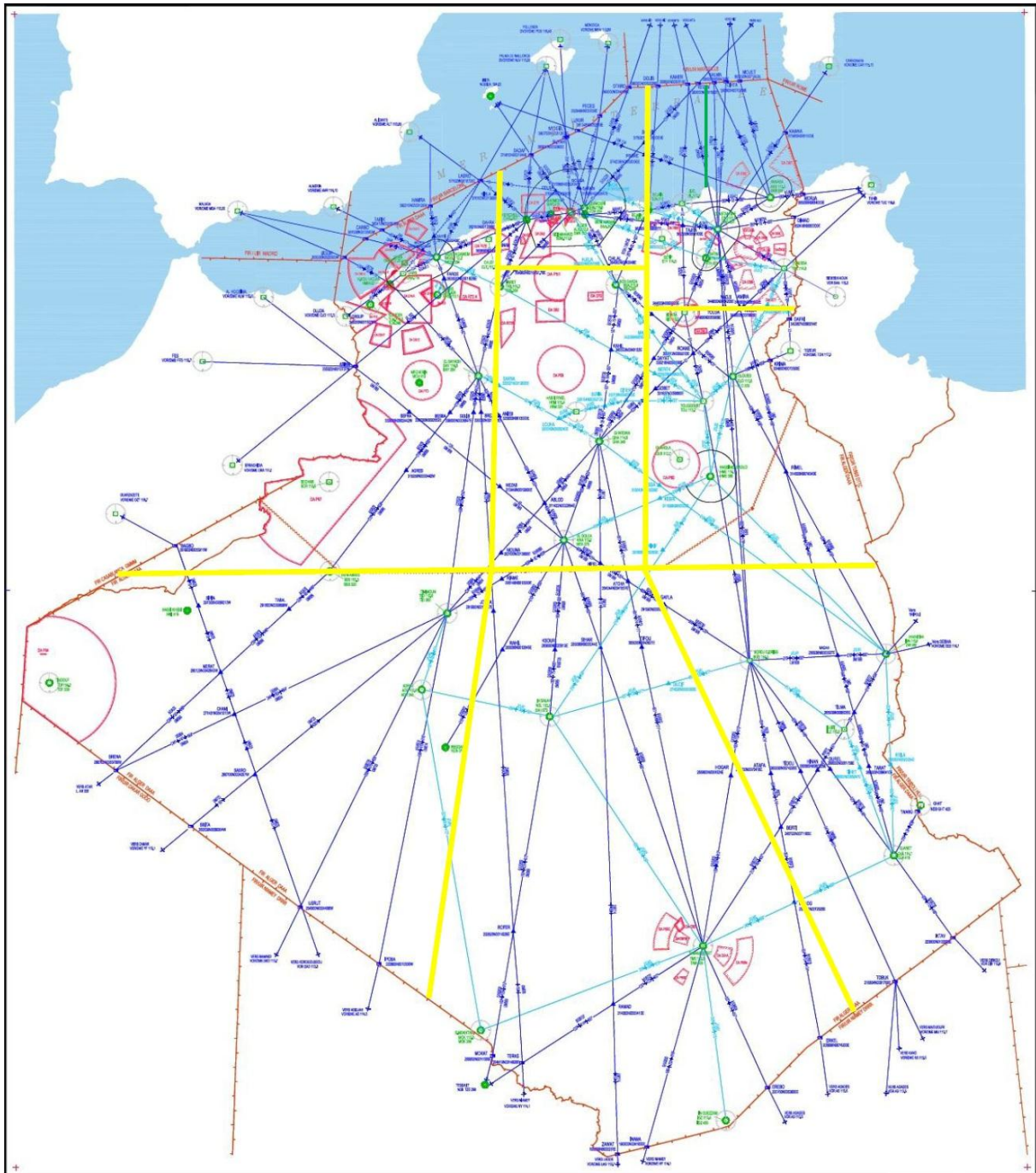


Figure IV.5 : Sectorisation proposés

IV.2.1 la FIR Nord proposée :

IV.2.1.1 Secteur d'Oran proposé :

IV.2.1.1.1 Description du secteur :

Ce nouveau secteur proposé garde la même limite verticale qui le sépare du secteur d'Alger (TMA Alger), mais la limite inférieure a changé, elle est décalée jusqu'à la ligne 30°N qui sépare le Nord et le Sud.

Ce secteur proposé est découpé verticalement aussi en secteur haute et basse altitude.

Ce secteur est délimité par des segments de droite joignant les points 373000N0013000E, 300000N0013000E et 300000N0061900W, delà on contourne la frontière Algéro/Maracaine jusqu'au point 350100N0021500W et ensuite des segments de droite joignant les point : 350109N0021500W, 355000N0020200W, 361508N0012942W et 373000N0013000E.

La figure suivante représente le secteur Oran proposé :

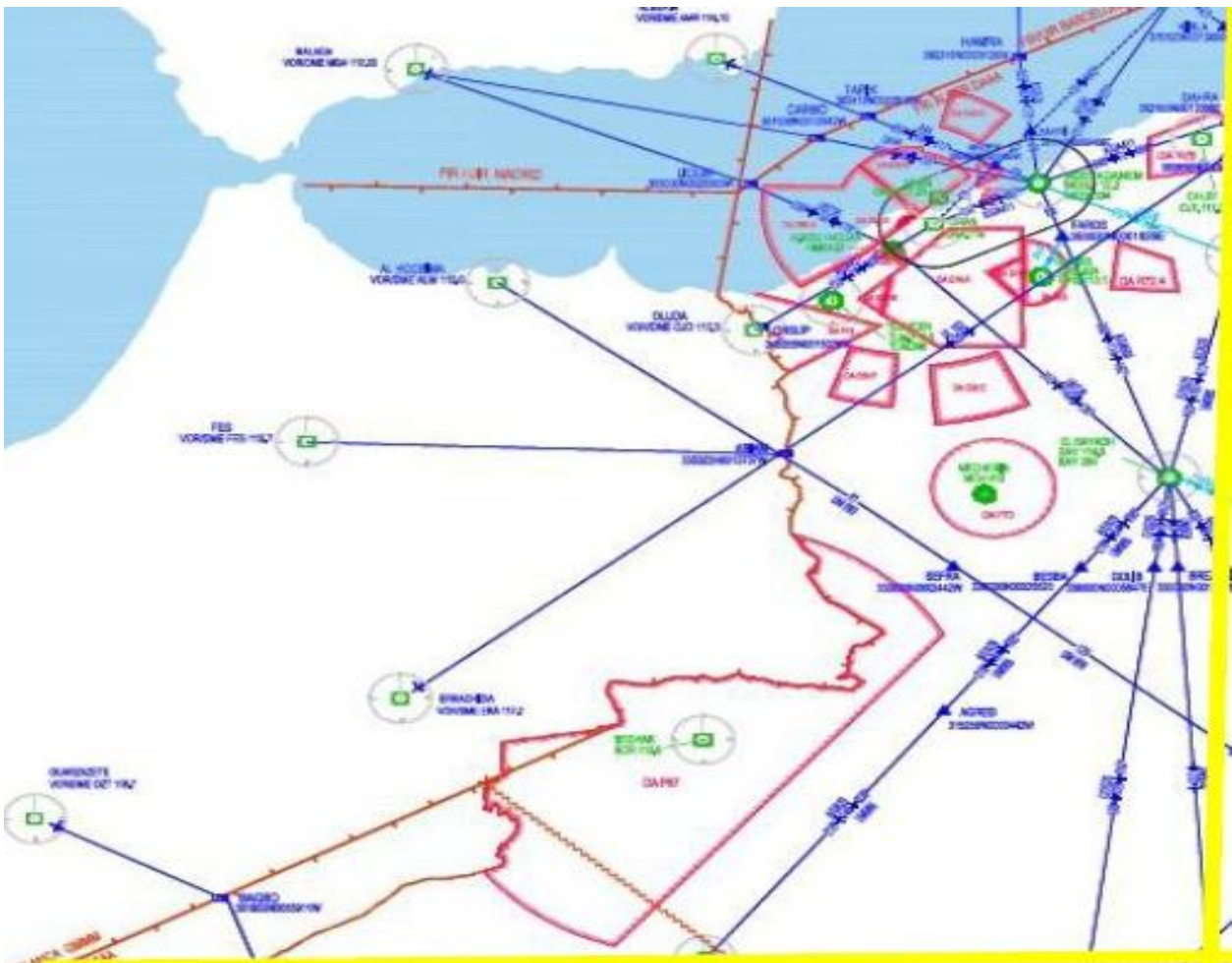
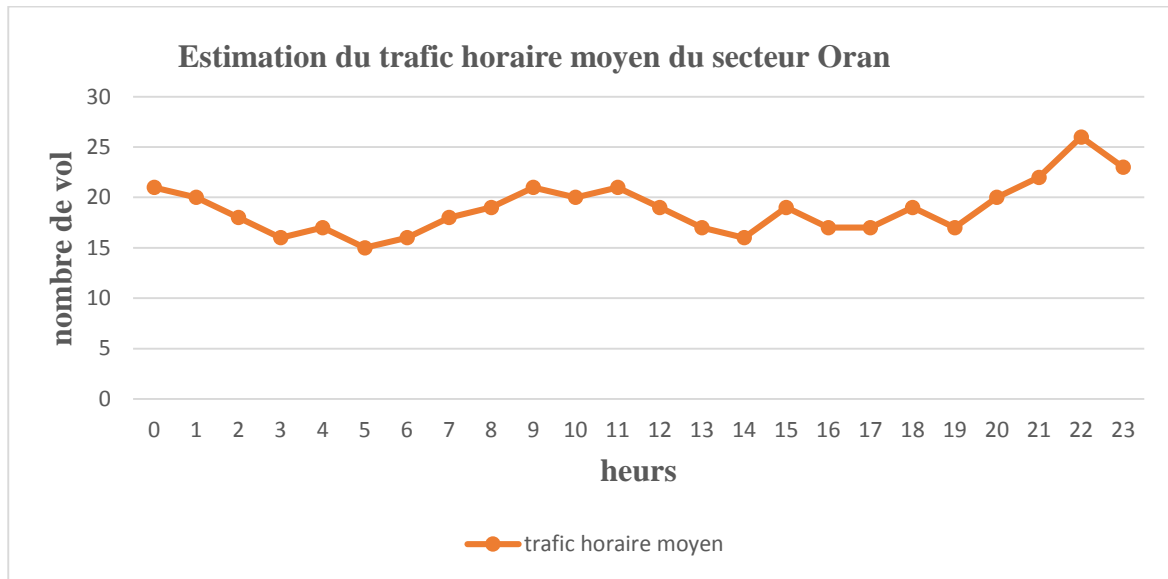


