

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**

**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA**



**Faculté des sciences de l'ingénieur**

**Département d'Aéronautique**



**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en  
aéronautique.**

Option : exploitation aéronautique

**Thème**

**GESTION DES FLUX DU TRAFIC AERIEN EN FIR ALGER – Cas de la TMA  
ALGER**

**Encadré par :**

**Melle : DEGHALE Karima**

**Dr: BENKHEDDA Amina**

**Présenté par :**

**HAMOUDI Amine**

**GUEZZOU Fouad**

**Année Universitaire 2009/2010**

## **RESUME :**

Le but de ce travail est d'apporter des solutions stratégiques compte tenu de la gestion du trafic au niveau de notre FIR afin d'aider en premier les contrôleurs en salle et au niveau des aérodromes.

Il est donc demandé en premier de revoir l'aspect organisationnel et les méthodes de travail, éventuellement la réglementation appliquée et en tirer les manques s'il y en a et par la suite proposer des solutions.

En second, identifier les demandes des flux dominants : ceci nécessitera un développement informatique compte tenu des valeurs de références à trouver pour réaliser à quel moment dirons-nous qu'un flux devient dominant ou gênant.

Trouver des solutions stratégiques, les appliquer sur ces flux et voir l'impact de l'application de ces solutions sur ces flux.

# Abstract

The purpose of this work is to bring strategic solutions considering the management of the traffic at the level of our FIR to help in the first one the controllers in room and at the level of aerodromes and companies to plan better their flights.

It is thus asked in the first one to see again the organizational aspect and the methods of work, possibly the applied regulations and to pull the lacks if there is and afterward to propose solutions.

In the second, identify to ask for them the dominant flows: this will require an Informatics development considering the reference values to be found to realize at which moment let us shall say to ourselves that a flow becomes dominant or annoying.

Find strategic solutions, apply them to these flows and see the impact of the application of these solutions on these flows.



## **Remerciement**

Avant Tout nous remercions ALLAH, qui nous a donné la  
force et le courage pour terminer ce modeste travail.

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été menés à l'Etablissement National de la  
Navigation Aérienne et dans le cadre du Département Aéronautique de Blida.

Nous tenons tout d'abord à remercier Mr DJATOUF le directeur de la direction  
d'exploitation de la Navigation Aérienne pour son accord concernant notre stage.

Un grand merci à Mlle DEGHAL Karima, responsable du bureau FMP d'avoir  
accepté de nous encadrer, pour leurs conseils, leurs remarques constructives et pour  
leurs indications.

On remercie tout particulièrement Mme BENKHEDDA pour sa présence, son aide et  
encouragement Nos remerciements vont aussi à tout ceux et celles qui ont participé de  
prés ou de loin à l'élaboration du présent travail.

En fin, merci à tout nos proches, famille et copains qui ont également participé à  
manière à la réalisation de ce travail.

## **Remerciements**

*Tout d'abord Je remercie Le Dieu Tout Puissant Qui M'a  
Donné Le*

*Courage Pour Que Je Puisse Terminer Cet Humble Travail  
Un Très Grand Merci Pour Mes Chers Parents Symbole De  
Sacrifice Et D'amour*

*Je Remercie Également Notre Encadreur Pour Son Aide Et Ses  
Orientations Efficaces*

*Je Remercie Notre Promotrice Pour Son Aide Et  
Encouragement*

*Je Remercie Tout Le Personnel De l'ENNA Et d'AIR ALGERIE  
Je Tien a Remercier Tout Les Professeurs De Prés Et De Loin  
Pour*

*Leurs Aide Directe Ou Indirecte*

*Je Remercie Finalement Mon Binôme FOUAD Et Tout Mes  
Amis Et Tout Ce Qu'ont Participé Ou Aider De Loin Ou De  
Près Pour Elaborer Ce Modeste Labeur*

**HAMOUDI AMINE**

## **Dédicace**

*Au Préambule Je Remercie Dieu Dont Toute Sa Sainte  
Miséricorde De  
M'Avoir Ouvert La Voie Du Savoir*

*Un Très Grand Merci Pour Mes Chers Parents Symbole  
D'Abnégation*

*Je Remercie Vivement Notre encadreur **MLLE DEGHAL KARIMA**  
Pour Tout Le Soutient Et La Disponibilité Dont Elle A Su Faire  
Preuve*

*Je Remercie Également Notre encadreur **MME BENKHEDDA**  
Pour L'aide Ainsi Que Les Conseils Avisés Qu'il M'a Fourni  
Pour L'élaboration De Ce Travail.*

*Je Remercie Tout Le Personnel d'ENNA  
Je Tien A Remercier Tout Les Professeurs De Prés Et De Loin  
Pour  
Leurs Aide Directe Ou Indirecte*

*Je Remercie Finalement Mon Binôme Et Mon Frère AMINE  
Je Remercie Tout Mes Amis Et Tout Ce Qu'ont Participé Ou Aider  
De  
Loin Ou De Prés Pour Élaborer Ce Modeste Labour*

RESUME	
REMERCIEMENTS	
TABLE DES MATIÈRES	
LISTE DES ILLUSTRATION, FIGURES ET TABLEAUX	
INTRODUCTION.....	14
<b>1. PRESENTATION DU CCR</b>	
1.1 Cadre de stage.....	16
1.2 Présentation du CCR.....	17
1.3 Quelques chiffres.....	18
1.4 Missions et organisation du CCR.....	19
1.4.1 Attributions des contrôleurs.....	20
1.4.2 Méthodes de travail.....	20
1.5 Problématique.....	22
<b>2. CONTROLE AERIEN</b>	
2.1 Présentation générale.....	23
2.2. Services de contrôle aérien.....	25
2.2.1. Le contrôle aérodrome.....	26
2.2.2. Le contrôle d’approche.....	26
2.2.3. Le contrôle en route.....	26
2.3. Conception actuelle de la gestion du trafic aérien.....	27
2.4. Organismes ATC .....	27
2.4.1. OACI.....	27
2.4.2. EUROCONTROL .....	28
2.4.3. DACM .....	29
2.4.4. ENNA .....	29
<b>3 METHODES DE GESTION DE TRAFIC AERIEN</b>	
3.1 Présentation.....	31
3.2 Objectifs de l’ATFM.....	32
3.2.1. Les phases d’exécution des opérations d’ATFCM.....	33
3.3 Evolution de la régulation aérienne : ATFM vers ATFCM.....	36



## **4 DESCRIPTION DES FLUX DU TRAFIC AERIEN**

4.1 Introduction.....	37
4.2 Définitions.....	37
4.3 Le trafic aérien en route.....	37
4.3.1 Statistiques du trafic en route.....	38
4.4 Etude sur la TMA d'Alger.....	41
4.4.1 Statistique de la TMA Alger.....	41
4.4.2 Pointe du trafic.....	43
4.4.3 Caractéristique du secteur.....	44
4.4.4 Les zones interdites, réglementées et dangereuses.....	45
4.5 Gestion du trafic aérien au niveau de la TMA Alger.....	49
4.5.1 Problèmes liés à la gestion de la TMA Alger.....	50
4.5.2 Solutions proposées.....	52

## **5 APPLICATION ET SOLUTIONS**

5.1 Construction de la base de données.....	54
5.2 Présentation.....	54
5.3 Présentation de système de gestion de base de données.....	54
5.4 Présentation de l'outil de développement (DELPHI).....	54
5.4.1 Plan de réalisation.....	55
5.4.2 La sécurité du système.....	55
A. Sécurité des informations.....	55
B. Sécurité des entrés sortie.....	55
C. Sécurité des entrés sortie.....	56
D. la maintenance.....	5

E. E.puration des fichiers .....	56
5.5 Description des fichiers.....	56
5.6 Schémas représentatif de l'Application.....	57
5.7 Détail.....	58
5.7.1 Le menu principal.....	58
5.7.2. Traitements.....	59
5.8 Interrogation de la base de données.....	65
5.9 Solutions stratégiques de gestion des flux de trafic aérien.....	68

## **CONCLUSION**

## **BIBLIOGRAPHIE**

### **LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAHIQUES ET TABLEAUX**

Figure 1.1 : Salle CCR.....	17
Figure 1.2 : Présentation Schématique de la sectorisation actuelle .....	21
Figure 2.1 : Représentation des classes d'espace aérien.....	24
Figure 2.2 : Les services ATC.....	26
Figure 2.3 : Membres d'Eurocontrol.....	29
Figure 2.4 : Organisation De L'ENNA.....	30
Figure 3.1 : Schéma fonctionnel des activités ATFCM pré-tactique.....	35
Figure 3.2 : Organisation temporelle de l'ATFCM.....	36
Figure 4.1 : Evolution du trafic en route.....	39
Figure 4.2:Evolution du trafic par secteur.....	40
Figure 4.3 : Evolution du trafic aérien au niveau de la TMA Alger.....	42
Figure 4.5: la charge du trafic.....	43
Figure 4.6: routes existante au niveau de la TMA Alger.....	45

Figure 4.7 : zones existantes à l'intérieur de la TMA Alger.....	49
Figure 5.1 : Schéma représentatif.....	57
Figure5.2 : Le menu principal.....	59
Figure 5.3 : Présentation de la fenêtre principale de traitement.....	59
Figure5.4 : présentation de la fenêtre traitement par secteur.....	61
Figure 5.5: présentation de la fenêtre traitement par route.....	62
Figure 5.6 : présentation de la fenêtre traitement par aéroport.....	63
Figure 5.7 : La Fenêtre de Mise à jour des Vols.....	64
Figure 5.8 : Affichage par secteur.....	65
Figure 5.9 : Affichage par route.....	66
<b>Les Tableaux :</b>	
Tableau 4.1 : Evolution du trafic aérien en route .....	38
Tableau 4.2 : Statistique du trafic aérien.....	40
Tableau 4.3: Statistique de la TMA Alger.....	41
Tableau4.4 : la charge horaire.....	43
Tableau 4.5 : Les limites latérales et verticales du secteur TMA Centre Alger .....	44
Tableau 4.6 : Les routes domestiques et internationales au niveau de la TMA Alger.....	44
Tableau5.1 : Table secteur.....	56
Tableau 5.2 : Table route.....	56
Tableau 5.3 : Table performances aéronefs.....	56
Tableau 5.4 : Message de demande de régulation par le concept MDI.....	68
Tableau 5.5 : Saturation d'un secteur/route (mesure de régulation).....	69
Tableau 5.6 : Saturation d'une route/segment/point de croisement.....	70
Tableau 5.7 : Message de suspension de vol en cas de mauvaise RVR à l'aéroport d'arrivée .....	72

Tableau 5.8 Message de suspension de vol en cas de détérioration RVR à l'aérodrome d'arrivée.....	73
Tableau 5.9 : Message de dé-suspension de vol amélioration de la RVR.....	73

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

ACC : Centre de contrôle régional.

ADP : Le plan journalier d'ATFCM.

ADS-B : Système automatique dépendant de surveillance mode diffusion.

AIS : Service d'Information Aéronautique.

AOs : Les opérateurs aériens.

AR : Route alternative.

ASM : Gestion de l'espace aérien.

ATC : Contrôle du trafic aérien.

ATFCM : Gestion des flux de trafic aérien et de la capacité.

ATFM : Gestion des flux de trafic aérien.

ATS : Services de la circulation aérienne.

CA : Circulation aérienne.

CAG : Circulation aérienne générale.

CFMU : Organisme centrale de gestion des flux de trafic aérien en Europe.

CNL : Message d'annulation.

CTOT : Temps calculé de décollage.

DAAG : Indicateur d'emplacement OACI pour l'aérodrome d'Alger Houari

Boumediene.

DACM : Direction de l'Aviation Civile et de la Météorologie.

DME : Equipement de mesure de distance.

ENAC : Ecole Nationale de l'Aviation Civile.

EOBT : Heure estimée de départ du poste de stationnement.

ETO : Temps estimé d'entrée dans la zone régulée.

EUROCAE : L'Organisation Européenne pour l'équipement.

FDR : Centre de recherche des données de vol.

FIR : Région d'information de vol.

HF : Haute fréquence

IFR : Vol aux instruments.

KHZ : Kilo Hertz.

LC : Changement de niveau de vol.

NDB : Balise Non Directionnelle.

OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale.

PLNE : Programmation Linéaire en Nombre Entier.

RNAV : Navigation de surface.

RR : Reroutement

RSFTA : Réseau du Service Fixe de Télécommunication Aéronautique

RVSM : Réduction des Minimums de Séparation Verticale.

SSR : Radar secondaire de surveillance.

STAR : Arrivées standard aux instruments.

TFMP : Les problèmes de gestion de flux de trafic aérien.

TMA : Région terminale de contrôle.

TOT : Temps de décollage.

TWR : Tour de contrôle.

VDL : Liaison de donnée VHF.

VFR : Vol à vue.

VHF : Très haute fréquence.

VOR : Radiophare omnidirectionnel.

DDNA Direction du Développement de la Navigation Aérienne.

DENA Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne.

DTNA Direction Technique de la Navigation Aérienne.

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

DJRH Direction Juridique et des Ressources Humaines.

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

DL Direction de la Logistique.

IGT Inspection Générale Technique

AIG Audit Interne de Gestion

SIE Sûreté Interne de l'Etablissement

AERODROMES Directions de la Sécurité Aéronautique.

25 Aérodomes nationaux.

11 Aérodomes internationaux.

## REFERENCES

- Doc OACI 4444 « Gestion du trafic aérien » Quinzième édition (2007).
- Doc 9426 Manuel de planification des services de la circulation aérienne  
2ème partie section1 « gestion de l'espace aérien et de la circulation  
Aérienne »
- Eurocontrol CFMU:
  - Basic CFMU Handbook, general and CFMU systems  
6.0 », Edition, Février 2000.
  - (ATFCM OPERATING PROCEDURES FOR FLOW  
MANAGEMENT POSITION)
  - AIR TRAFFIC FLOW & CAPACITY MANAGEMENT  
OPERATIONS
- Rapport de stage : Méthodes appliquées à l'analyse des indicateurs de la complexité  
du trafic Aérien - réalisé par HE Yi
- Thèses de magister : DECONGESTION DES SECTEURS DE CONTROLE EN  
ROUTE PAR LE PROCESSUS D'ALLOCATION DES  
CRENEAUX AUX DEPARTS  
Réalisé par : Fatima Zahra DRARENI

# ***BIBLIOGRAPHIE***



## **1.1 Cadre du stage :**

Notre stage s'est déroulé au bureau du flow management position, qui se trouve au niveau du centre de contrôle régional d'Alger, au complexe de la navigation aérien d'oued Smar.

La FMP a pour mission d'organiser les flux de trafic à l'avance, à ce qu'ils ne conduisent pas à des surcharges dans les espaces que surveillent les contrôleurs aériens.

La FMP fait ce travail en optimisant les altitudes ou routes des avions avant leur décollage sans que les compagnies soient trop pénalisées ou en favorisant certaines routes.

La FMP gère le trafic dépendant de sa zone de compétence en trois phases qui se recourent

- Une phase stratégique qui s'étend de un an ou plus à j-6

Pendant cette phase ont lieu les études, le suivi des mesures prises et de leur effet pour mesurer leur efficacité, la planification des tâches, la participation aux groupes de travail etc....

- Une phase pré-tactique allant de j-6 à j-1 :

C'est l'étude à l'avance de la situation prévue le jour J. si ce jour s'avère chargé on étudiera des mesures à mettre en place en fonction de la situation prévue.

- Une phase tactique (le jour j).

C'est la gestion du trafic de la journée en temps réel avec suivi de l'efficacité des mesures prises en pré-tactique et des corrections éventuelles en temps réel.

Le FMP permet de renforcer la sécurité des vols tout en allégeant le travail du contrôleur aérien.

Le but de ce travail est d'apporter des solutions stratégiques compte tenu de la gestion du trafic au niveau de notre FIR afin d'aider en premier les contrôleurs en salle, et au niveau des aéroports.

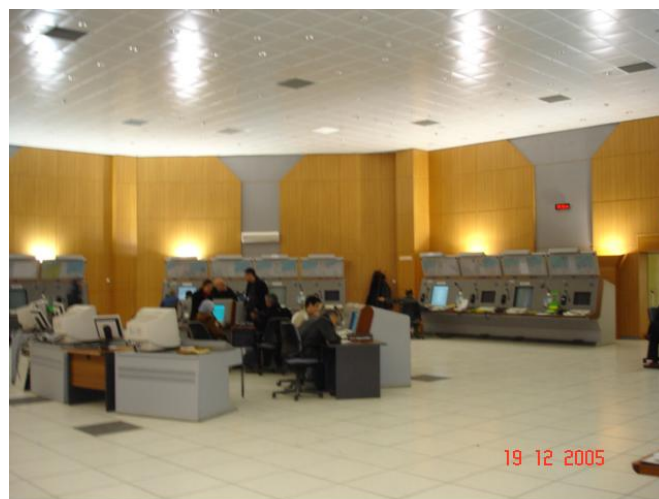
## 1.2 Présentation du CCR :

Le centre de contrôle régional est réalisé à Alger Oued-Smar. Ce centre répond à des exigences techniques et fonctionnelles qui ont apportées une importante amélioration des services du contrôle aérien en Algérie.

Durant la période de notre stage effectué au niveau de la Direction de l'exploitation de la Navigation Aérienne (DNA), nous avons eu l'occasion de visiter le centre de contrôle régionale, nous a permis de voir comment ca se passe le travail du contrôle aérien en route.

D'une manière sommaire le CCR comprend :

- Une salle opérationnelle de contrôle avec : 14 positions de contrôle ; une position de supervision opérationnelle et deux positions FMP.
- Une salle technique disposant d'une position de supervision technique.
- La salle CCR dotée des moyens techniques suivants :
  - L'éclairage
  - La climatisation
  - Système d'impression
  - Les moyens de télécommunications (RSAFTA, les téléphones et fréquences)



**Salle de controle aérien**

Figure 1.1: Salle CCR.

Dans la salle, on retrouve aussi la position de chef de salle plus connue sous le nom de position de superviseur, qui a la responsabilité de la gestion de la salle, et pour exemple : le choix des configurations des secteurs (le regroupement et le dégroupement de ces derniers) quand la nécessité se fait sentir.

D'autres positions existent comme la position FDO (flight data operator) qui s'occupe principalement de la correction des erreurs de syntaxe détectés sur mes plans de vol et qui ont été rejetés par le système.

On retrouve aussi la banque RPL qui contient une base de données de tous les plans de vols répétitifs.

Un projet analogue dans le PDGEA est également envisagé pour la réalisation d'un deuxième centre de contrôle pour la région Sud à Tamanrasset.

### 1.3 Quelques chiffres:

ENNA en chiffres

#### Chiffre d'affaires

<b>2007</b>	5694.7 millions de dinars.
<b>2008</b>	5841.2 millions de dinars.

#### Effectifs

<b>Catégorie</b>	<b>Totaux</b>
- CADRES	1436
- MAITRISES	974
- EXECUTION	615
- <b>TOTAL</b>	<b>3025</b>

## MOYENS TECHNIQUES

#### Moyens de communication :

<b>Type d'Equipement</b>	<b>Nombre</b>
- Antenne Avancée	20
- Station VSAT	15
- Station Emetteur-Récepteur Haute Fréquence	08
- Emetteur-Récepteur VHF Tour	34
- Emetteur-Récepteur VHF CCR	03

- Enregistreur	27
- Station Inmarsat	06
- Thuraya	18

Moyens de Radio Navigation :

Type d'Equipement	Nombre
- ILS (Instrument Landing System)	13
- VOR (VHF Omni Range)	39
- DME (Distance Measuring Equipement)	45
- NDB ( Non Directional Beacon)	33
- VOR Mobile	06
- Radiogoniomètre	09

Moyens de surveillance :

Type d'Equipement	Nombre
- RADAR	05
- Système automatisé du traitement du trafic aérien	05

Moyens de simulation ATC :

Type d'Equipement	Nombre
- Simulateur de route	01
- Simulateur d'aérodrome	01

#### 1.4 Missions et organisation du CCR :

En Algérie, le contrôle en route est effectué par un centre spécialisé qui gère la FIR (région d'information de vol). Il est situé à Alger (Oued Smar). Un aéronef après sa montée est transféré au centre de contrôle régional, puis il sera transféré d'un secteur de contrôle à un autre, jusqu'au moment où il entamera sa descente.

Le contrôle dont il est question ici est le contrôle aérien civil, ce qui est défini par la réglementation en vigueur : la CAG (Circulation Aérienne Générale). Il se distingue du contrôle militaire qui ne concerne que les zones d'espace à statut particulier (CAM : Circulation Aérienne Militaire), volumes dont les délimitations sont connues et se répartissent sur l'ensemble de l'espace aérien avec quelques concentrations. Les organes opérationnels militaires peuvent à tout moment activer ces zones si elles ne sont pas interdites, dans

lesquelles alors, aucun aéronef civil ne doit évoluer. En revanche, les militaires peuvent demander de bénéficier de la CAG

#### **1.4.1 Attributions du contrôleur :**

Le contrôleur C.C.R (détenteur d'une qualification et confirmé en poste) est chargé de :

- La gestion de l'espace aérien sous sa juridiction ;
- La sécurité des aéronefs ;
- La régularité et la fluidité du flux aérien ;
- L'information ;
- L'alerte ;
- La coordination et le transfert ;
- Informer le responsable de vacation de toute irrégularité, alerte, événement exceptionnel ou messages présidentiels ;
- Signaler au responsable de vacation de toute anomalie technique ;
- Habilité à prendre en charge un contrôleur stagiaire sous sa responsabilité ;
- Exploitation des messages AFIL ;
- Assister un avion en difficulté ;
- Prise en charge particulière des vols HEAD, HOPITAL, EMR, SAR, ... ;
- Aviser les équipages de tout phénomène météorologique (turbulences, vent ,CB ,givre...)
- Pouvant affecter le bon déroulement des vols ;

#### **1.4.2 Méthodes de travail :**

Les contrôleurs civils en route travaillent en brigade (équipe) et chaque secteur ne peut prendre en charge qu'un certain nombre d'aéronefs à la fois, nettement inférieur au nombre total d'aéronefs contrôlé dans un centre.

Chaque secteur est un volume d'espace aérien bien défini. Les aéronefs, qui se trouvent dans un même secteur, communiquent au moyen d'une même fréquence, sont en contact bilatéral. Opérer un transfert de contrôle, c'est-à-dire un changement de secteur, nécessite un changement de fréquence, c'est ce qui est défini par le transfert de contrôle et de communication.

Lorsque la densité du trafic augmente fortement, les autorités du contrôle aérien sont amenées à redéfinir la taille et le nombre des secteurs de contrôle. La charge de contrôle est alors réduite, au détriment d'un travail accru de coordination entre secteurs. Il existe donc un arbitrage entre un nombre moindre d'aéronefs à contrôler, associé à plus de transferts, d'une part, et plus de contrôle lié à moins de transferts, d'autre part. En revanche, pendant les périodes de faible trafic, où seul un petit nombre d'aéronefs évolue dans les secteurs, le responsable de vacation peut envisager une nouvelle forme d'organisation de travail, c'est-à-dire : regroupement de secteurs ; puis les diviser à nouveau juste avant que le trafic n'augmente dans un souci de rééquilibrage des tâches entre secteurs.

Lorsqu'une zone militaire est activée, les contrôleurs doivent organiser le trafic de façon à contourner cette zone. L'activation de zones militaires vient réduire nettement la capacité des secteurs.

la FIR Alger est divisée en sept secteurs de contrôle, le sud-sud , sud-centre , sud-ouest, sud-est, nord-ouest, nord-est, nord-centre (inférieur et supérieur ).

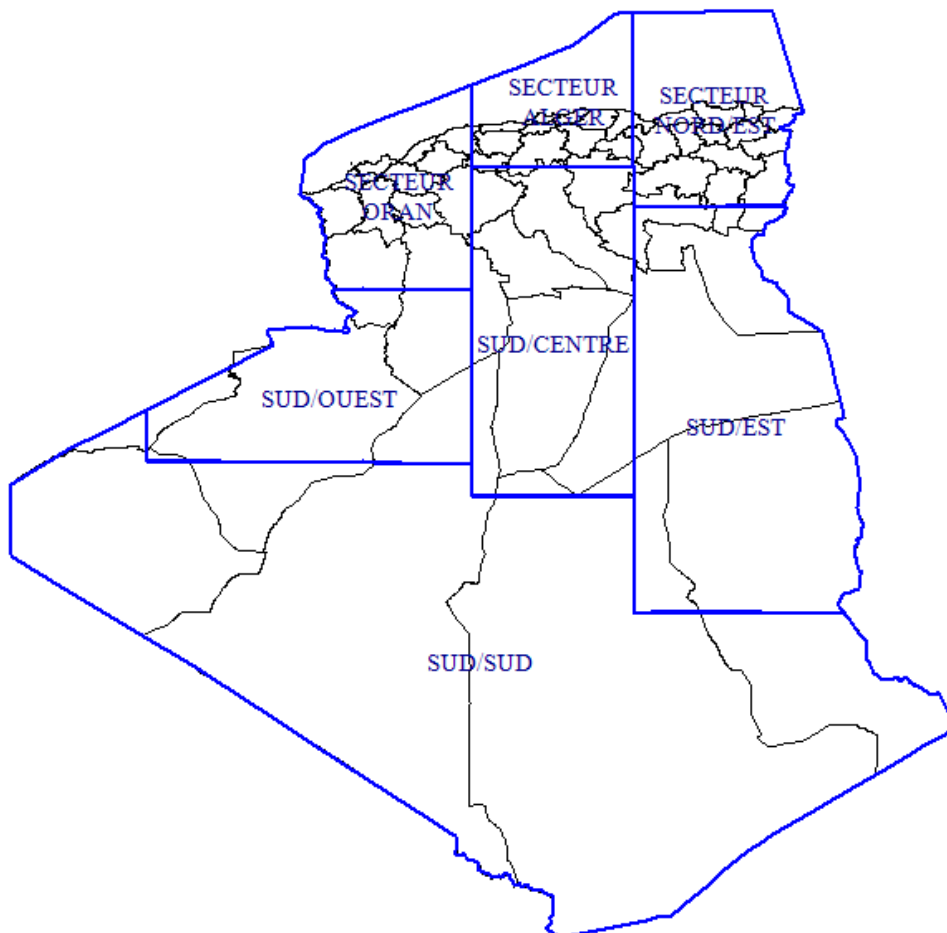


Figure 1.2 : Présentation schématique de la sectorisation actuelle

Chaque secteur de contrôle est affecté à une position physique en salle. Les positions sont disposées de manière à faciliter autant que possible les coordinations verbales des contrôleurs de secteurs adjacents.

### **1.5 Problématique :**

Le trafic aérien est depuis longtemps un secteur globalement en forte croissance. Face à un trafic qui double tous les dix ans, les services chargés du contrôle et de la régulation de la circulation aérienne ont dû trouver des solutions pour faire face à cette augmentation : recrutement de personnels supplémentaires, restructurations de l'espace aérien, innovations techniques accompagnées de nouvelles méthodes de travail augmentant la productivité des contrôleurs. Ces mesures et ces innovations ont permis d'absorber toujours plus de trafic tout en améliorant ou en maintenant un niveau de sécurité élevé. Citons pour illustration de ces évolutions l'utilisation du radar, l'automatisation des coordinations inter-centres, l'introduction d'interfaces homme-machines de plus en plus évoluées, le découpage de l'espace en secteurs plus petits, On constate toutefois depuis quelques années des difficultés grandissantes à accroître de façon significative la capacité des systèmes de gestion du trafic aérien.

Le travail présenté dans cette thèse est centré sur ce dernier point : on cherchera à améliorer l'écoulement des flux aériens sans réguler la demande de trafic. Au-delà de cet objectif principal, nous serons amenés à nous poser plusieurs questions, et notamment comment optimiser la structure de l'espace aérien, comment organiser les flux de trafic dans cet espace, et peut-on éventuellement optimiser la gestion de ce système sur certains points ?

## 2.1 Présentation général

Le contrôle aérien est un ensemble de services rendus par les contrôleurs aériens aux aéronefs afin d'aider à l'exécution sûre, rapide et efficace des vols. Les services rendus sont au nombre de trois, service de contrôle de la circulation aérienne (ATC), service d'information de vol (FIS) et service d'alerte, appelés « services de la navigation aérienne », dans les buts de :

- prévenir les collisions entre aéronefs ainsi qu'entre aéronefs et obstacles dans l'aire de manœuvre. et à accélérer et maintenir l'écoulement ordonné du trafic aérien
- fournir des avis et des renseignements utiles pour l'exécution sûre et efficace des vols.
- Aviser les organismes appropriés au sujet des aéronefs qui ont besoin d'aide de recherches et de sauvetage, et de prêter assistance à ces organismes s'il y a lieu.

Le contrôle aérien est toujours lié à un espace aérien ou à un aéroport, qui peuvent avoir le statut de "contrôlé" ou "non contrôlé".

- **Dans un espace aérien :**

Tout l'espace aérien est par défaut non contrôlé. Dans cet espace on crée, là où c'est nécessaire, des espaces aériens contrôlés. Plus il y a de trafic commercial et plus la classe de l'espace aérien contrôlé est contraignante.

### *Division et classification de l'espace aérien :*

Pour assurer la sécurité aux aéronefs et adapter l'espace aérien aux besoins de ces différents utilisateurs, cet espace a été divisé en six catégories nommée «classe».

Les classes d'espace aérien, au nombre de sept, associent à des zones tridimensionnelles dans l'espace aérien un code, en l'occurrence une lettre, de A à G, qui détermine le niveau de contrôle de la zone en question. Par « niveau de contrôle » on entend :

- un ensemble de procédures auxquelles doit se conformer le pilote (vitesse limitées, conditions météo minimales),
- un ensemble de règles qu'il doit respecter,



- les conditions VMC (Visual Meteorological Conditions) requises pour le vol à vue dans cet espace
- mais également un ensemble de services dont bénéficie le pilote lorsqu'il circule dans la zone (information de trafic)

Dans chaque classe on trouve des vols contrôlés et d'autre non contrôlés. L'expression «vol contrôlé» veut dire qu'il peut bénéficier de la séparation par rapport à d'autre vols non contrôlés, ou de l'information de trafic par rapport aux autres vols non contrôlés.