Figure IV.6 Secteur Oran proposé

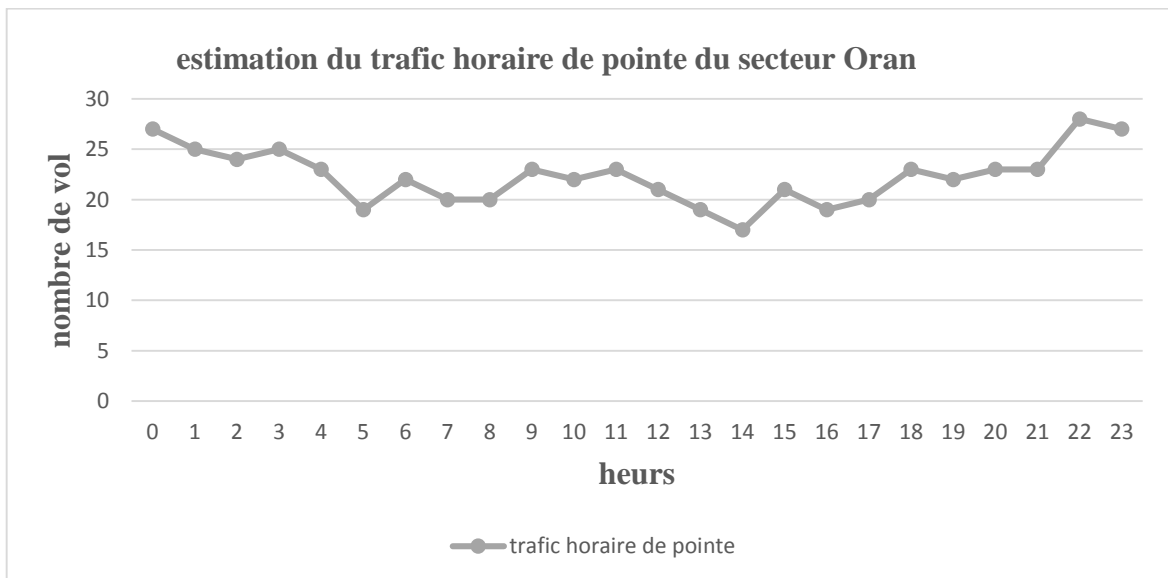
IV.1.1.1.2 Estimation du trafic horaire moyen et de pointe du secteur Oran proposée :

IV.1.1.1.2.1 Estimation du trafic horaire moyen :



Graphe IV.1 : Estimation du trafic horaire moyen du secteur Oran proposé

IV.1.1.1.2.2 Estimation du trafic horaire de pointe :



Graphe IV.2 : Estimation du trafic horaire de pointe du secteur Oran

IV.1.1.2 Secteur Alger proposé :**IV.1.1.2.1 Description du secteur :**

Ce secteur garde ses mêmes limites telles qu'ils sont dans la sectorisation actuelle, une séparation verticale (secteur haute et basse altitude) est suffisante pour alléger le secteur :

Ce secteur est délimité par des segments de droite joignant les points 373000N0013000E, 354000N0013000E, 354000N0050000E, 390000N0050000E, 390000N0044106E, 382000N0035000E pour retourner au point 370000N013000E.

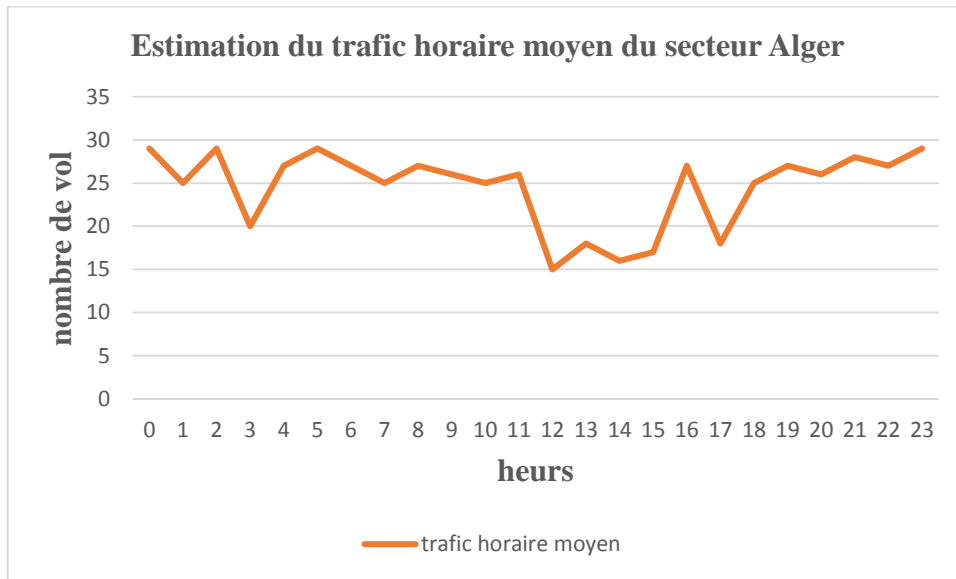
La figure suivante représente le secteur Alger proposé :



Figure IV.7 : Secteur Alger proposé

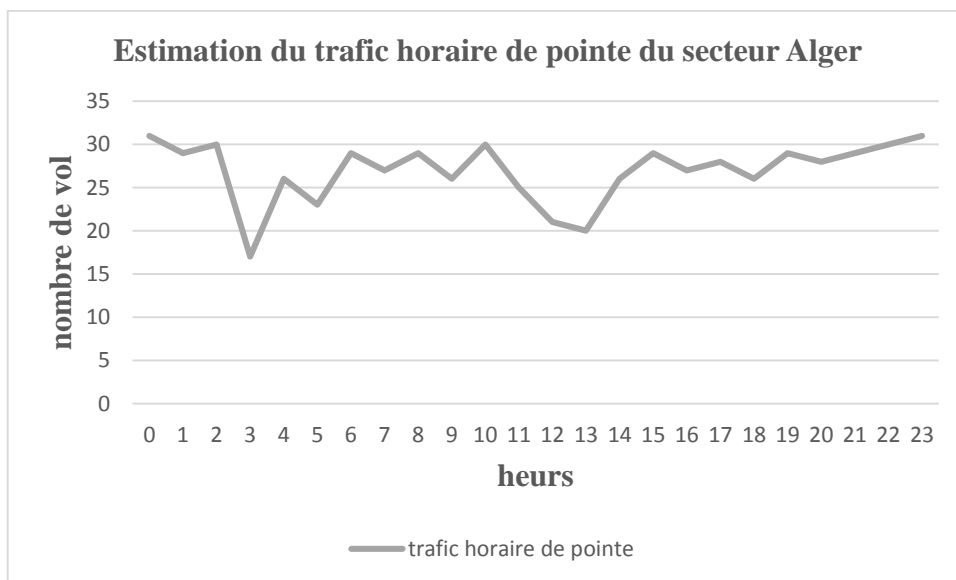
IV.2.1.2.2 Estimation du trafic horaire moyen et de pointe du secteur Alger proposée :

IV.2.1.2.2.1 Estimation du trafic horaire moyen :



Graphes IV.3 : Estimation du trafic horaire moyen du secteur Alger proposé

IV.2.1.2.2.1 Estimation du trafic horaire de pointe :



Graphes IV.4 : Estimation du trafic horaire de pointe du secteur Alger proposé

IV.2.1.3 Secteur Constantine proposé :

IV.2.1.3.1 Description du secteur :

Ce secteur garde ses mêmes limites telles qu'ils sont dans la sectorisation actuelle, une séparation verticale est suffisante pour alléger le secteur, nous proposons aussi une nouvelle approche à Bejaia qui englobe les aéroports de Bejaia, Sétif et Jijel.

Ce secteur est délimité par des segments de droite joignant les points 345000N0081800E, 345000N0050000E, 390000N0050000E, 390000N0080000E et 365043N0084000E, delà on contourne la frontière Algéro/Tunisienne pour retourner au point 345000N0081800E.

La figure suivante représente le secteur Constantine proposé :

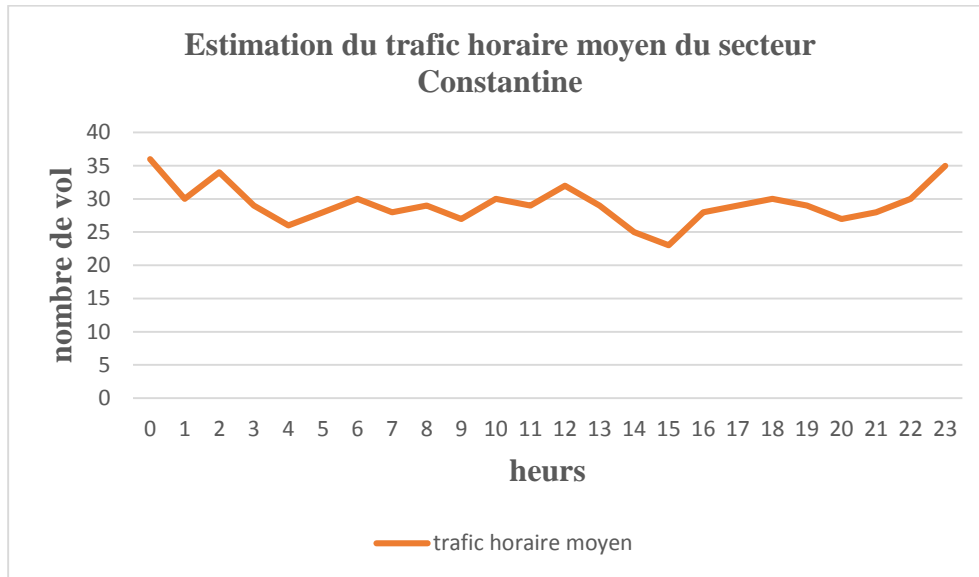


Figure IV.8 : Secteur Constantine proposé

IV.2.1.3.1 Estimation du trafic moyen horaire et de la pointe du secteur Constantine

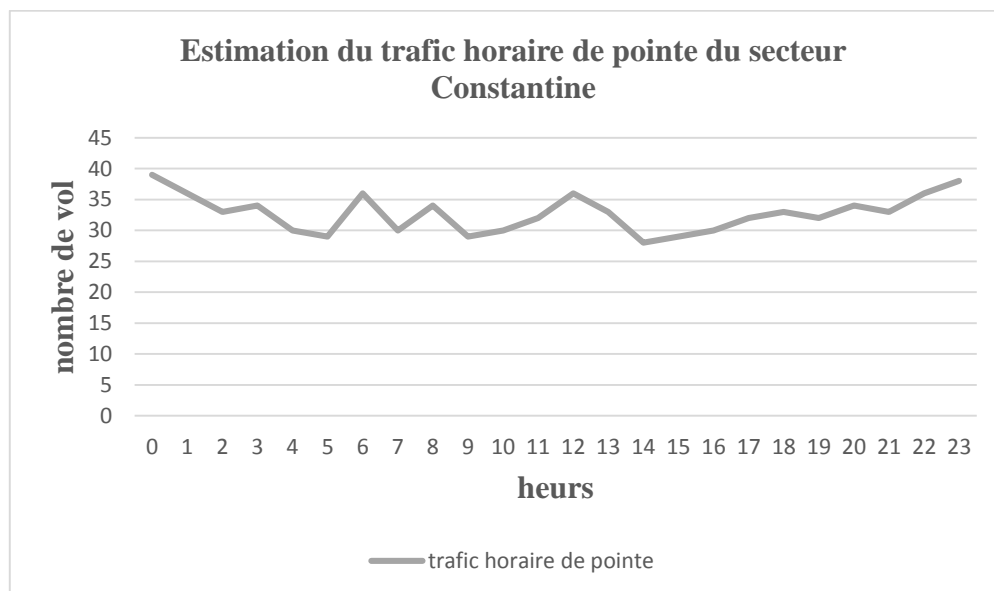
Proposée :

IV.2.1.3.1.1 Estimation du trafic horaire moyen :



Graph IV.5 : Estimation du trafic horaire moyen du secteur Constantine proposée

IV.2.1.3.1.2 Estimation du trafic horaire de pointe :



Graph IV.6 : Estimation du trafic horaire de pointe du secteur Constantine proposé

IV.2.1.4 Secteur Ghardaïa proposé :

IV.2.1.4.1 Description du secteur :

Ce secteur proposé prend une partie du secteur Sud Centre de la sectorisation actuelle, avec un décalage de la limite inférieure du secteur Sud Centre vers le haut jusqu'à la ligne 30°N.

Ce secteur est délimité par des segments de droite joignant les points 354000N0013000E, 354000N0050000E, 300000N0050000E et 300000N0013000E pour retourner finalement au point 354000N0013000E.

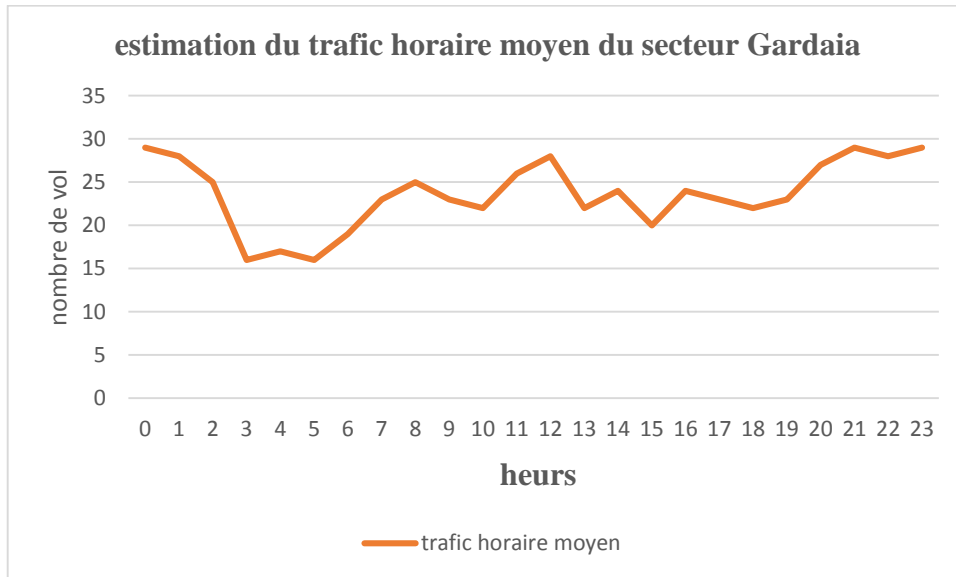
La figure suivante représente le secteur Ghardaïa proposé :