Voici une image qui nous permet de mieux comprendre les différentes classes :

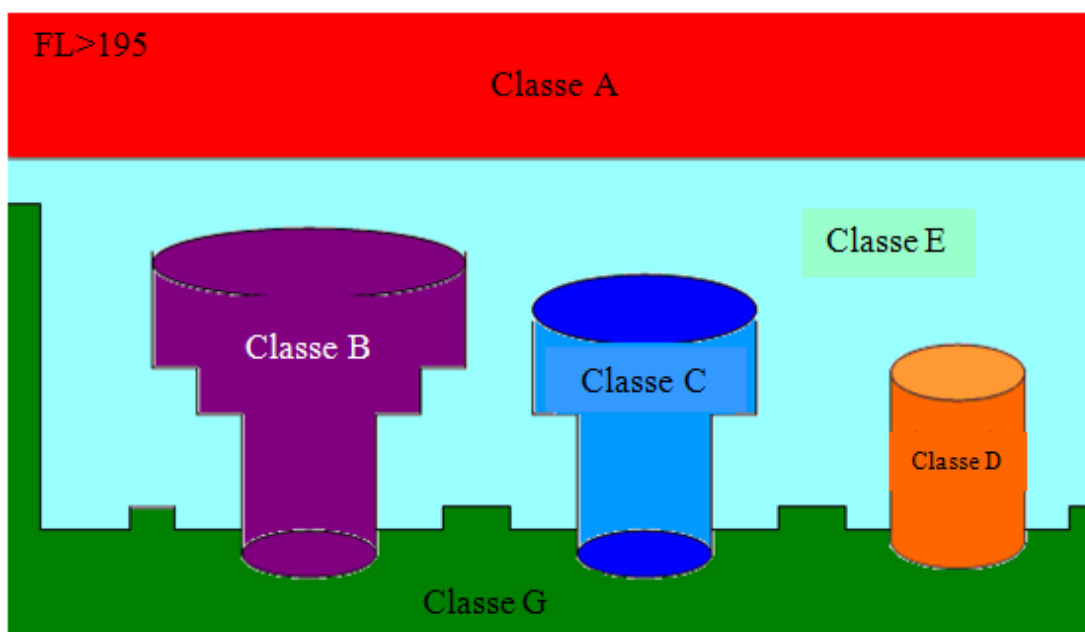


Figure 2.1 Représentation des classes d'espace aérien.

**Classe A** : réservé aux vols IFR (VFR interdit) au dessus du niveau de vol 195 et se situe au dessus des aéroports denses et très importants. Les services rendus sont séparation *IFR / IFR*, l'information de vol et d'alerte.

**Classe B, C, D** : les vols IFR et VFR sont autorisés, autour des aéroports importants tels que B est plus important que C et C plus important que D, les services rendus sont les séparations, l'information de vol et d'alerte, en plus de l'information de trafic dont bénéficient Les classe C et D.

**Classe E** : les vols IFR et VFR sont autorisés, il s'agit de l'espace contrôlé situé en dessous du niveau 195 et loin des aéroports. Dans ces espaces les vols ne sont pas tous connus.

Les services rendus sont les séparations, l'information de trafic et l'alerte et dans la mesure du possible l'information de trafic.

**Classe F et G** : ces espaces sont non contrôlé donc ils ne sont soumis à aucune clairance mais le contact radio est obligatoire pour les vols IFR et non pour les VFR. Tous les aéronefs bénéficient du service d'information de vol sur demande

- **Sur un aéroport**

Un aéroport est juste qualifié de "contrôlé" ou "non contrôlé". Un organisme de contrôle d'aéroport ne peut exister que sur un aéroport contrôlé. En dehors des permanences de l'organisme de contrôle, l'aéroport devient non contrôlé. La zone de compétence du contrôle recouvre le sol, la piste d'atterrissage et l'espace aérien immédiatement adjacent à la piste.

Sur un aéroport non contrôlé, deux cas peuvent se présenter. Soit un service AFIS est assuré, auquel cas un agent AFIS dans la tour de contrôle assure les services d'information et d'alerte, soit aucune permanence n'est assurée, auquel cas les pilotes font de l'auto-information, sur une fréquence attribuée à l'aéroport. Dans un tel cas, les pilotes discutent entre eux sur la fréquence pour se mettre d'accord sur les ordres de passage et s'informer mutuellement de leurs positions respectives.

## **2.2 Service de contrôle aérien**

Les Objectifs du service de contrôle est d'empêcher les abordages aériens 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)

En fonction de la phase du vol, le service ATC a été subdivisé en trois parties : le contrôle d'aéroport (décollage/atterrissage), le contrôle d'approche (en évolution), et le contrôle en route (évolution/croisière).

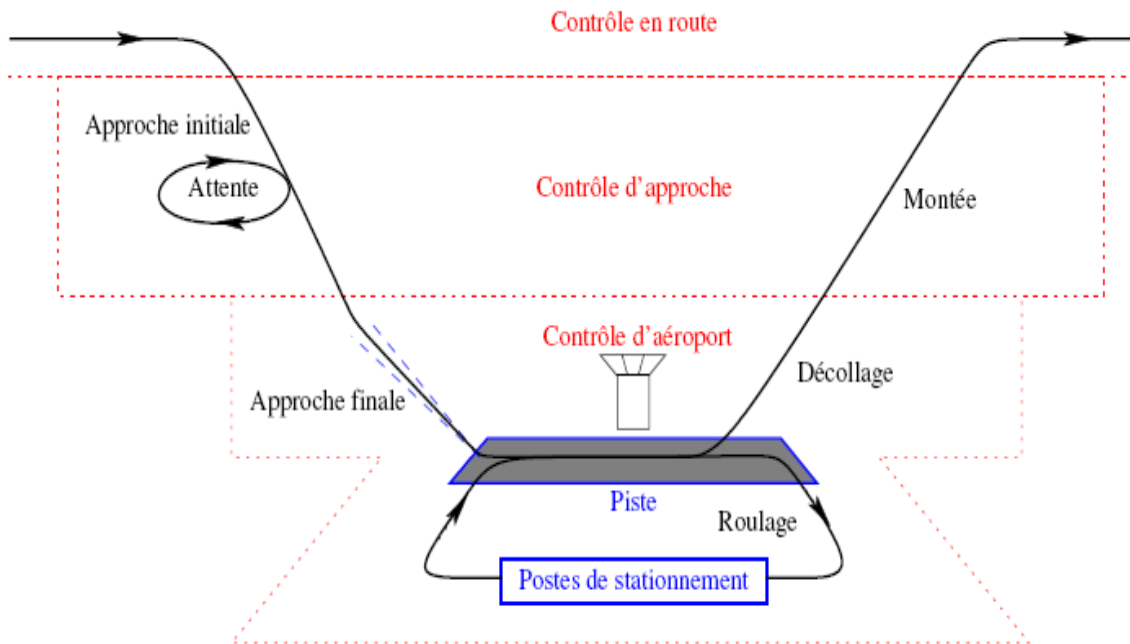


Figure 2.2 : Les services ATC

### 2.2.1 Le contrôle d'aérodrome :

Fournit le contrôle sur les aérodromes et leurs abords immédiats ainsi que le contrôle de la circulation des aéronefs et des véhicules au sol afin d'éviter les collisions.

### 2.2.2 Le contrôle d'approche :

Également fourni au voisinage des aérodromes. Le travail des contrôleurs aériens consiste à ramener les aéronefs entrants de leur point d'entrée dans la zone d'approche jusqu'à la piste ou la limite avec la tour de contrôle, et à guider les aéronefs au décollage, depuis leur transfert par la tour de contrôle jusqu'à leur point de sortie de la zone d'approche, tout en respectant les cadences d'utilisation des pistes.

### 2.2.3 Le contrôle en route :

Le contrôle en route prend en charge tout le trafic (national et international) qui pénètre dans sa zone de responsabilité. Il concerne généralement les aéronefs en phase de croisière en Algérie le centre de contrôle régional de CHERARBA est le seul centre qui assure les services de la C.A. pour toute la FIR Alger.

## 2.3 Conception actuelle de la gestion du trafic aérien

L'objectif des organismes chargés de gérer la circulation aérienne est d'assurer la sécurité et l'efficacité de l'écoulement du trafic aérien. La gestion du trafic aérien est souvent décrite comme une imbrication de filtres dont le but est d'éviter la collision des avions circulant dans l'espace aérien :

- **Stratégique** : c'est l'organisation à long terme de la structure de l'espace aérien (routes, secteurs, zones militaires, etc) et de l'affectation des flux de trafic sur le réseau de routes.
- **Pré-tactique** : au jour J-2 est défini un schéma de pré-régulation du trafic pour le jour J, en fonction du trafic prévu et d'un schéma prévisionnel d'ouverture des secteurs aériens par les centres de Contrôle.
- **Contrôle tactique** : c'est la phase clé consistant à assurer la séparation entre les avions traversant l'espace. L'horizon temporel du contrôle va de la trentaine de minutes pour la pré-détection d'un conflit présumé, jusqu'à quelques minutes avant le conflit pour la résolution proprement dite.

## 2.4 Organisations

**2.4.1 OACI** : l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale est une organisation qui dépend des Nations unies, créée en novembre 1944 par 55 pays selon la convention de Chicago à cause du besoin d'une standardisation internationale plus forte des services au sol d'assistance des avions.

Elle devient officielle en 1947 après ratification par la plupart des pays du monde, puis est incorporée à l'ONU en tant qu'organisation spécialisée. Son siège est à Montréal. Pour l'instant, elle comporte 189 états membres.

Les domaines d'intervention de la plus importante organisation mondiale intergouvernementale sont juridiques, économiques et techniques : l'aspect juridique porte sur une réglementation internationale concernant les avions, les transporteurs et les passagers ; d'un point de vue économique, l'OACI entreprend des études et fournit aux Etats des manuels sur les prévisions de trafic et sur les tarifs ; son action technique concerne les règles de l'Air, les Télécommunications aéronautiques et les services de la circulation aérienne.

**2.4.2 Eurocontrol :** est une agence européenne pour le contrôle de l'espace aérien européen dont le siège est situé à Bruxelles. Elle compte aujourd'hui 37 Etats membres. Cette agence possède de multiples antennes en Europe : Brétigny-sur-Orge, Budapest, Luxembourg, Maastricht, etc.

Son rôle est de surveiller et de travailler à l'amélioration de la gestion de l'espace aérien. L'agence œuvre pour cela en collaboration étroite avec les états membres, les prestataires de services de navigation aérienne, les usagers civils et militaires de l'espace aérien, les aéroports, le secteur aérospatial et les institutions européennes.

Eurocontrol est en charge d'exploiter l'organisme central de gestion des courants de trafic aérien (CFMU : *Central Flow Management Unit*) de manière à utiliser au mieux l'espace aérien européen et à prévenir les encombrements de trafic. Cette organisation cherche aussi à mettre en œuvre des mesures à court et moyen termes de nature à améliorer la coordination des systèmes de contrôle de la circulation aérienne en Europe. Elle réalise également des travaux de recherche-développement visant à accroître la capacité de contrôle de la circulation.

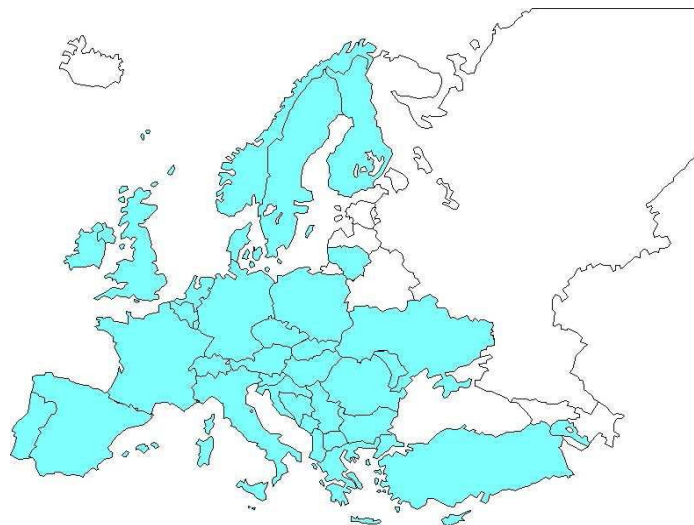


Figure 2.3 : membres d'Eurocontrol

**2.4.3 DACM :** La Direction de l’Aviation Civile et de la Météorologie (DACM) est l’autorité chargée de la réglementation algérienne de la circulation aérienne générale.

Les services principaux de cette administration sont directement liés au contrôle aérien.

Elle est notamment chargée de différentes missions relatives à l’aviation civile, comme :

- le contrôle aérien ;
- la qualification des aéronefs ;
- les enquêtes en cas de catastrophes aériennes, par le Bureau d’enquêtes et d’analyses (BEA).

**2.4.4 ENNA :** L’Etablissement National de la Navigation Aérienne (ENNA) est un établissement qui assure le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l’Etat Il est placé sous la tutelle du Ministère des Transports et a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale dans le domaine de la sécurité de la navigation aérienne, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées.

L’Etablissement National de la Navigation Aérienne est structuré comme suit :

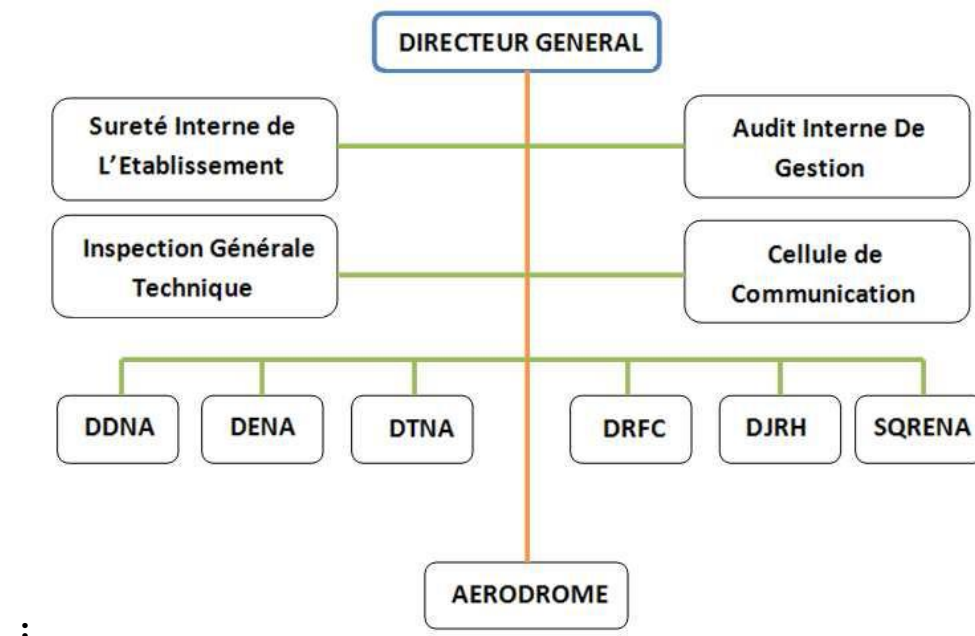


Figure 2.4 : Organisation De L’ENNA

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

Ses principales missions sont :

- Assurer le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l'État;
- Mettre en œuvre la politique nationale dans ce domaine, en coordination avec les autorités concernées et les institutions intéressées;
- Assurer la sécurité de la navigation aérienne dans l'espace aérien national ou relevant de la compétence de l'Algérie ainsi que sur et aux abords des aérodrômes 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 aérodrômes, aux installations et équipements relevant de sa mission;
- Assurer l'exploitation technique des aérodrômes ouverts à la circulation aérienne publique;
- Assurer la concentration, diffusion ou retransmission au plan national et international des messages d'intérêt aéronautique ou météorologique

### 3.1 Présentation générale

L'ATFCM est un service complémentaire aux ATS. Il est destiné à contribuer à la sécurité, à l'ordre et à la rapidité de l'écoulement de la circulation aérienne en faisant en sorte que la capacité ATC soit utilisée au maximum et que le volume de trafic soit compatible avec les capacités déclarées par l'autorité ATS compétente. L'ATFCM cherche à assurer un écoulement sûr du trafic aérien avec trois objectifs principaux : protection des contrôleurs contre les surcharges, lissage du trafic et minimisation des conséquences de la congestion pour les compagnies aériennes (ATC)

On entend par capacité ATC, le nombre maximal d'aéronefs qui peuvent être acceptés au cours d'une période donnée dans l'espace aérien ou à l'aérodrome concerné.