Figure IV.9 : secteur Ghardaïa

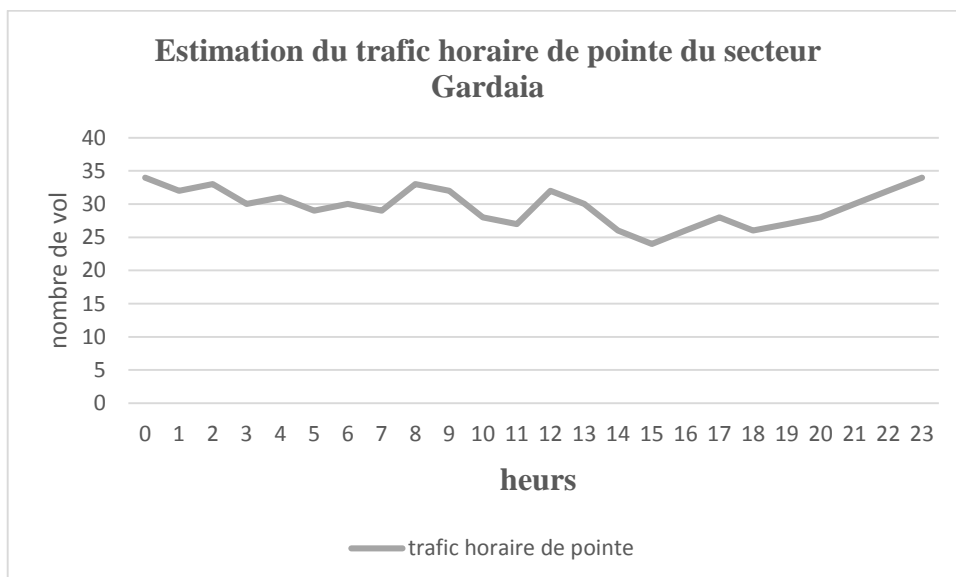
**IV.2.1.4.2 Estimation du trafic moyen horaire et de pointe de la TMA Ghardaïa
proposé :**

IV.2.1.4.2.1 Estimation du trafic horaire moyen :



Graphe IV.7 : Estimation du trafic horaire moyen du secteur Ghardaïa proposé

IV.2.1.4.2.2 Estimation du trafic horaire de pointe :

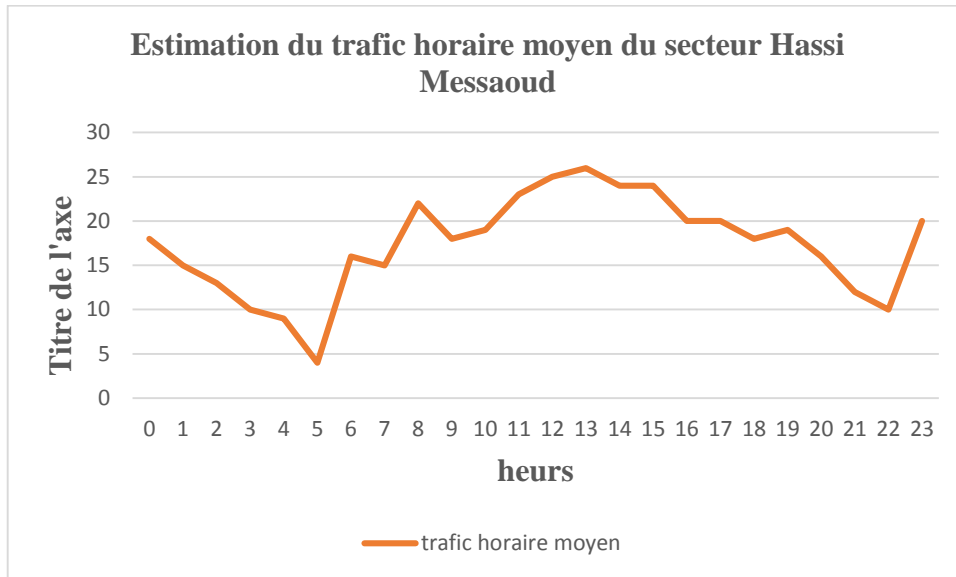


Graphe IV.8 : Estimation du trafic horaire de pointe du secteur Ghardaïa proposé

IV.2.1.5.2 Estimation du trafic horaire moyen et de pointe de secteur Hassi Messaoud

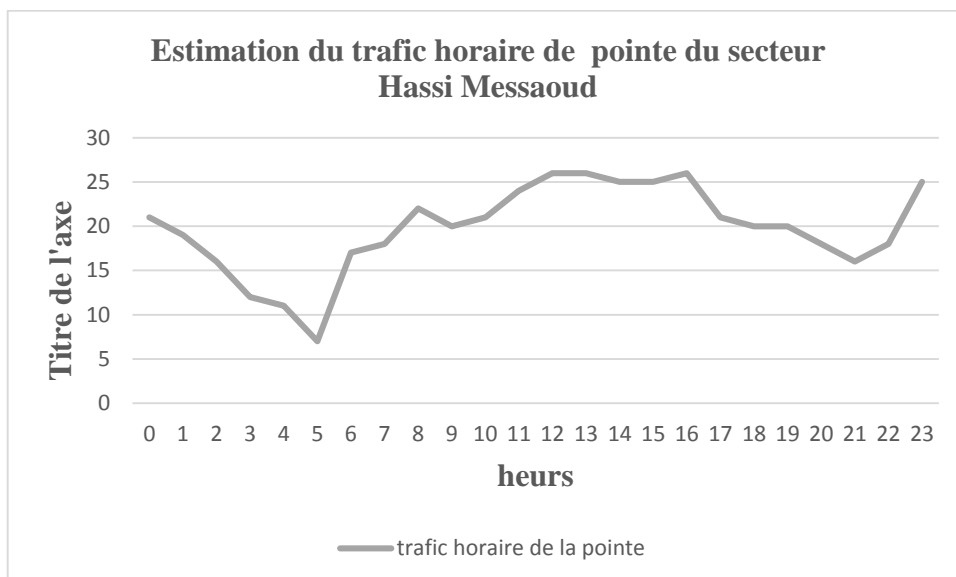
proposé:

IV.2.1.5.2.1 Estimation du trafic horaire moyen :



Graphe IV.9 : Estimation du trafic horaire moyen du secteur Hassi Messaoud proposé

IV.2.1.5.2.2 Estimation du trafic horaire de pointe :



Graphe IV.10 : Estimation du trafic horaire moyen du secteur Hassi Messaoud proposé

IV.2.2 La FIR Sud proposé :

IV.2.2.1 Secteur Sud Est proposé :

IV.1.2.1.1 Description du secteur :

Ce secteur est délimité par une ligne droite joignant les points : 300000N0050000E et 212000N0082300E (côté Ouest), delà, on contournera la frontière Algéro/Nigérienne et Algéro/libyenne jusqu'au point 300000N0092500E, pour retourner après au point 300000N0050000E.

La figure suivante représente le secteur Sud Est proposé :

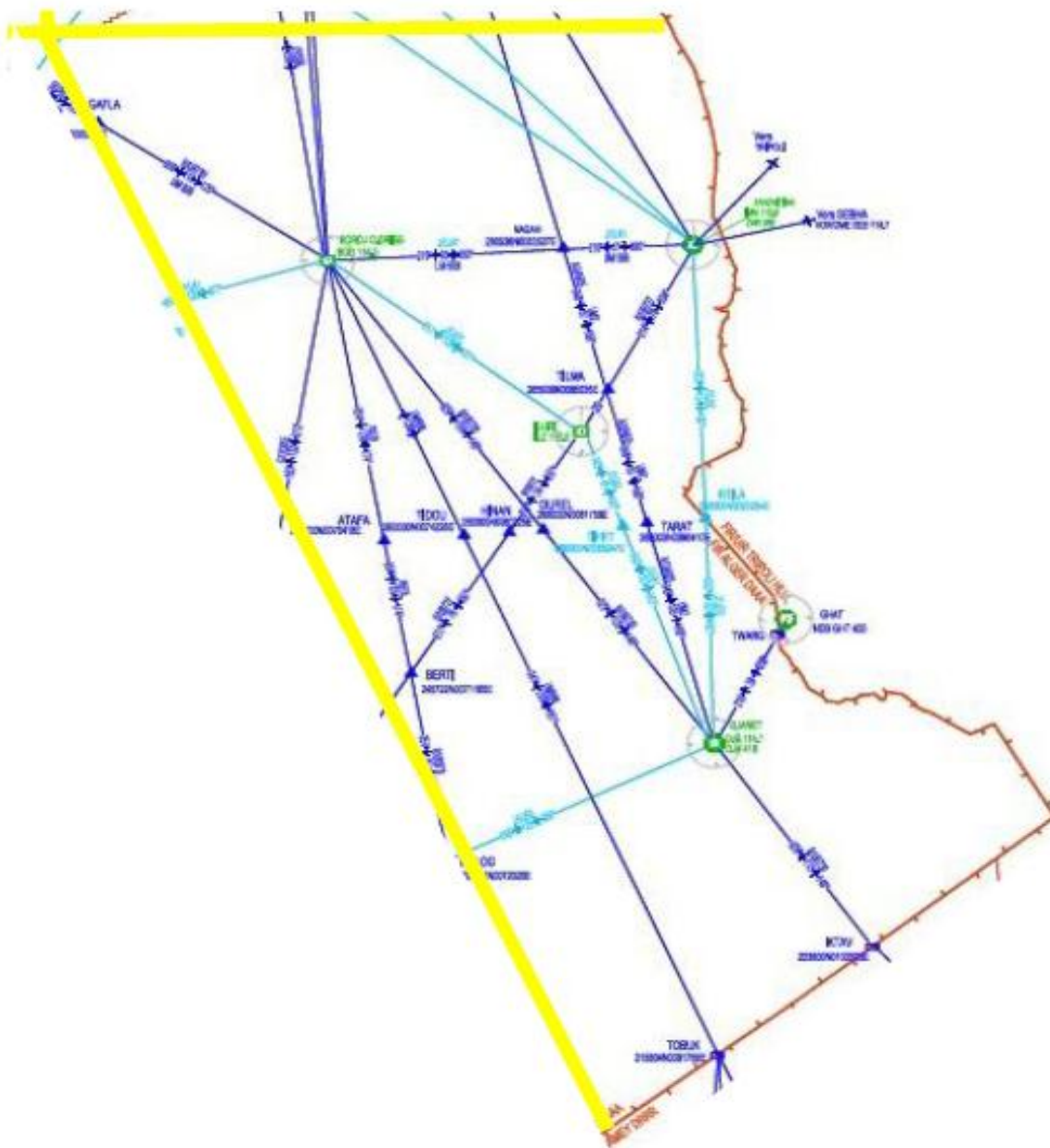
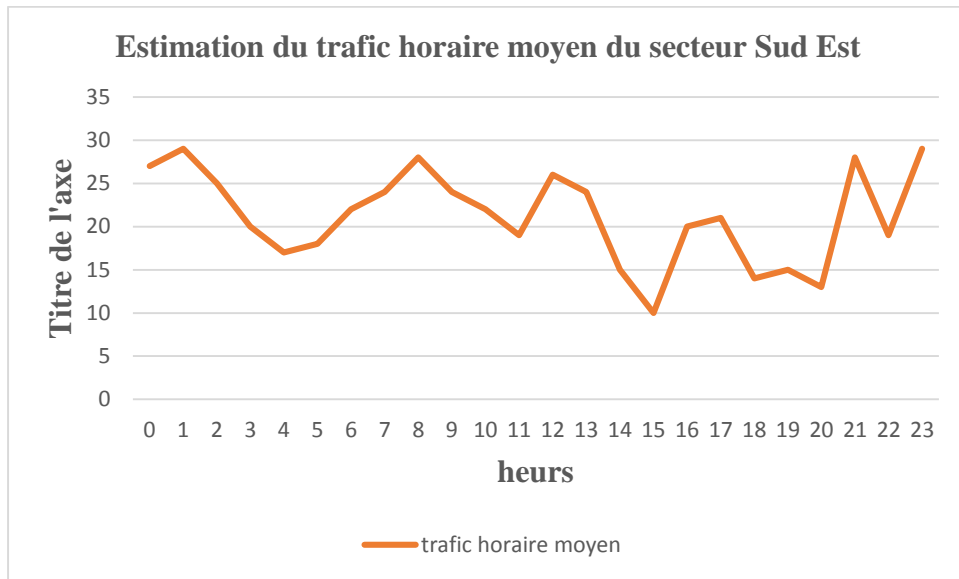


Figure IV.11 : Secteur Sud Est proposé

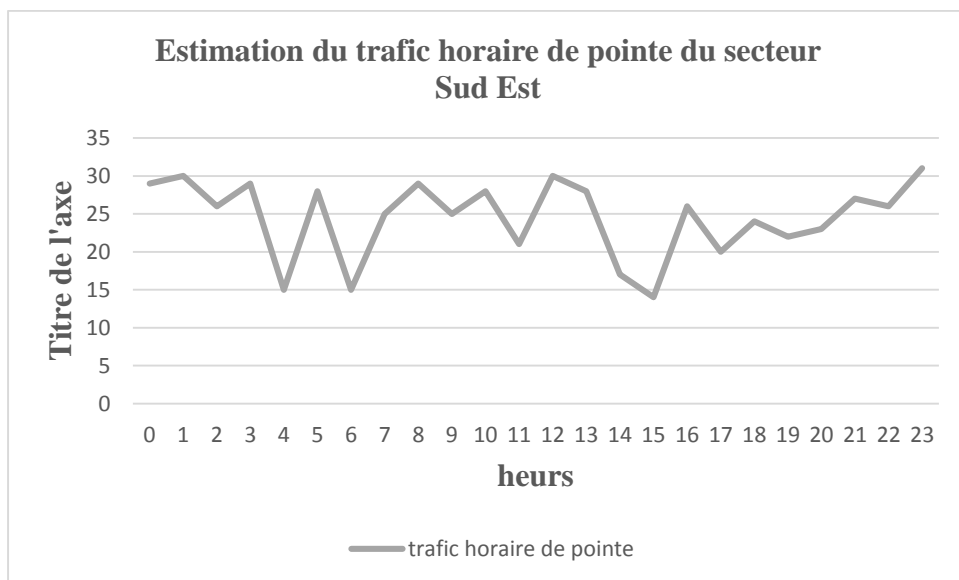
IV.2.2.1.2 Estimation du trafic horaire moyen et de pointe du secteur Sud Est proposé :

IV.2.2.1.2.1 Estimation du trafic horaire moyen :



Graphe IV.11 : Estimation du trafic horaire moyen du secteur Sud Est proposé

IV.2.2.1.2.2 Estimation du trafic horaire de pointe :



Graphe IV.12 : Estimation du trafic horaire de pointe du secteur Sud Est proposé

IV.2.2.2 Secteur Sud Centre proposé :

IV.2.2.2.1 Description du secteur :

Ce secteur est délimité par des segments de droite joignant les points 212000N0082300E, 300000N0050000E, 300000N0013000E et 215000N0001000E, delà, on recouvre la frontière Algéro/Malienne et Algéro/ Nigérienne pour retourner au point 212000N0082300E.

La figure suivante représente le secteur Sud Centre proposé :