- ***Définition de l'ATFM***

Le service ATFM est institué pour aider l'ATC à assurer l'écoulement Optimal de la circulation aérienne à destination ou en provenance de régions déterminées, ou à l'intérieur de ces régions, pendant les périodes de temps où la demande dépasse ou qu'il est prévu qu'elle va dépasser la capacité disponible du système ATC, y compris les aérodromes concernés. Il convient de développer l'ATFM dans la mesure nécessaire pour assurer cet écoulement optimal.

L'écoulement optimal de la circulation aérienne n'est pas toujours possible à cause de différents facteurs limitatifs, en trouve par exemple :

- Des besoins non compatibles des utilisateurs
- Des limitations du système de navigation aérienne
- des conditions météorologiques imprévues

À cet égard, il conviendra d'envisager des mesures pour parer aux difficultés, par exemple la régulation du débit, notamment lorsque le système ATC n'est plus en mesure de faire face entièrement au volume de trafic aérien.

L'expression «gestion des courants de trafic aérien et de la capacité» recouvre toutes activités relatives à l'organisation et à l'acheminement des courants de trafic aérien de façon que, tout en assurant que les vols des différents aéronefs se dérouleront de façon sûre, ordonnée et



rapide, la totalité du trafic présent à un endroit donné ou dans une région donnée sera compatible avec la capacité du système ATC.

- ***Les causes principales des encombrements dans la circulation aérienne***
  - accumulation de trafic aérien au cours des certaines périodes de l'année et aussi à certain moment de la semaine et à certaines heures de la journée, à cause des habitudes dans les vacances et dans les déplacements du public ;
  - différence dans la capacité des différents systèmes ATC, ou des différentes parties de ces systèmes, touchés par les accumulations de trafic ;
  - préavis insuffisant (aux organes ATC) de demandes prévisibles de trafic qui risquent de surcharger le système en certains points, dans certains zones et/ou au cours de certaines périodes de temps ;
  - absence de techniques et procédures éprouvées pour rétablir, dans les situations critiques, un équilibre raisonnable entre la demande de trafic et la capacité « ATC » disponible, par des moyens qui soient acceptables pour les exploitants d'aéronefs, tant du point de vue opérationnel que du point de vue économique.

### **3.2 Objectifs de L'ATFM :**

La gestion des courants de trafic aérien (ATFM) a pour double objectif stratégique, la protection du réseau ATM contre les surcharges et une meilleure adéquation entre les besoins des exploitants d'aéronefs, les aéroports, les capacités et le contrôle de la circulation aérienne.

La mise en œuvre de cette stratégie consistera à équilibrer la capacité et la demande, depuis la planification stratégique jusqu'à l'exécution tactique des vols, compte tenu des limites des aéroports et de l'espace aérien, d'événements inattendus ou de pointes de trafic anormales.

L'ATFM sera le moyen privilégié pour assurer la ponctualité et l'efficacité des vols, tout en gérant au mieux la capacité disponible.

Les principaux objectifs sont alors:

- Assurer la sécurité des services de la circulation aérienne en évitant les dépassements de capacité horaire des unités de contrôles (secteurs, arrivées, départs sur aérodrome).
- Assurer la fluidité dans l'écoulement du trafic aérien par une distribution régulière du trafic.
- Assurer une utilisation optimale de la capacité ATC disponible tout en minimisant les retards, en utilisant les espaces non encombrés pour des réacheminements (rerouteings), regroupements/dégroupements en fonction de la demande.
- Fournir des informations aux utilisateurs, ces derniers connaissent à l'avance les lieux régulés, les périodes de régulation et les raisons des retards prévus.

### **3.2.1 Les phases d'exécution des opérations d'ATFCM :**

L'ATFCM, dont l'objectif est de prévenir les situations de surcharge en optimisant l'utilisation des capacités disponibles du système de contrôle, s'organise en trois phases:

- La phase stratégique, qui consiste à définir un schéma général d'orientation du trafic en fonction des flux aériens.
- La phase pré-tactique (J-2), qui consiste à préparer, à partir de l'analyse statistique du trafic et la connaissance des effectifs disponibles le jour J, les mesures à prendre pour assurer le respect des capacités des secteurs.
- La phase tactique (jour J), qui consiste au suivi de la situation en temps réel de manière à prendre des mesures adaptatives afin de tenir compte des différences entre le trafic prévu et le trafic réel.

#### **a) La phase stratégique :**

Constitué d'un ensemble de mesures à long terme qui sont revues chaque année. Cette phase est un pré-requis aux phases pré-tactique et tactique, en terme d'organisation:

- définition des stratégies de régulation;
- définition des schémas d'orientation du trafic;
- définition des modalités d'utilisation des routes et itinéraires;
- participation à l'aménagement de l'espace (modification de la sectorisation)...etc.

C'est lors de cette phase que sont décrits les éléments qui permettront de mettre en œuvre les régulations. Elle nécessite donc une parfaite connaissance des flux de trafic des centres de contrôle ainsi que des mécanismes de régulation et d'allocation de créneaux. La phase stratégique s'applique aussi pour la gestion d'événements modifiant sensiblement les caractéristiques du trafic, comme par exemple, la coupe du monde de football, ou encor le pèlerinage. Les modifications de la demande du trafic sont alors suffisamment importantes pour nécessiter une gestion différente de certains flux de trafic. Cette phase intègre aussi l'analyse a posteriori d'événements permettant de faire évoluer le système: analyse d'incidents, de dépassement de capacité, de la répartition du trafic etc. .

### b) La phase pré-tactique :

L'objectif de cette phase est de prendre des mesures préventives afin d'éviter toute surcharge de secteurs. Basée sur une analyse du trafic passé (J-7), de l'activité militaire planifiée et du nombre de secteurs ouvrables (effectif contrôleurs), elle consiste en la détermination de configurations de secteurs (regroupements) permettant d'absorber la demande de trafic en générant le moins de délai possible. Si la demande de trafic dépasse la capacité d'accueil des différents secteurs, une demande de régulation pourra être faite à J-2.

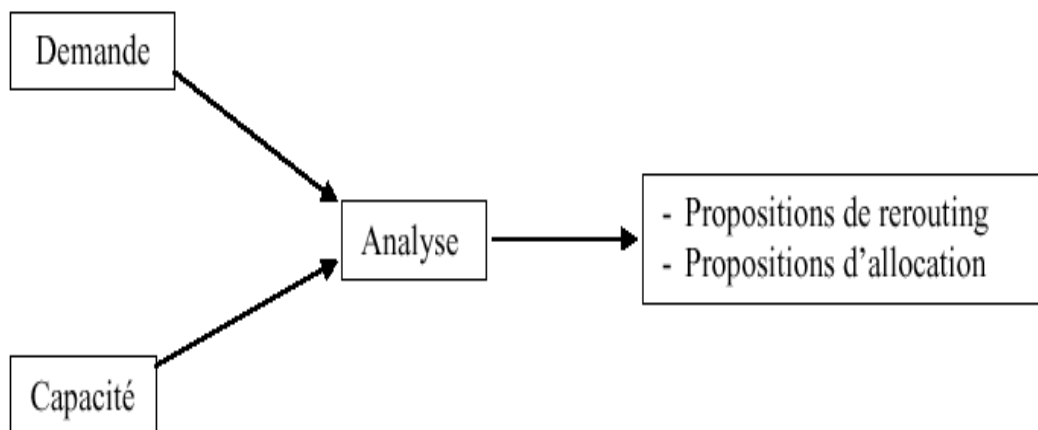


Figure 3.1: Schéma fonctionnel des activités ATFCM pré-tactique

### c) La phase tactique :

L'objectif de la phase tactique est d'assurer, en temps réel, une charge de trafic gérable par les contrôleurs. Elle nécessite un travail de surveillance des charges de trafic qui pourra donner lieu à une activité de régulation.

La phase tactique est rendue nécessaire à cause des aléas de l'exploitation : évolution quantitative et qualitative des flux de trafic.

Les opérations ATFCM tactiques devraient consister à:

- Exécuter les mesures tactiques convenues en Pré-tactique afin de réduire et de régulariser les courants de trafic là où la demande prévue dépasse la capacité;
- Surveiller l'évolution de l'état de la circulation aérienne le jour J.

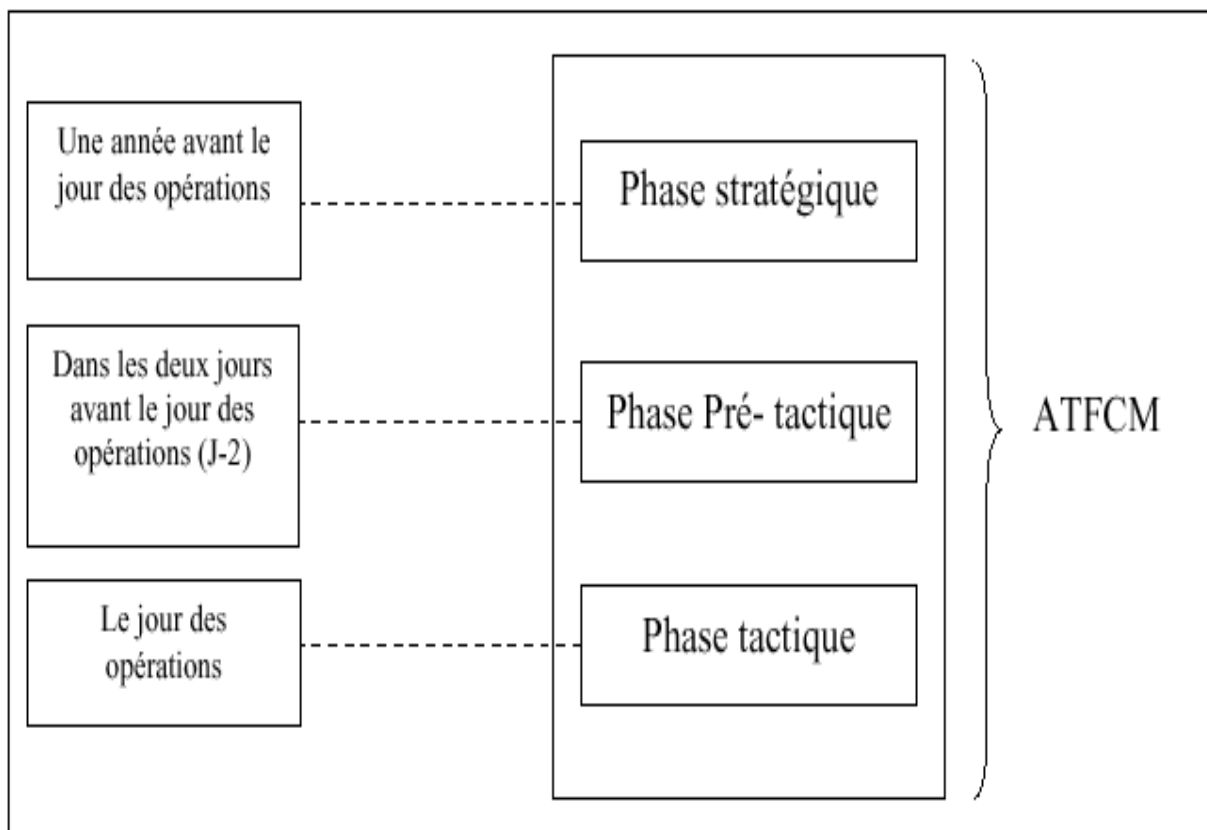


Figure 3.2: Organisation temporelle de l'ATFCM.

### **3.3 L'évolution de la régulation aérienne : de l'ATFM vers l'ATFCM**

Depuis avril 2004 et la publication du document « Air Traffic Flow and Capacity Management Strategy » on assiste à un glissement terminologique de l'ATFM vers ATFCM pour désigner les activités de régulation assurées par le CFMU

Le **C** pour capacité insiste ainsi sur le fait que les actions de régulation ne concerneront plus seulement la demande (le trafic) mais également l'offre (la capacité de contrôle). Traduisant ainsi un rééquilibrage des objectifs de la CFMU en faveur des usagers des services de contrôle aérien.

## **4.1 Introduction**

Par sa position et son étendu géographique, l'Algérie se trouve parmi les régions du monde où l'activité aéronautique est en progression permanente, Située d'une part, sur les axes principaux des relations établies entre l'Europe occidentale et les pays africains, d'autre part, sur une transversale méditerranéenne, vers le Proche-Orient et l'Extrême Occident. Ces aérodromes dont l'infrastructure (longueur de piste, moyen de communication et radionavigation) sont très importantes permet à recevoir un grand nombre du trafic

## **4.2 Natures des vols :**

- ❖ Mouvements commerciaux : Mouvements d'aéronefs appartenant à des compagnies aériennes effectuant le transport des passagers et du fret (régulier, non régulier).
- ❖ 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.), Évasant (évacuation sanitaire) nationaux étrangers.
- ❖ Survol : vols traversant l'espace aérien algérien avec ou sans atterrissage.

On trouve Deux types de trafic aérien :

- Le trafic aérien en route, qui nous permettra de mesurer la densité de ce dernier, par secteur ainsi que la direction des flux principaux ;
- Le trafic aérien par aérodromes.

Pour notre cas, on s'intéresse au trafic aérien en route.

Durant la période de notre stage effectué au niveau de la Direction d'exploitation de la Navigation Aérienne (ENNA), nous avons eu l'occasion de travailler avec le responsable FMP du CCR et d'accéder aux données officielles du trafic aérien pris en charge par l'entreprise.

## **4.3 Le trafic aérien en route**

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

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

### 4.3.1 Statistiques du trafic en route

#### ❖ Trafic global par année :

Le centre de contrôle régional d'Alger (CCR) a pris en charge plus de 897924 vols durant les cinq dernières années. 2010 n'est pas encore achevé ;

Le tableau et la figure, représente l'évolution du trafic au cours la période 2005 jusqu'à août 2010.

	jan	fév.	mar.	avar	mai	juin	juil.	aout	sep	oct.	nov.	déc.
<b>2010</b>	14462	13210	15084	14300	15278	15082						
<b>2009</b>	13887	12666	14383	14218	14364	14423	16068	16337	14814	14983	14973	15802
<b>2008</b>	13913	12773	14210	13468	13666	13472	14927	15250	13687	14356	14092	14829
<b>2007</b>	12883	11234	12689	12576	12627	12676	14571	14392	13521	13560	13414	14571
<b>2006</b>	12299	10906	12189	12486	12352	12112	13792	13844	12745	12553	12539	13482
<b>2005</b>	11663	10933	11594	11233	11571	11465	12826	13221	12145	11625	12041	12572

Tableau 4.1 : Evolution du trafic aérien en route

Le tableau précédent nous permet d'illustrer ces variations dans le graphique qui Suit :

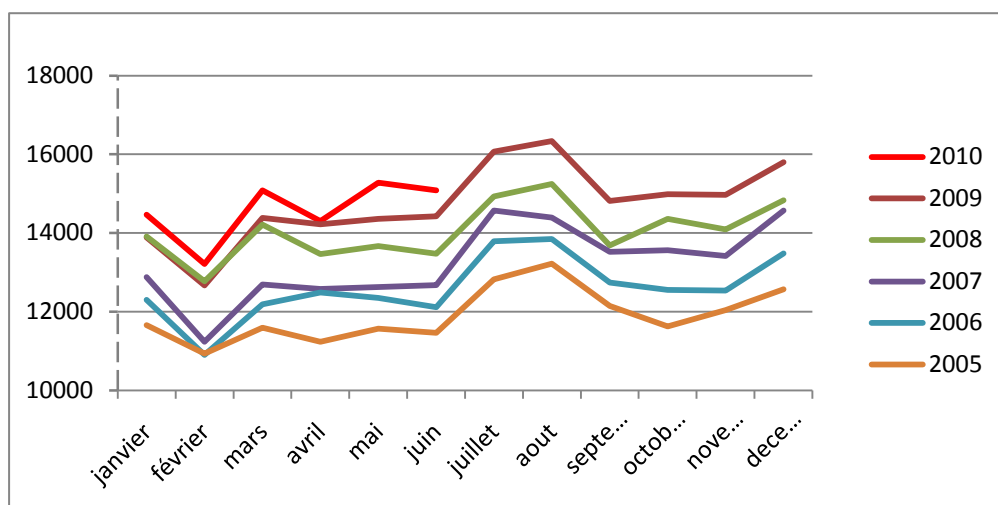


Figure 4.1 : Evolution du trafic en route

On constate que le trafic global a tendance à augmenter d'année en année, parmi les facteurs qui ont rendu le nombre de vols à la hausse on trouve :

- L'ouverture de l'économie de marché en Algérie
- L'accroissement du flux de passager et de marchandises
- Extension et rénovation de la flotte d'air Algérie
- extension de la flotte Tassili Airlines par l'achat de nouveaux appareils et le recrutement des pilotes.