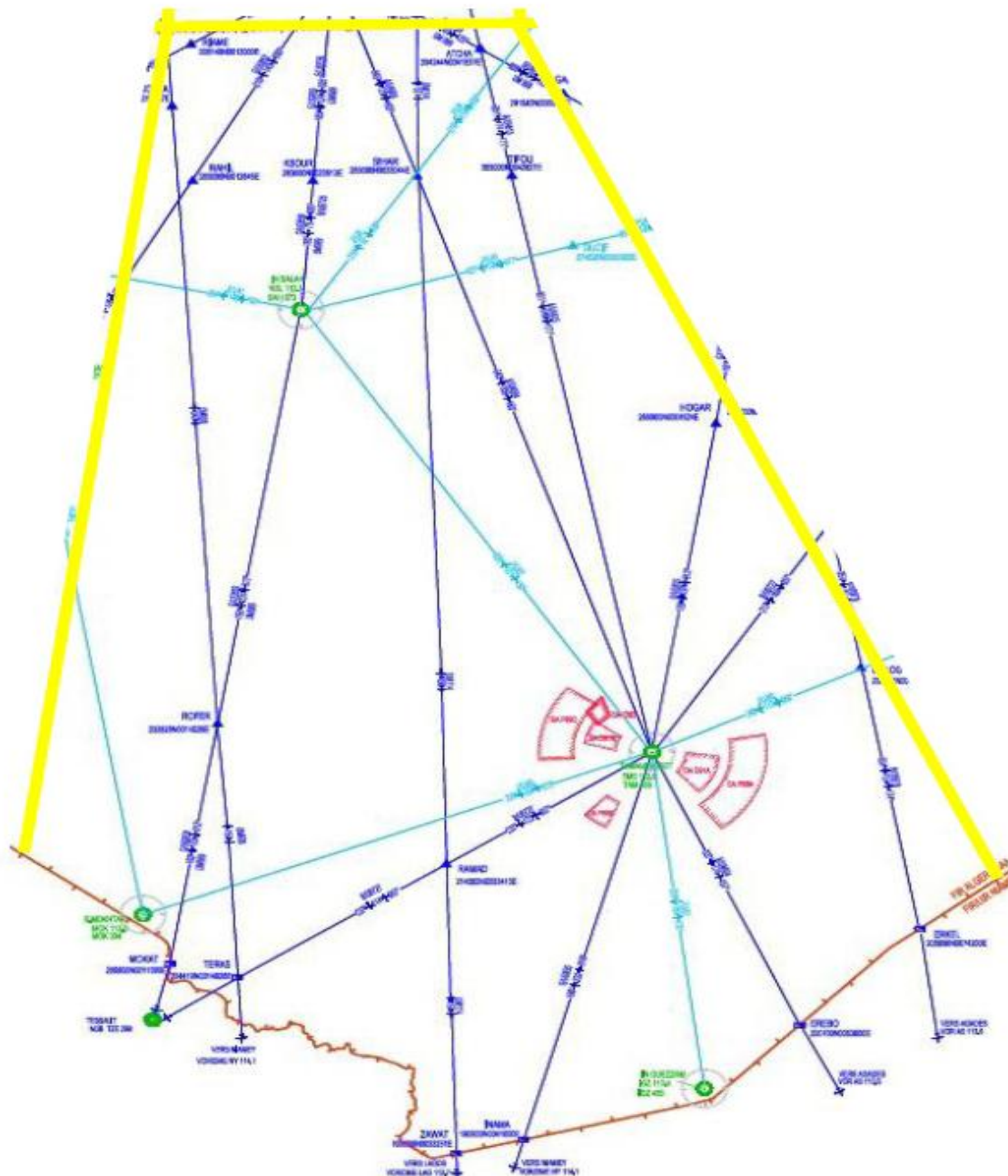
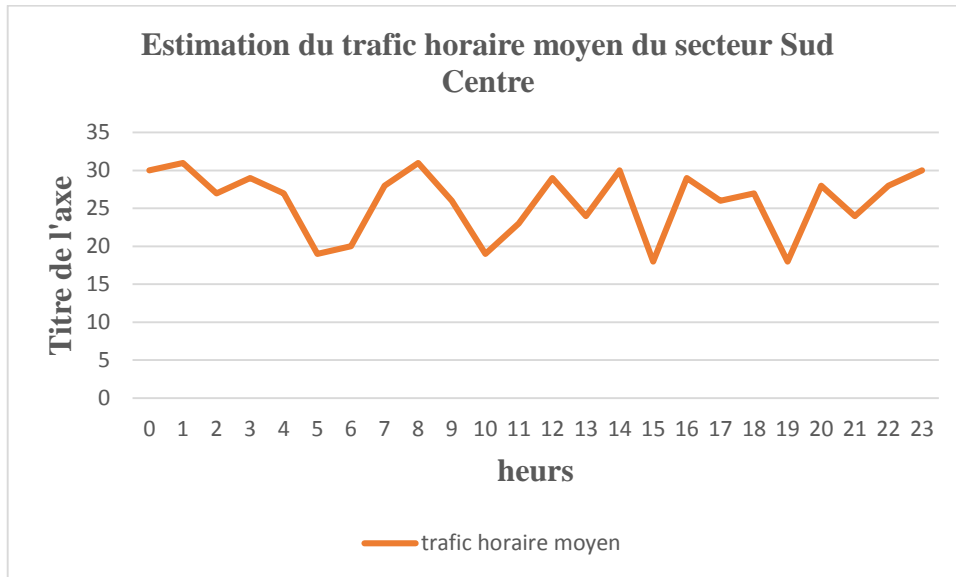


Figure IV.12 : Secteur Sud Centre proposé

IV.2.2.2.2 Estimation du trafic horaire moyen et de pointe du secteur Sud Centre

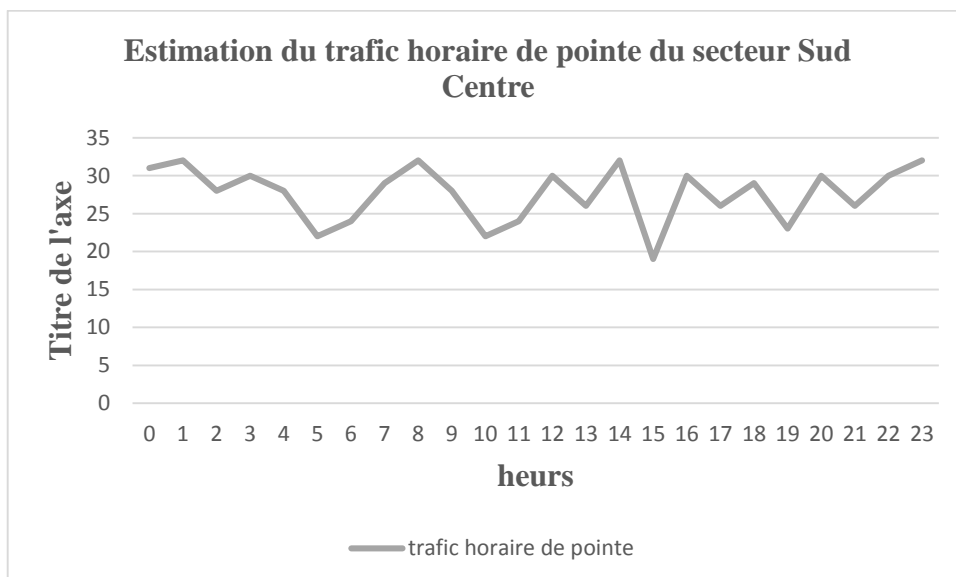
proposé :

IV.2.2.2.2.1 Estimation du trafic horaire moyen :



Graphe IV.13 : Estimation du trafic horaire moyen du secteur Sud centre proposé

IV.2.2.2.2.2 Estimation du trafic horaire de pointe :



Graphe IV.14 : Estimation du trafic horaire de pointe du secteur Sud Centre proposé

IV.2.2.3 Secteur Sud-Ouest proposé :

IV.2.3.1 Description du secteur :

Ce secteur est délimité par des segments de droite joignant les points 215000N0001000E, 300000N0013000E et 300000N0061900W, delà on contourne les frontières Algéro/Marocaine et Algéro/Malienne pour retourner au point 215000N0001000E.

La figure suivante représente le secteur Sud Centre proposé :