#### ❖ Evolution des mouvements par secteurs

En termes des secteurs de contrôle la distribution du trafic en route se partage sur la partie nord présentée par la TMA Alger et la TMA nord est sur la partie sud présentée par les secteurs sud-sud et Sud-est.

L'évolution du trafic dans la partie nord est dû à la localisation d'aérodromes internationaux dans les principales villes du nord Algérien dont « Alger » la capitale, et à la position géographique de ces secteurs qui constituent l'entrée et sortie des flux de transit nord-sud et Est-ouest.



Dans la partie sud le secteur Sud-est compte un nombre important du trafic dû à la présence d'une zone pétrolière, et aussi des vols transitaires, le secteur Sud-sud connaît un trafic dense qui dépend d'une grande proportion à des vols en transit

secteurs	TMA-ALG	TMA- N/E	TMA-N/O	S-CENTR	S-OUEST	SUD-EST	SUD-SUD	TOTAL
2005	46966	59280	35178	32289	13279	47046	41499	275537
2006	48596	64098	38597	35471	15238	51144	45261	298405
2007	49711	69565	40822	38151	15813	53389	48355	315806
2008	74888	75263	44562	42395	17616	54844	48539	358107
2009	87718	80935	47012	42015	16718	55182	47132	376712
<b>TOTAL</b>	<b>307879</b>	<b>349141</b>	<b>206171</b>	<b>190321</b>	<b>78664</b>	<b>261605</b>	<b>230786</b>	<b>1624567</b>

Tableau 4.2 : Statistique du trafic aérien

La figure nous montre l'évolution du trafic par secteur durant la période (2005/2010),

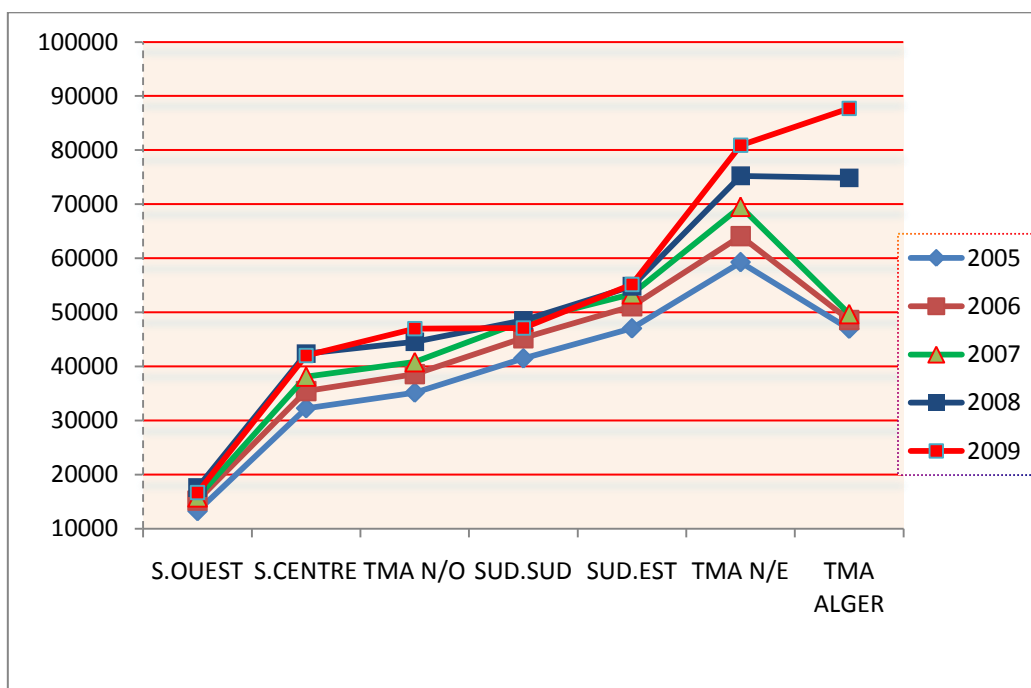


Figure 4.2: Evolution du trafic par secteur

**Remarques**

Du point de vu densité de trafic, la TMA Alger (comparée aux autres secteurs) est l'un des secteurs les plus chargés. ce secteur se trouve souvent en sous capacité, ce qui engendre des problèmes de congestion pendent les heures de pointes. Raisons pour lesquelles nous avons choisi ce secteur comme exemple pour l'application des solutions suggérées de gestion du trafic aérien.

**4.4 Etude sur la TMA d'Alger**

La TMA Alger fait partie des secteurs qui gèrent un trafic important en FIR Alger , la majorité du trafic est soit en montée ou en descente la pointe de trafic est le plus souvent enregistrée la matinée (les statistiques sont présenter dans la page qui suit) , en raison de la présence de l'aérodrome international d'Alger Houari Boumediene et de l'aérodrome de Boufarik,

Ce secteur nécessite la plus part du temps plusieurs contrôleurs pour sa gestion (3 minimum ce qui n'est pas normal),

La TMA d'Alger est subdivisé en deux secteurs le secteur supérieur et le secteur inférieur, Ces deux secteurs sont souvent regroupés par manque d'effectifs (il faut au moins neuf ans pour accéder au poste de premier contrôleur

**4.4.1 Statistique de la TMA Alger**

Le tableau suivant présente l'évolution du trafic aérien au niveau de la TMA Alger au cours de la période 2005 jusqu'à 2010.

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
2010	7114	6605	7402	7114	7626	7288							
2009	6673	6066	7032	7182	7239	7171	8186	8391	7635	7317	7308	7518	87718
2008	4657	4604	5448	5404	5739	6674	7007	7430	6558	7131	6958	7278	74888
2007	3920	3690	4228	4195	4040	4140	4697	4468	4192	3792	3928	4421	49711
2006	3591	3642	4235	4080	4277	4008	4557	4583	3851	3752	3801	4219	48596
2005	3555	3530	3555	3835	4205	3780	4705	4719	3825	3264	3824	4169	46966
TOTAL	29510	28137	31900	31810	33126	33061	29152	29591	26061	25256	25819	27605	351028

Tableau 4.3: Statistique de la TMA Alger.

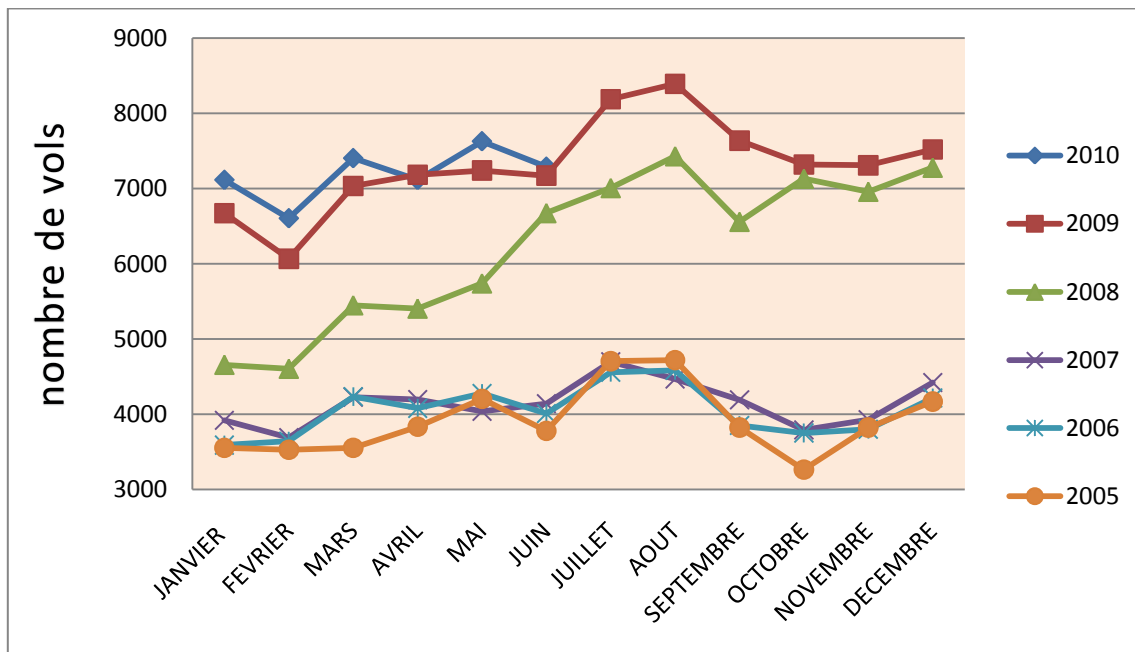


Figure 4.3 : Evolution du trafic aérien au niveau de la TMA Alger

L'observation établie sur une durée de 5 années (allant de janvier 2005 à aout 2010), nous montre clairement que le trafic aérien traité au niveau de la TMA Alger est en nette augmentation d'année en année.

Si par exemple on compare janvier 2005 par rapport à janvier 2010, nous remarquons que le nombre de vols géré a doublé, allant de 3555 de janvier 2005 à 7114 au même mois de l'année 2010 soit 3559 de vols en plus, ce qui correspond à 100% d'augmentation.

Ce qui favorisé l'augmentation du trafic, est le retour de certaines compagnes aériennes, l'application du RVSM, du contrôle RADAR aussi.

Nous remarquons aussi que durant l'été et plus exactement de mai à aout, l'augmentation du trafic devient significative et ceci est du à la saison estivale.

### 4.4.2 Pointe du trafic

Ce tableau présente un échantillon du trafic qui a été enregistré le 25 aout 2008, on remarque qu'il y'avait un surplus du trafic pendant la matinée est exactement à 11H jusqu'à 12H, les 35 vols enregistrés représentent un dépassement de la capacité déclaré.

	7H-8H	8H-9H	9H-10H	10H-11H	11H-12H	12H-13H	13H-14H	14H-15H	15H-16H
<b>TMA centre</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>22</b>

Tableau4.4 : la charge horaire

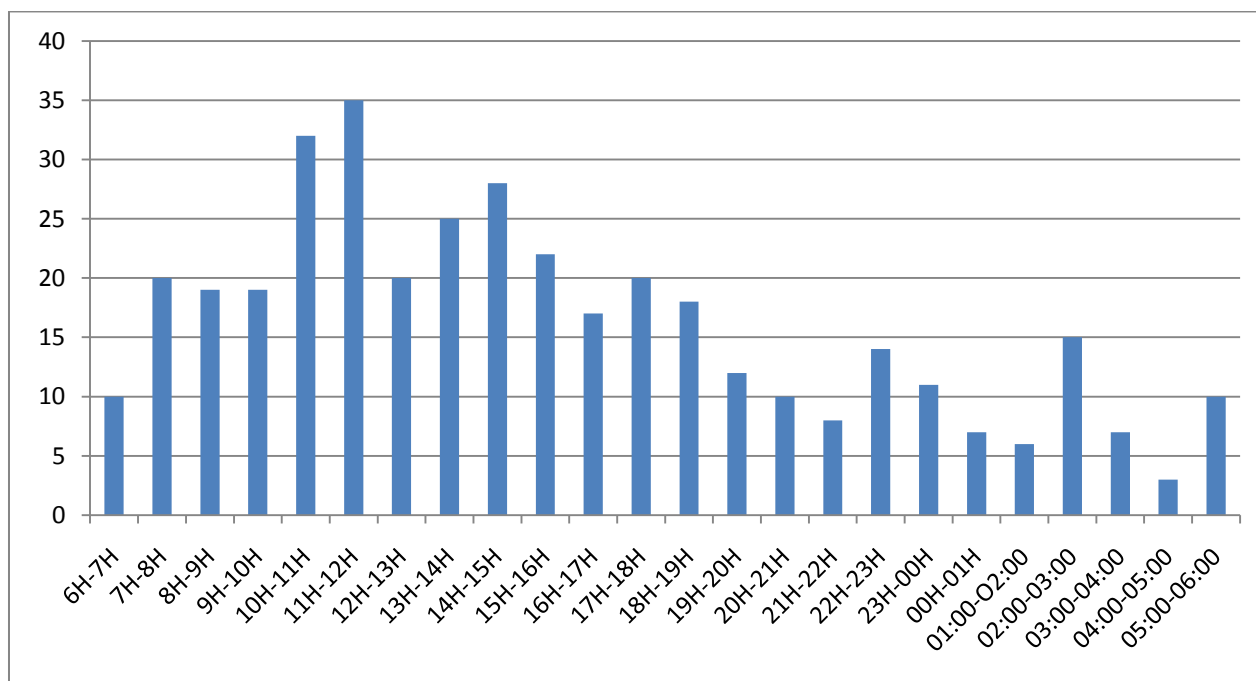


Figure 4.5: la charge du trafic

### 4.4.3 Caractéristique du secteur

#### ❖ Dimensions

Le secteur TMA centre Alger c'est le secteur le plus étroit par rapport aux autres secteurs,

Désignation	Limites latérales	Limite verticale Classification
TMA CENTRE ALGER Espace supérieur	Segments de droite joignant les points : 3729N 00130E – 3820N 00345E – 3900N 00440E – 3900N 00500E – 3540N 00500E – 3540N 00130E – 3729N 00130E.	<u>FL 450</u> FL 245 <b>Espace RVSM entre FL290 et FL410 inclus A</b>
TMA CENTRE ALGER Espace inférieur	Segments de droite joignant les points : 3729N 00130E – 3820N 00345E – 3900N 00440E – 3900N 00500E – 3540N 00500E – 3540N 00130E – 3729N 00130E.	<u>FL 245</u> 450MGND/MSL <b>(1)</b> <b>Espace CVSM D</b>

Tableau 4.5 : Les limites latérales et verticales du secteur TMA Centre Alger (AIP)

#### ❖ Les routes ATS (domestiques et internationales)

les routes (TMA Alger)	Les points significatifs (TMA ALGER)
A/UA24	OTARO /ZEMMOURI
A29/UA29	SADAF/CHE/TIARET
A411/UA411	DAHRA/CHE/ALG/BENI/BEJ
A/UA31	LABRO/KIRLA/CHE/ALG/BEN/BABOR/TAJEN
B16/UB16	PECES/ZEMMOURI
B31/UB31	MOGIL/ZEMMOURI
B726/UB726	ZEM/CHLAL/BSA
B734/UB734	DOULIS/BEJ/BSA
G26/UG26	REQIN/BOURI/LIMON/ZEM/ALG/CHE/TIRET
J7/UJ7	BEJ/LIMON
J9/UJ9	BENI/TAGRO
G/UG30	SADAF/ALGER
UN856	BUYAH/ALGER

Tableau 4.6 : Les routes domestiques et internationales au niveau de la TMA Alger

Ce tableau définit toutes les routes existantes dans le secteur TMA Alger que se soit supérieur au bien inférieur, les routes supérieures prennent la lettre U qui signifie UPER

*Exemple* : la codification A/UA24 contient deux routes consécutives :

- A24 c'est la route au niveau inférieur
- UA24 c'est la route au niveau supérieur

Les points significatifs OTARO et ZEMMOURI représentent le début et la fin de cette route.