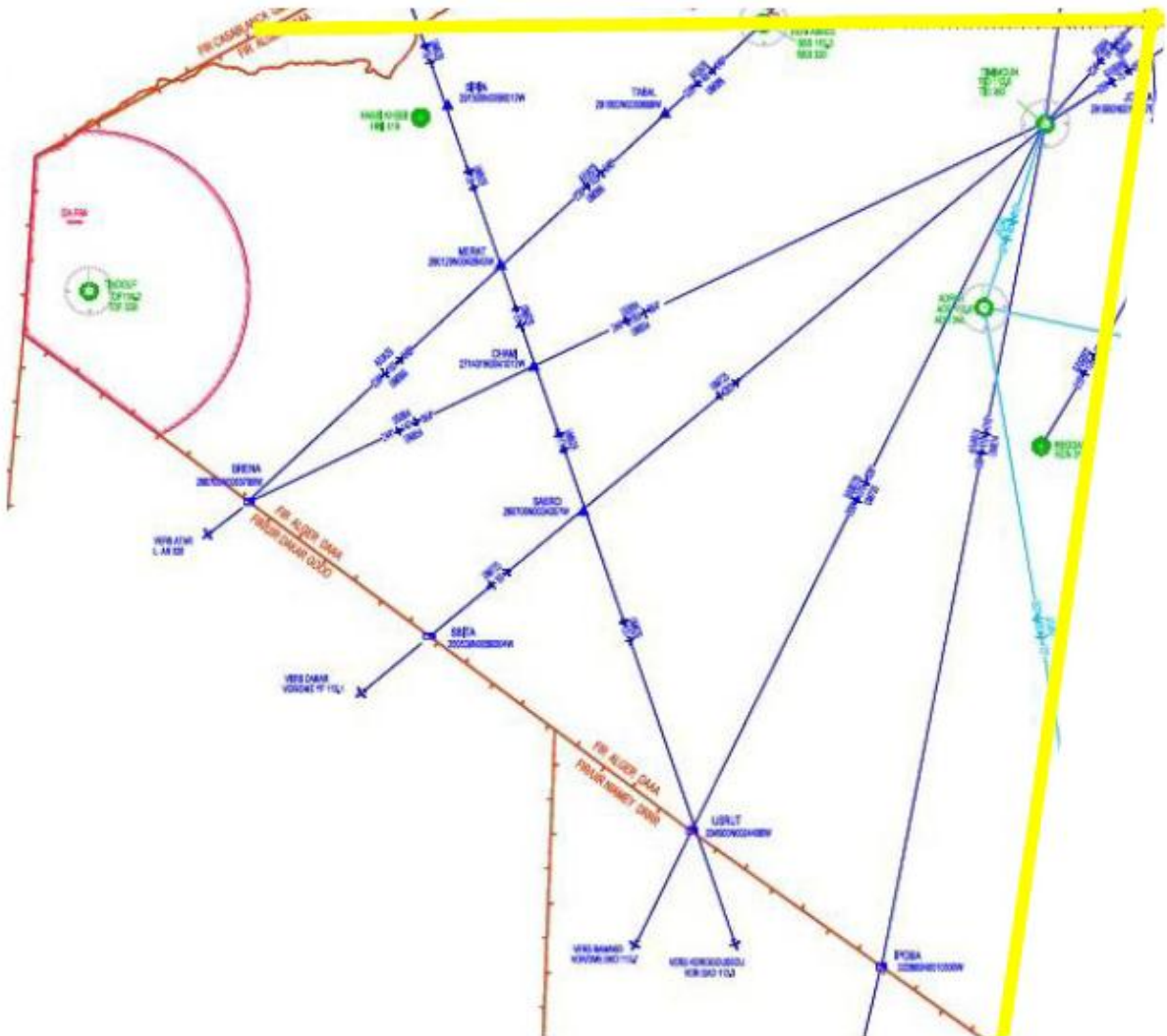
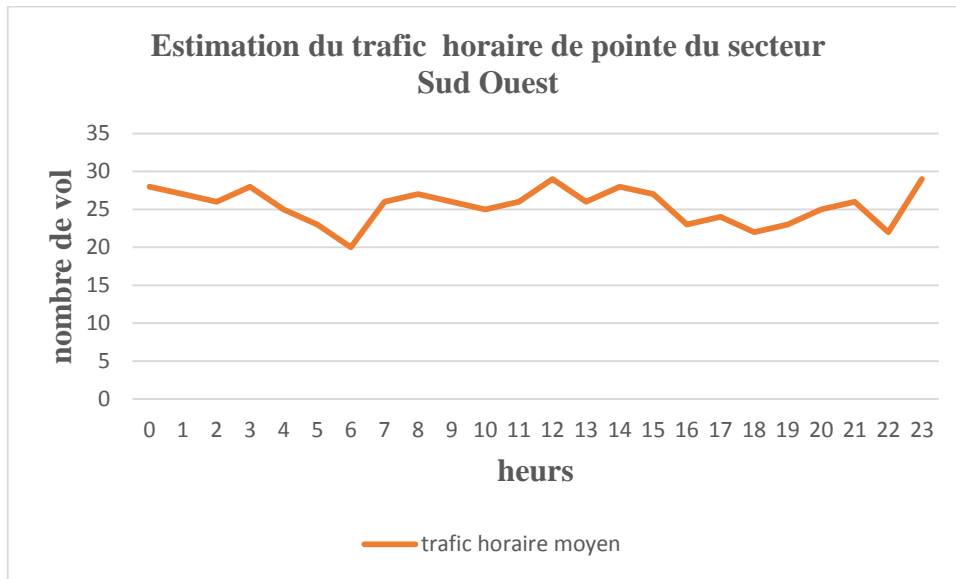


Figure IV.13 : Secteur Sud-Ouest proposé

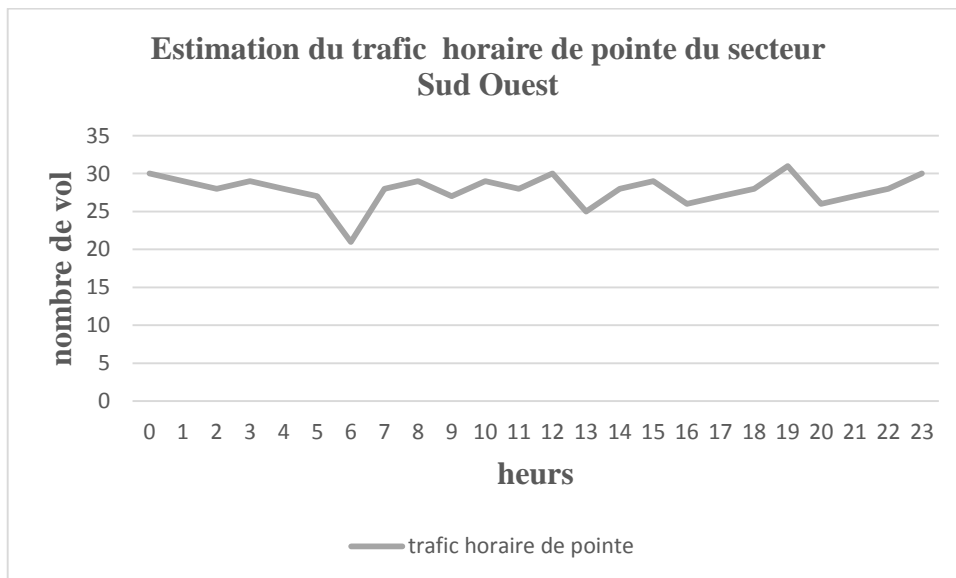
IV.2.2.3.2 Estimation du trafic horaire moyen et de pointe du secteur Sud-Ouest proposé:

IV.2.2.3.2.1 Estimation du trafic horaire moyen :



Graphe IV.15 : Estimation du trafic horaire moyen du secteur Sud-Ouest proposé

IV.2.2.3.2.2 Estimation du trafic horaire de pointe :



Graphe IV.16 : Estimation du trafic horaire de pointe du secteur Sud-Ouest proposé

IV.3 Avis des contrôleurs du CCR Alger :

Pour renforcer notre travail, nous avons présenté la nouvelle approche aux contrôleurs du CCR Alger pour avoir leurs avis on ce qui concerne la coordination, les conflits, la capacité secteur et la charge du travail des contrôleurs.

Les contrôleurs du CCR Alger sont divisés en quatre équipes de 35 membres dont environ huit contrôleurs expérimentés :

- ❖ Vingt-huit (28) parmi trente-deux (32) contrôleurs expérimentés étaient pour cette approche.
- ❖ Deux contrôleurs expérimentés étaient contre cette approche.
- ❖ Alors que deux contrôleurs expérimentés étaient contre le découpage de l'espace aérien en deux FIR.

Nous avons pris les avis des contrôleurs sous forme d'un questionnaire dont les résultats sont présentés dans le tableau suivant (on représente les avis de trente contrôleurs uniquement) :

	Faible	moyenne	bonne
Réduction des conflits	2	6	22
Résolution des problèmes de coordination	2	5	23
Capacité secteur	2	2	26
Charge de travail des contrôleurs	2	1	27

Tableau IV.2 : Avis des contrôleurs CCR Alger concernant l'approche de la nouvelle sectorisation de l'espace aérien algérien

Conclusion :

Cette nouvelle sectorisation devrait permettre une réduction des délais des vols opérés à travers les aérodromes et les vols en route, toute en assurant un haut niveau de sécurité des vols ainsi qu'une utilisation optimal et flexible de l'espace aérien algérien.

Le principe fondamental sur lequel repose le trafic aérien dans tout le monde est la sécurité.

Notre étude est basée sur ce principe, en étudiant la possibilité d'optimiser l'utilisation de l'espace aérien algérien sans modifier l'écoulement du trafic aérien, notre travail est basé sur la considération d'un nouveau système amélioré par rapport au système actuel en diminuant la charge du travail des contrôleurs par la proposition d'une nouvelle sectorisation de l'espace aérienne algérien en tenant compte d'une deuxième FIR et d'un nouveau CCR à Tamanrasset.

Cette étude a nécessité le traitement des données disponible : nouveau CCR, moyens et équipements CNS actuels et futurs, routes aériennes, évolution du trafic etc. la nouvelle sectorisation proposé est de huit (08) secteurs dont cinq (05) pour la FIR Nord et trois (03) pour la FIR Sud, et aussi nous proposons un découpage verticale de l'espace aérien : haute et basse altitude. Cette nouvelle approche va diminuer la charge du travail des contrôleurs, ainsi que le nouveau CCR de Tamanrasset va alléger le CCR d'Alger actuel.

Il est indéniable que le découpage de l'espace aérien est une étude sensible, car il touche à la sécurité aérienne d'un pays. Il nécessite des connaissances dans des domaines divers et pointus à l'instar de l'informatique, la recherche opérationnel et les opérations aériennes.

Afin de renforcé notre travail, nous l'avons présenté aux contrôleurs du CCR Alger pour avoir leurs avis, vingt-huit (28) parmi trente-deux (32) contrôleurs expérimenté étaient pour cette approche.