La figure désigne toutes les routes (nationales et internationales) utilisables au niveau de la TMA Alger

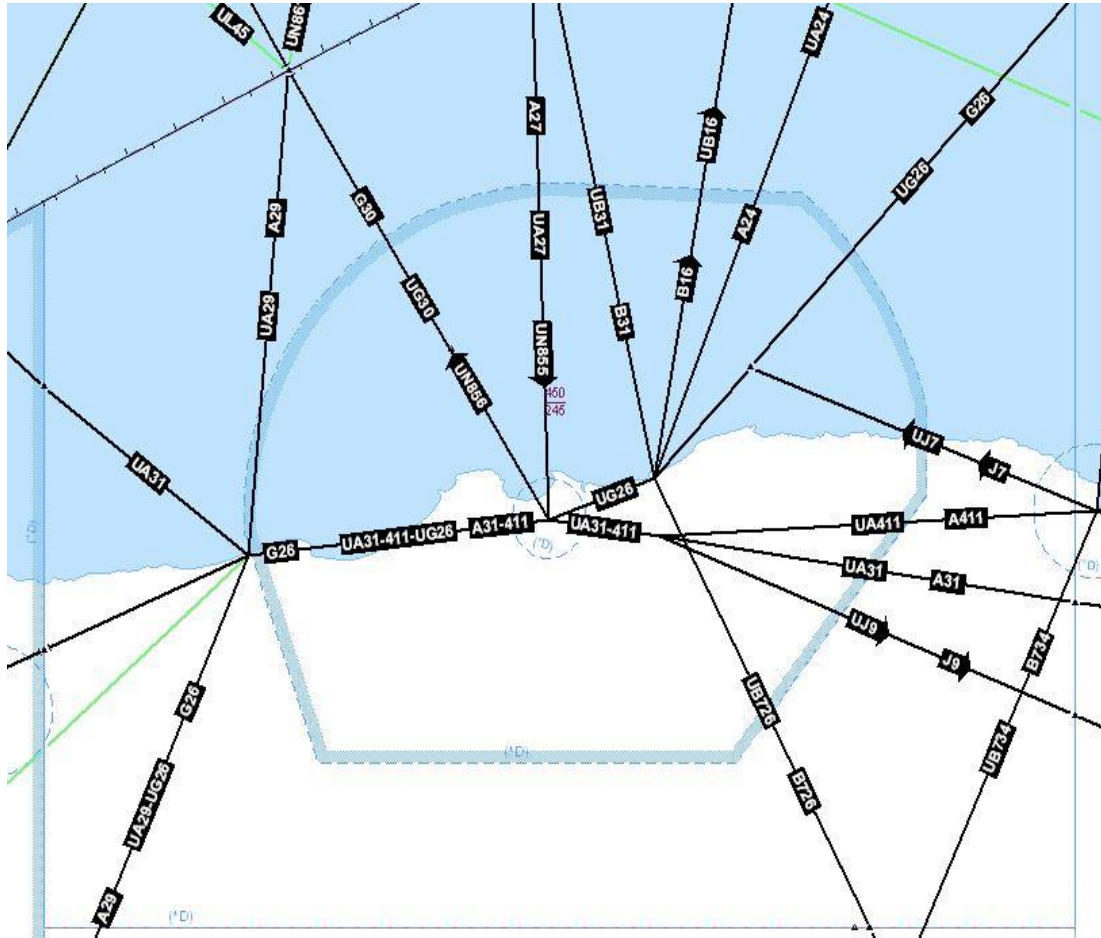


Figure 4.6: routes existante au niveau de la TMA Alger

#### 4.4.4 Les zones interdites, réglementées et dangereuses :

Afin d'identifier les facteurs qui limitent l'espace aérien, nous avons remarqué la présence de plusieurs zones à l'intérieur du TMA Alger,

Ces zones sont classées comme suit :

**A- zone interdite**

*Définition:* espace aérien de dimensions définies, au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un état, dans les limites duquel, le vol des aéronefs est interdit.

Une zone interdite situé au sud du secteur :

**→ DA - P51 AIN OUSSERA**

Cercle de 27 NM de rayon centré sur: 353100N 0025300E

Limites inférieures GND (la terre)

Limites supérieures UNL (illimité)

Heur d'activité H 24

**B- Les zones réglementées**

*Définition :* 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.

**→ DA – R54 ALGER /Houari BOUMEDIENE (civil)**

Cercle de 5 Nm de rayon centré sur : 364140N 0031304E

Limite intérieur GND ou Mer

Limite supérieur 450M

Statut : Réserve aux aéronefs utilisant ALGER/H.BOUMEDIENE

**→ DA – R84A BOUFARIK (militaire)**

Segments de droites joignant les points :

- 364005N 0024935E - 363950N 0025740E

- 363745N 0030020E - 363400N 0025648E

- 363445N 0024035E - 364005N 0024935<sup>E</sup>

Limite inférieur GND

Limite supérieur FL25

Statut : heur d'activité H 24 réservé aux exercices aériens.

**→ DA – D52 SOUK EL ARBA**

Segments de droite joignant les points :

- 363413N 0022345E (NADOR)

- 363323N 0024531E (OULED EL ALLEUG)

- 355300N 0024504E (BOGHARI)

- 355217N 0020149E (TENIET EL HAD)

Limite inférieur GND

Limite supérieur FL250

Statut : Du lever au coucher du soleil réservé aux exercices Aériens

➔ **DA - D61A EL ARBA**

Segments de droite joignant les points :

- 3633N 00309E (EL ARBA)
- 363623N 0030535E (SIDI MOUSSA)
- 3636N 00303E - 3627N 00304E

Limite inférieur GND

Limite supérieur FL70

Statut : Active du Samedi au Mercredi du lever au Coucher du soleil en VMC.

Evolution d'avions légers sans radio

➔ **DA - D61B EL ARBA**

Segments de droite joignant les points :

- 3637N 00313E (MEFTAH)
- 3633N 00309E (EL ARBA)
- 363623N 0030535E (SIDI MOUSSA)

Limite inférieur GND

Limite supérieur FL70

Statut : Active du Samedi au Mercredi du lever au Coucher du soleil en VMC.

Evolution d'avions légers sans radio

➔ **DA – D63 MELIANA**

Segments de droite joignant les points :

- 3617N 00202E - 3617N 00208E
- 613N 00210E - 3608N 00209E
- 3608N 00202E

Limite inférieur GND

Limite supérieur FL90



Statut : Active tous les jours sauf Vendredi et les jours fériés du lever au coucher du soleil en VMC. Exercices aériens

**C- Les zones dangereuses**

Définition : Espace aérien, de dimensions définies, à l'intérieur duquel des activités dangereuses pour le vol des aéronefs peuvent se dérouler pendant des périodes spécifiées.

**→ DA – D76**

Segments de droite joignant les points :

- 364300N 0021500E - 364300N 0023900E
- 370300N 0023900E - 370300N 0021500E
- 364300N 0021500E.

Limite inférieur MSL

Limite supérieur FL30

Statut : H 24 réservé aux Exercices Aériens

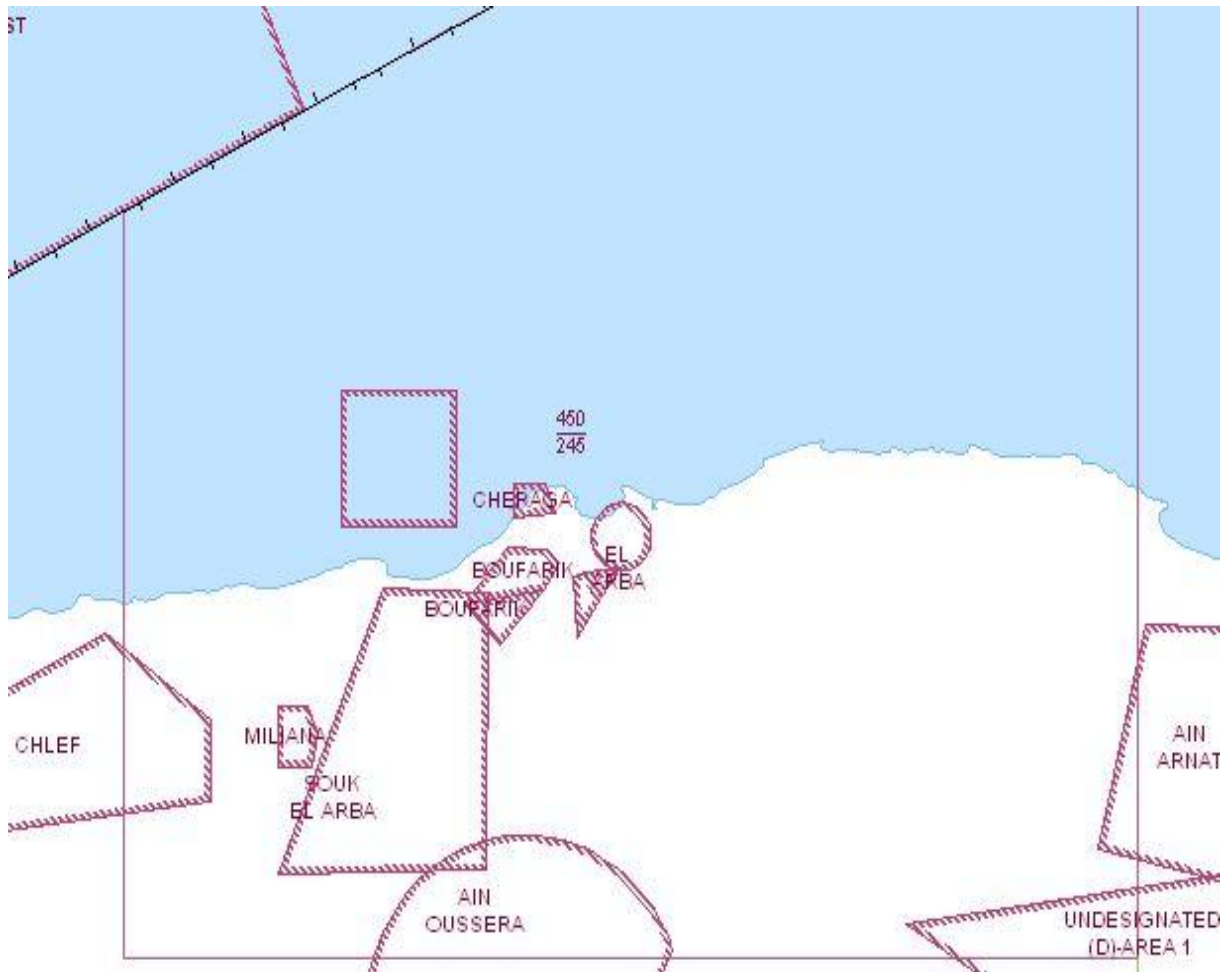


Figure 4.7 : zones existantes à l'intérieur de la TMA Alger

#### 4.5 Gestion du trafic aérien au niveau de la TMA Alger

Dans un premier temps, nous allons décrire comment se déroule le contrôle aérien en route, puis nous expliquerons pourquoi les consignes d'exploitations doivent être améliorées, nous passerons ensuite en revue les solutions proposées, puis nous présenterons nos propositions avec ses principales caractéristiques.

La TMA Alger telle que décrite auparavant, est l'un des secteurs les plus difficiles à gérer, compte tenu de :

- **Sa forme :**

L'existence de l'aérodrome le plus important et qui est celui d'Alger, qui gère pratiquement (64322 vols en 2009). Entre départ et arrivées.

Pour cela, une équipe ayant la qualification la plus importante est affectée à ce secteur, ce dernier est sous la responsabilité de deux contrôleurs, un contrôleur exécutif responsable de la détection et de la résolution de conflit ainsi que des communications air-sol; et un contrôleur assistant, chargé des coordinations et apporte notamment toutes aide nécessaire au contrôleur exécutif.

Le contrôle en route est assisté par un système de gestion de trafic automatisé nommé EUROCAT. Ce dernier permet de fusionner (corrélér) les données radar, les données plan de vol, ainsi que les données de report de position des aéronefs (actualisation des profils de vols), chose qui permet de déterminer avec précision la position réelle de l'aéronef, afin de prévoir et identifier les éventuels conflits, et présenter aux contrôleurs l'alarme adéquate pour attirer sont attention.

Grace à ce système, le contrôleur dispose d'une image radar qui lui permet de visualiser la situation de contrôle du trafic, pour lui faciliter encore plus la tache, la notion de couleur a été introduite afin de trier les différents vols ; à titre exemple : le trafic en vert représente le trafic qui est sous sa juridiction (sous sa responsabilité), celui en bleu représente les vols cordonnés .....etc. .

Nous pouvons constater donc que l'acquisition de ce système a permis de réduire considérablement la charge de travail des contrôleurs , Le passage au contrôle radar aurait permis de diminuer les séparations entre aéronefs et par conséquent, augmenter les capacités des secteurs.

#### **4.5.1 Problèmes liés à la gestion de la TMA Alger**

Après une série d'observations réalisées sur le secteur considéré, après avoir enquêté en dialoguant avec les contrôleurs affectés à ce secteur, nous avons constaté que des lacunes menant à des problèmes de surcharge existent depuis de longues années, ce qui amène à perturber le contrôleur en poste et donc, les tâches de gestion lui sont rendues difficiles.

Les problèmes rencontrés sont ci-dessous listés:

##### ***a- Côté technique :***

1- Couverture radar non renforcée, ce qui induit le contrôleur en poste à basculer du control radar au control en procédure lors de la panne du radar.

2- En raison de la densité du trafic à gérer au niveau de ce secteur, il a été depuis des années préconisé le découpage de la TMA Alger en deux secteurs, inférieur et supérieur, ce afin de rendre plus facile le travail aux contrôleurs qui devraient être affectés à chacun d'eux, le problème qui se pose est qu'une seule VHF est utilisée pour les deux secteurs à la fois, les contrôleurs dans ce cas travaillent et depuis des années avec deux secteurs regroupés en un seul.

3- Absence du transfert automatique des informations (l'option OLDI avec la FIR de BARCELONE n'existe pas)

4- Ruptures des lignes téléphoniques rendant difficile les activités de gestion

***b- Côté opérationnel :***

1- Après avoir consulté le manuel d'exploitation du CCR, les consignes à appliquer sur chacun des secteurs du centre n'existent pas, celles trouvées, n'avaient trait qu'à des attributions relatives au contrôleur exécutif et au contrôleur assistant, dans ce cas, absence de consignes relatives à la gestion du trafic au niveau du secteur de la TMA Alger, objet de notre étude.

2- Mauvaise coordination inter secteurs : Travail en commun étroit, toujours est-il, absence de consignes inter-secteurs

3- Absence de routes saisonnières rendues officielles (pour le cas de pèlerinage,

4- Problème de manque de plans de vol dans la salle

5- Absence de mesures de gestion de flux de trafic, en conséquence, des pointes de trafic sont souvent enregistrées, chose qui crée des surcharges et rend difficile le travail du contrôleur en poste, nous citons à titre d'exemple, les départs anarchiques et non ordonnés de l'aérodrome d'Alger et dont se plaignent les contrôleurs

Après avoir recensé ces problèmes, des solutions ont été réfléchies, nous les proposons à travers notre thèse, espérant qu'elles seront prises en considération, elles sont citées ci-dessous :

### 4.5.2 Solutions proposées

#### *Côté technique :*

- 1- Renforcer la couverture radar à la TMA Alger.
- 2- Renforcer la TMA Alger par une autre fréquence VHF et donc applique le dégroupement du secteur en deux secteurs lorsque la charge du trafic est dense
- 3- mettre en œuvre l'option OLDI avec la FIR BARCELON qui facilite la tâche de travail des contrôleurs en poste
- 4- amélioration du réseau téléphonique

#### *Côté opérationnel :*

- 1- Compte tenu du manuel d'exploitation du CCR, nous suggérons à ce qu'un manuel relatif à chaque secteur, notamment le secteur de la TMA Alger objet de notre étude soit créé. Ce manuel contiendra l'ensemble des règles de gestion de flux correspondantes chacune, à la situation enregistrée tel que :
  - a. Le report des niveaux d'échange inter-secteur sur le manuel destiné pour chaque secteur en l'occurrence la TMA d'Alger,
  - b. L'ordonnancement des séquences des départs qui sont la plupart du temps mal organisés faisant noyer le contrôleur en route dans des problèmes de surcharge (cas des départs à l'aérodrome d'Alger), et pour cela le concept MDI est obligatoire quand de telles situations sont enregistrées
    - Définition du Minimum Departure Intervalle (MDI) : ceci consiste à espacer les départs aux décollages en laissant partir un vol toutes les X minutes, la variable X peut être définie selon le choix du contrôleur en route, ça peut être 1 vol toutes les 3min ou un vol toutes les 5min par exemple.
- 2- Les procédures de coordination inter-secteurs doivent être définies en reportées sur le manuel d'exploitation
- 3- Des routes saisonnières devraient être créées selon ce que demandent les contrôleurs du CCR car ceci leur réglera les risques de conflit avec le trafic quotidien
- 4- Pour ce qui est du problème de manque des plans de vol dans la salle, ceci est pris en charge par le CCR, nous n'avons donc rien à dire à ce sujet

- 5- En ce qui concerne le problème relatif aux surcharges et avant de décider des mesures à appliquer, notre logiciel qui est un outil d'aide à la décision nous permet de définir les flux dominants dont se plaignent les contrôleurs, ça peut être des flux par routes, ou par aéroport ou les deux, et une fois les flux définis, des solutions envisagées seront exprimées dans les pages qui suivent selon les cas

## 5.1 Construction de la base de données

### 5.2 Présentation :

Pour mieux identifier exactement le problème de surcharge enregistré dans la TMA d'Alger nous avons construit une interface qui définit toutes les vols qui ont pénétré la TMA d'Alger durant le mois d'août de l'année 2008 (C'est ce qu'ils nous ont données), le but est de trouver le moment durant le quelle dépassement de capacité a en lieu ; et aussi permet de voir les routes aériennes qui subissent le grand nombre du trafic.

Le processus doit en outre permettre d'appliquer les solutions choisies : « solutions stratégiques » et la valider du point de vu respect des capacités secteur de contrôle en route (protection des contrôleurs contre les surcharges), lissage de la charge de trafic (assurer un écoulement harmonieux).

### 5.3 Présentation de système de gestion de base de données

Le système de gestion de base de données est un logiciel qui compte tous les outils nécessaire à la création, la gestion et la maintenance d'une base de données.

Le système est devenu standard et dans toutes les structures de base de données qui ont une puissance et une souplesse dans la manipulation et la recherche des données.

Pour mettre en place notre système nous avons utilisées le DELPHI .

### 5.4 Présentation de l'outil de développement (DELPHI)

Pour réaliser notre base de données nous avons utilisé DELPHI 6.

Delphi permet de développer des applications qui peuvent fonctionner directement avec des bases de données comme paradoxe, data base, le serveur interne base local, le serveur SQLO, et la source de données ODBC (Open Data Base Connectivity).

Delphi appartient RAD (Rapide Application Développement). La plupart des opérations de programmation classique sous WINDOWS sont prises en charge par la bibliothèque de classe DELPHI, ce qui évite les taches de programmations compliquées et répétitives.

Delphi est basé sur le langage qui inclut des types objets en pascal qui peuvent être manipulées directement ou par pointeurs. Le langage est bien compilé le typage est statique, la liaison est dynamique avec charge possible et l'héritage est simple.

L'objet pascal est donc une extension intéressante de pascal effectuée dans le même esprit que celle de C au sein de C++ ; mais un peu limitée.

La réalisation d'une classe de diagramme de classe se fait par la déclaration d'un type objet qui contient une interface composée d'attributs et signature de méthode, et une implémentation donnant le corps des méthodes.

### **5.4.1 Plan de réalisation**

Conception des états de sortie.

Implémentation de la base de données.

### **5.4.2 La sécurité du système**

La sécurité des informations dans le système d'information est un problème complexe. Une des principales vocations d'un système d'information est de contrôler si la fonction de sécurité est prise en compte et rend les services escomptés. Cette fonction active à tous les stades de traitement des informations, doit prendre en considération l'intégrité et la confidentialité des données.

#### ***A. Sécurité des informations :***

Nous associons à chaque utilisateur un identifiant (mot de passe) qui le désigne de manière unique. Ce procédé d'identification intervient à chaque niveau de traitement (saisie, mise à jour, consultation), ainsi toute tentative d'opération non autorisée est rejetée systématiquement.

#### ***B. Sécurité des entrées sorties :***

- Sauvegarde du logiciel d'application sur disquette avec duplication
- Duplication des dossiers d'exploitation.

Les utilisateurs doivent vérifier régulièrement les programmes provenant de l'extérieur par un antivirus de dernière version.



**D. la maintenance :**

Afin de minimiser les conséquences de toutes les perturbations importantes de l'exploitation, certaines de sécurité doivent être entreprises.

**E. Epuration des fichiers :**

Le nettoyage de la base de données se fera périodiquement par une épuration des informations périmées, et cela en utilisant l'utilitaire d'épuration.

**5.5 Description des fichiers**

- La table secteur :

Nom de champ	type	Taille	Description
ID_SECT	A	4	Identification de secteur

Tableau5.1 : Table secteur

- La table routes

Nom de champ	Type	Taille	Description
ID_ROUTE	A	10	Identification de la route

Tableau 5.2 : Table route

- Profil de vol :

Nom de champ	Type	Taille	Description
IMMAT	A	10	Immatriculation de l'aéronef
A_TYPE	A	10	Le type d'aéronef
ADEP	A	10	Aérodrome de départ
ADES	A		Aérodrome de destination
H ADEP	T		Heure de départ
H ADES	T		Heure de destination

Tableau 5.3 : Table performances aéronefs

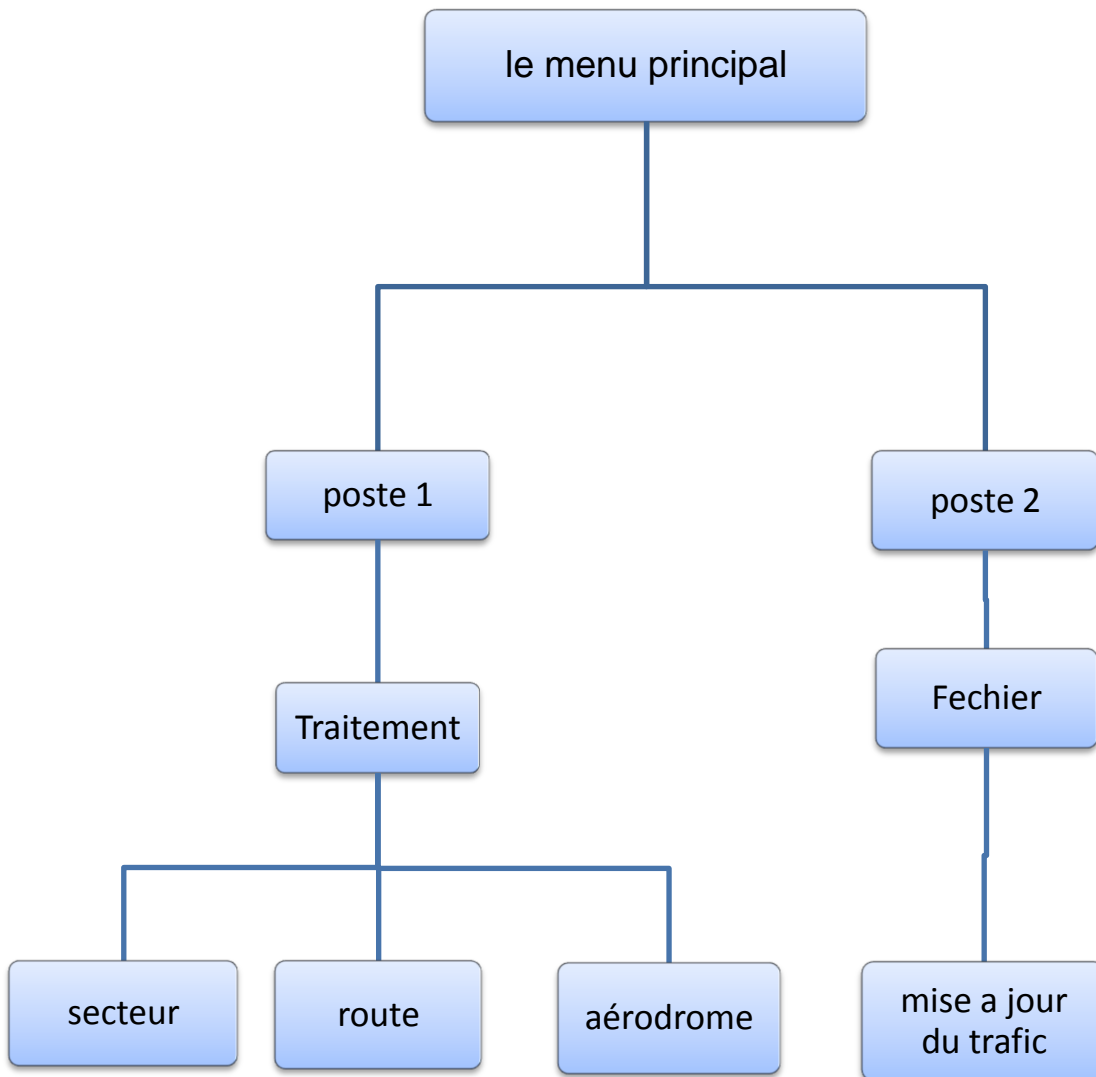
**5.6 Schémas représentatif de l'Application :**

Figure 5.1 : Schéma représentatif

## 5.7 Détail

### 5.7.1 Le menu principal :

Le menu principal contient deux sous menus qui sont respectivement les suivants :

- Poste 1 : traitements
- Poste 2 : fichier

Pour assurer l'accès à l'application il faut insérer un mot de passe pour chaque poste.



Figure5.2 : Le menu principal

### 5.7.2. Traitements

Au niveau de ce dernier on note la présence des boutons de raccourci simplifiant la tâche de recherche, dans cette fenêtre on peut traiter tous les vols qu'ils ont déroulé dans la FIR Alger qu'on veut traiter, Cette fenêtre permet une recherche précise selon un choix approprié

- les secteurs
- les aérodomes
- les routes

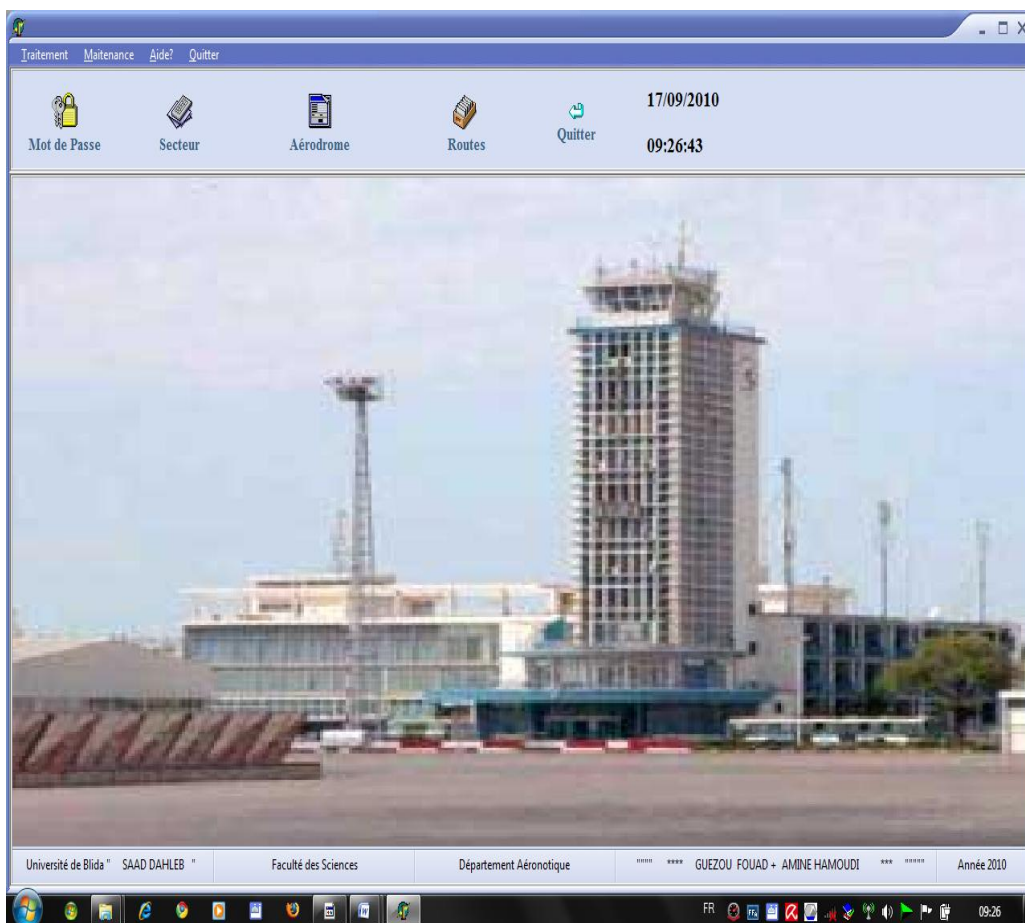


Figure 5.3 : Présentation de la fenêtre principale de traitement

D'après effectuée la recherche on commence à analyser les résultats, définissant les flux dominant ou gênants.