Perspectives :

Une fois l'objectif de notre mémoire « ré-sectorisation de l'espace aérien algérien par l'introduction d'une deuxième FIR » atteint, il serait judicieux de nous projeter dans l'avenir de son réalisation, qui compterait, en l'occurrence :

- Détermination des points d'entrée/ sortie de FIRs ou des secteurs ou bien autrement dit les points de transfère de contrôle, et ça sera mieux de séparé au maximum les point d'entrée et les point de sortie pour diminué les risques des conflits probable.
- Proposé des nouvelles lignes directes : pour optimiser l'utilisation de l'espace aérien et pour diminué les conflits et la charge de trafic, et améliorer la capacité secteur (surtout entre l'Est et l'Ouest dans la FIR Nord).
- Détermination des fréquences VHF correspondantes à chaque secteur : selon le PDGEA chaque secteur va bénéficier de deux fréquences VHF.

ANNEXES

1-Historique :

Depuis l'indépendance cinq organismes ont été chargés de la gestion de l'exploitation et du développement de la navigation aérienne en Algérie ; OGSA, ONAM, ENEMA, ENESA, ENNA

De 1962 à 1968 c'est l'organisation de gestion et de sécurité Aéronautique (OGSA), organisme Algéro-Français, qui a géré l'ensemble des services d'exploitation de l'Aviation en Algérie.

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

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

Le décret N°83.311 du 17/05/1983 a réaménagé les structures de l'ENEMA et modifié sa dénomination pour devenir ENESA « entreprise nationale d'exploitation et de sécurité aéronautique » avec statut d'entreprise nationale à caractère économique.

Afin de clarifier les attributions de l'ENESA, il a été procédé aux réaménagements de ce statut ainsi qu'au changement de dénomination en « ENNA » par décret exécutif N°91-14 du 18 mai 1991.

L'ENNA, établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC), sous tutelle du ministère des transports, est dirigé par un directeur général et administré par un conseil d'administration.

2-Missions :

Conformément au décret N°91-149 du 18 mai 1991 portant réaménagement des statuts de l'Exploitation et de Sécurité Aéronautiques (E.N.S.A.) et dénomination nouvelle : Etablissement National de la Navigation Aérienne, l'ENNA est un Etablissement public à caractère Industriel et commercial (EPIC) placé sous la tutelle du Ministère des transports.

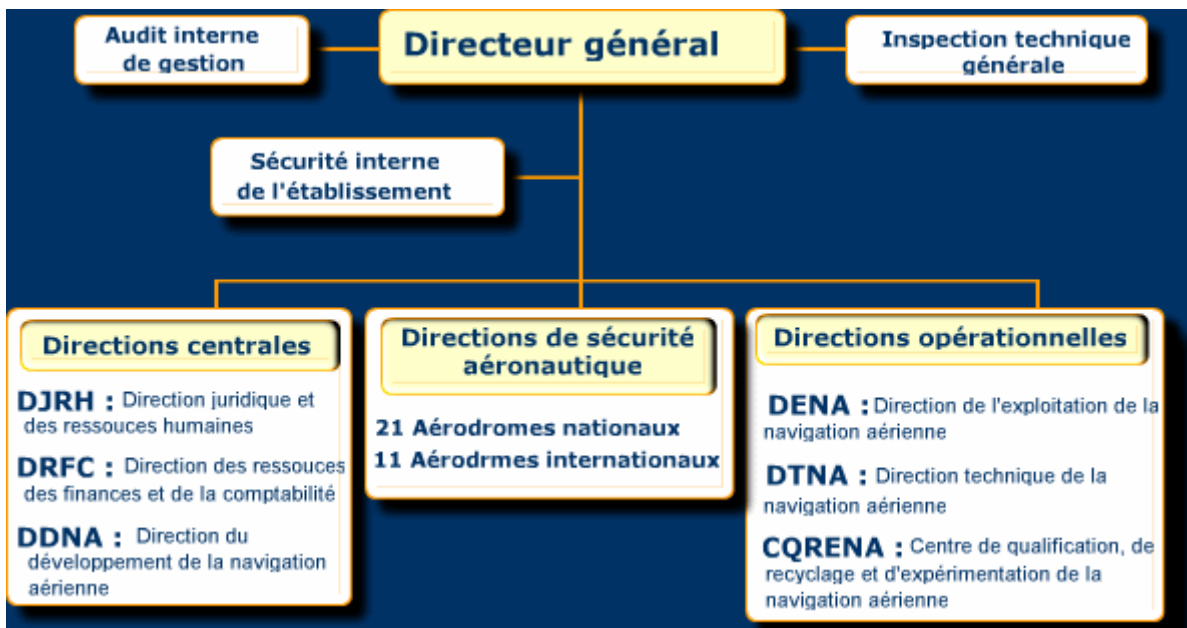
Ses principales missions sont :

- Assurer le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et du nom de l'Etat ;
- Mettre en œuvre la politique nationale dans ce domaine, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées.
- Assurer la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien national ou relevant de la compétence de l'Algérie ainsi que sur et aux abords des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique.
- Veiller au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation aérienne, et l'implantation des aérodromes, aux installations et équipements relevant de sa mission ;

- Assurer l'exploitation technique des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique ;
- Assurer la concentration, diffusion ou retransmission au plan national et international des messages d'intérêt aéronautique ou météorologique.

3-Organisation :

L'établissement national de la navigation aérienne est structuré comme suit :



ANNEXE B : CONCEPT PDGEA

Le projet PDGEA a été initié au vue du trafic aérien qui augmente d'année en année, et la réalisation d'un deuxième CCR à Tamanrasset qui servira également de backup au CCR actuel du nord.

C'est le complément du Système automatisé actuel pour la partie Nord de l'espace aérien avec introduction du mode S et l'ADS-B pour la surveillance, l'automatisation de la partie Sud de l'espace aérien avec également l'introduction du radar mode S et l'ADS-B pour la surveillance.

Pour le futur CCR Sud c'est :

- Introduction du service de contrôle radar.
- Amélioration de la couverture VHF.
- Introduction de la surveillance (radar, ADS-C et ADS-B) : Mise en service de nouvelles stations radars primaires et secondaire mode S, stations ADS-B au nord et au sud
- Automatisation des fonctions du contrôle aérien. Mise en service de systèmes de traitement et de visualisation des fonctions de la navigation aérienne
- Mise en service de moyens de Support Télécommunications (VSAT, FH, FO)
- Mise en service de nouvelles stations AA VHF (Renouvellement et nouvelles installations)

Pour le CCR Nord c'est :

- Amélioration des fonctions automatisées du système de contrôle aérien dans la partie Nord
- Renforcement de la couverture Radar existante avec introduction de la surveillance ADS-B
- Amélioration de la couverture VHF

Entre les deux CCR (l'actuel et le futur en cours de réalisation) il y aura une Intégration et harmonisation des deux CCR (Alger et Tam)

ANNEXE B : CONCEPT PDGEA

Maquette CCR Tamanrasset :



**ANNEXE C : EXEMPLAIRE DU QUESTIONNAIRE FAIT POUR LES
CONTROLEURS DU CCR ALGER**

Questionnaire pour les contrôleurs du CCR Alger

Avis des contrôleurs concernant l'approche de la nouvelle sectorisation (en tenant en compte une deuxième FIR)

Pour :

	faible	moyenne	bonne
Réduction des conflits			
coordinations			
Capacité secteur			
Charge de travail des contrôleurs			

Suggestions :

[1] : Document OACI 4444, « procédure pour les services de navigation aérienne ».
Version 2015.

[2] : **transport canada** <https://www.3tc.gc.ca/fra/aviationcivile/opssvs/secretariat-terminologir-glossaire-812.htm>. Mars 2015

[3] : Annexe 11 à la convention relative à l'organisation de l'aviation civile internationale
« Service de la circulation aérienne ».Version 2011

[4] : POIROT-DELPECH Sophie. « Mémoire et histoires de l'automatisation du contrôle aérien », Sociobiographie du CAUTRA. Paris : Harmattan, 2009.

[5] : **TRAN DAC Huy**, thèse de doctorat« Sectorisation contrainte de l'espace aérien »,
Université de Technologie de Compiègne, Mai 2004

[6] : **Mme SACI HADJER**, thèse magistère «Ré-sectorisation de l'espace aérien algérien», Université Saad Dahleb de Blida, 2008.

[7] : <http://www.enna-dz/>. Février 2016.

[8] : Communiqué IATA 2015 N°5 et chiffres 2014.