- Affichage par secteurs :

Cette fenêtre se divise en deux parties :

Une partie supérieure, dans laquelle on peut saisir les données suivantes :

- le choix du secteur
- La date
- L'intervalle du temps

Une partie inférieure, permet d'afficher les résultats suivantes :

- le nombre d'aéronefs qui pénètre le secteur choisi, est en suite tous les détails qui concernent ces vols ;
  - La date
  - L'immatriculation,
  - Aéroport de départ et de destination
  - Heur de départ et d'arrivée
  - Le niveau de vol

Cette fenêtre ci-dessous illustre la recherche par secteur :

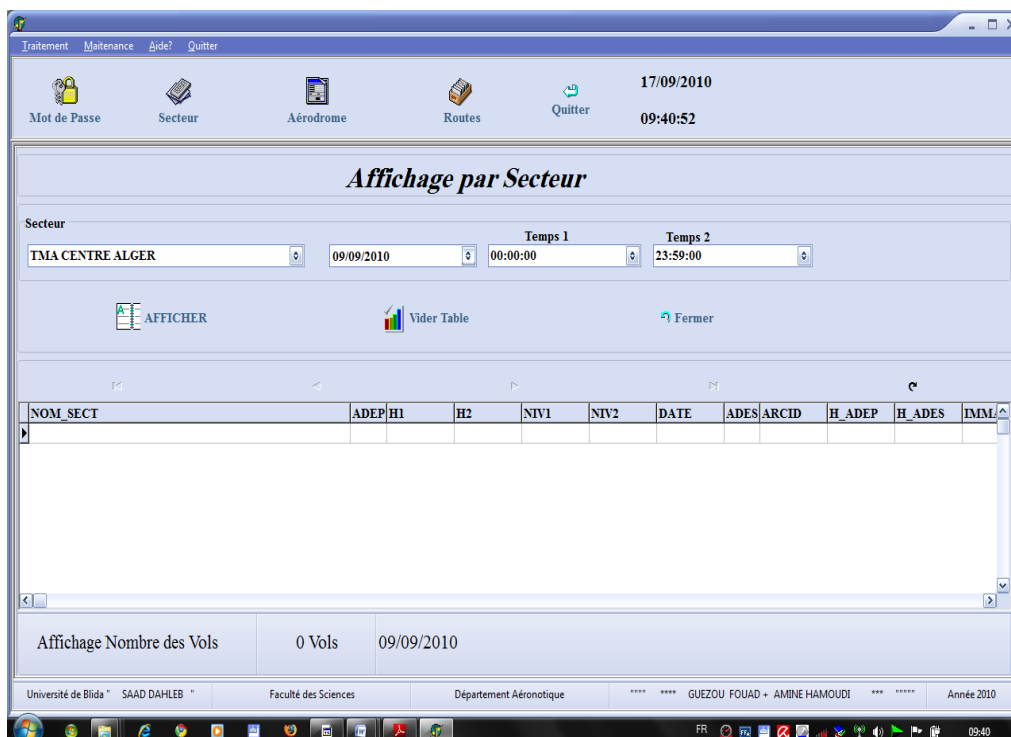


Figure5.4 : présentation de la fenêtre traitement par secteur

➤ Affichage par routes

Cette fenêtre se divise en deux parties :

Une partie supérieure, dans laquelle on peut saisir les données suivantes :

- le choix de la route
- La date
- L'intervalle du temps
- Le niveau de vol

Une partie inférieure, permet d'afficher les résultats suivantes :

- le nombre d'aéronefs qui exploite la route choisie, est en suite tous les détails qui concernent ces vols :
  - La date
  - L'immatriculation,
  - Aéroport de départ et de destination
  - Heur de départ et d'arrivée
  - Le niveau de vol

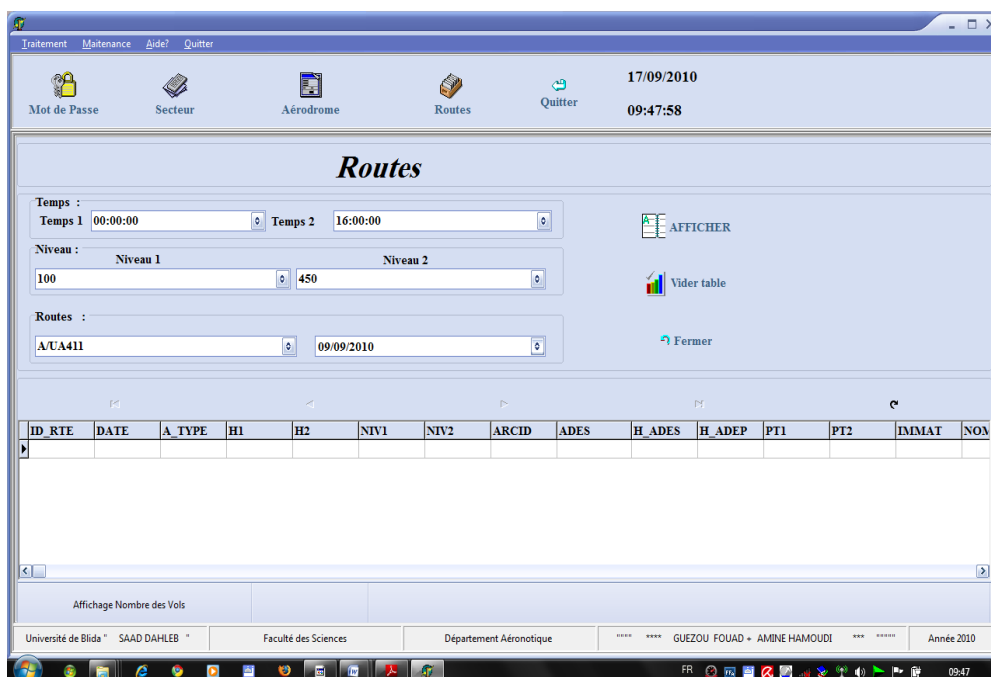


Figure 5.5: présentation de la fenêtre traitement par route

➔ Affichage par aéroport

Le traitement par aéroport permet de connaître à tous moment les départs et les arrivées et aussi le trafic global (arrivée et départs) sur l'aéroport choisis

Cette fenêtre se divise en deux parties :

Une partie supérieure, dans laquelle on peut saisir les données suivantes :

- le choix de l'aérodrome
- La date
- L'intervalle du temps
- Le niveau de vol

Une partie inférieure, permet d'afficher les résultats suivantes :

- le nombre d'aéronefs qui évoluer sur l'aérodrome choisi, est en suite tous les détails qui concernent ces vols :
  - La date, L'immatriculation, Aérodrome de départ et de destination
  - Heur de départ et d'arrivée, Le niveau de vol

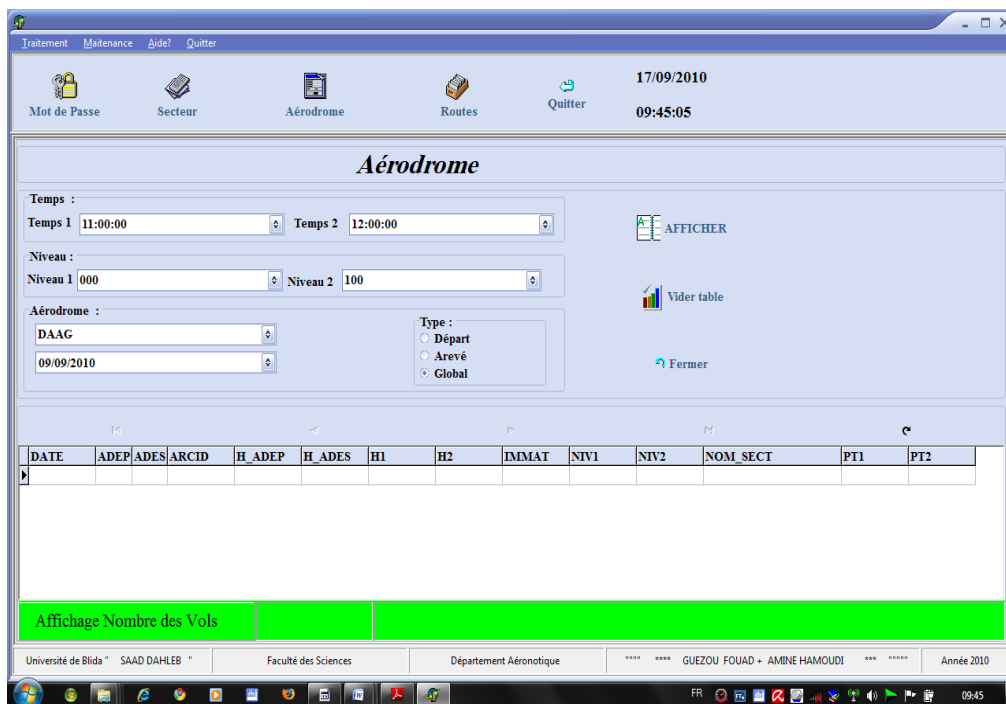


Figure 5.6 : présentation de la fenêtre traitement par aérodrome

- la partie Fichier

Ce menu permet d'effectuer les opérations de mise à jour des données :

Ajout, Suppression et Modification. L'utilisateur n'a plus qu'à saisir les données et enregistrer les changements.

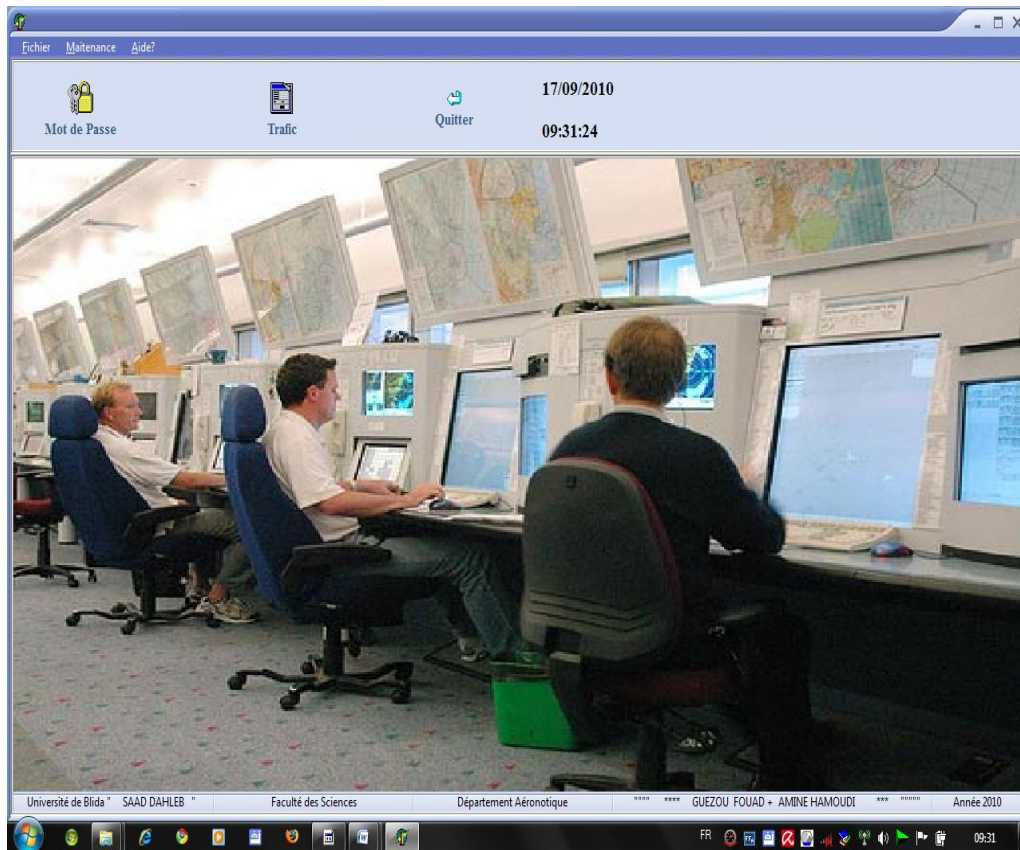


Figure 5.7 : La Fenêtre de Mise à jour des Vols.



## 5.8 Interrogation de la base de données

Cette fenêtre permet de constituer un dialogue homme/machine afin d'obtenir le résultat attendu lors de l'interrogation de la base de données en effectuant des recherches et selon les critères, nous obtenons ce qui est en dessous :

Les informations à remplir « INPUT » :

- Le secteur : la TMA Alger (c'est le cas étudié)
- La date : 25/08/2008 (La journée la plus chargée dans le mois d'Aout)
- L'intervalle du temps (un pas d'une heure à raison de laquelle on peut faire une comparaison avec la capacité déclarée)

Affichage des résultats :

**Affichage par Secteur**

Secteur : TMA CENTRE ALGER      Date : 25/08/2008      DE : 11:00:00      A : 12:00:00

AFFICHER      Vider Table      Fermer

IMMAT	A_TYPE	ADEP	H_ADEP	H_ADES	NIV1	NIV2	DATE	ADES	ARCID
HBIUX	F900	LFPB	11:22:00	13:36:00	390	390	25/08/2008	FOOL	FPG346
HBIUX	F900	LFPB	11:22:00	13:36:00	390	390	25/08/2008	FOOL	FPG346
N135S	E135	HEBA	11:33:00	12:55:00	380	380	25/08/2008	GMMX	UVN845
T8MTG	C130	DTTA	11:12:00	12:56:00	180	200	25/08/2008	LPPT	TAF35
	B738	GMME	11:52:00	13:00:00	370	370	25/08/2008	HLLT	BRQ123
	B738	GMME	11:52:00	13:00:00	370	370	25/08/2008	HLLT	BRQ123
	B738	GMME	11:52:00	13:00:00	370	370	25/08/2008	HLLT	BRQ123

Affichage Nombre des Vols      35 Vols      25/08/2008

Université de Bldia " SAAD DAHLEB "      Faculté des Sciences      Département Aéronotique      GUEZZOU FOUAD / AMINE HAMOUDI      Année 2010

Figure 5.8 : Affichage par secteur



Figure 5.9 : Affichage par route

**Commentaire des résultats :**

Les deux exemples ci-dessus présentent un calcul de la charge horaire du trafic au niveau du secteur TMA Alger et au niveau des routes qui pénètrent ce secteur,

Dans le premier exemple la valeur enregistrée dans le secteur TMA Alger est de 35 avions par heure, cette valeur est considérable comme un dépassement de la capacité déclarée.

Remarque :

En Algérie, aucune étude n'a été effectuée pour déterminer la valeur de la capacité des secteurs de contrôle. Pour notre étude, nous avons pris la valeur de 20 avions/heure (cette valeur a été déclarée par les contrôleurs aériens en poste).

A la vue de ces résultats, On remarque qu'il avait un surplus de 15 aéronefs, pour cela il faut trouver des solutions concernant ces vols, les contrôleurs en postes connaissent exactement le lieu de problème c.à.d aux niveaux des routes, point, niveau de vol,

Le deuxième exemple montre les vols qui exploitent les routes de secteur TMA Alger, dans notre exemple la route UA411 enregistre une valeur de 10 vols par heure, et pour identifier les routes qui subissent le grand nombre de trafic on va faire une recherche sur toutes les routes qui existent au niveau de la TMA Alger

La distribution des 35 vols enregistrés est présentée dans le tableau suivant :

les routes (TMA Alger)	Nombre de vols
A/UA411	10
A/UA31	07
A29/UA29	03
G26/UG26	03
G/UG30	03
B16/UB16	02
B734/UB734	02
B/UB726	02
A/UA24	01
UN856	01
B31/UB31	01
J7/UJ7	0
J9/UJ9	0

Ce tableau indique qu'il y avait un flux dominant enregistré sur la route A/UA411, ce qui peut créer des problèmes sur la sécurité des aéronefs et aussi sur le travail des contrôleurs en poste,

Les gestionnaires du trafic suivent cette situation de surcharge ; et lorsque ce problème se répète ils prennent des mesures de gestion face à des situations de surplus, et dans le cas contraire les gestionnaires ne prennent pas cette situation en considération.

Pour que les gestionnaires soient au courant vers ces situations de surcharge, on a proposé comme solution, un imprimé qui doit être rempli par les contrôleurs en poste, qu'il est pour le rôle de localiser le lieu où il y avait le problème de surplus. (voir la figure ci-dessous)

**CENTRE DE CONTROLE REGIONAL D'ALGER**

*Bureau FMP*

**RAPPORT INCIDENT ATFM**

**NOM DU CONTROLEUR EN POSTE :** .....

**DATE :** ..... **SECTEUR CONSIDERE :** .....

**HEURE DEBUT :** ..... **HEURE FIN :** .....

**TYPE DE PROBLEME RENCONTRE, RELATIF A L'ECOULEMENT DU TRAFIC :**

SURCHARGE DE TRAFIC

TRAFIC COMPLEXE

SURCHARGE DE TRAFIC & TRAFIC COMPLEXE

**OU A EU LIEU LE PROBLEME ? :**

ROUTE **DEFINIR NOM ROUTE :** .....

POINT **DEFINIR NOM POINT :** .....

BALISE **DEFINIR NOM BALISE :** .....

FL **DEFINIR INTERVALLE DES NIVEAUX : ENTRE FL1 : ..... & FL2 : .....**

AERODROME **ENTRE AERODROME DEP:**

- **NOM AERODROME :**.....

**ET/OU**

**AERODROME ARR:**

**NOM AERODROME :**.....

**A votre avis, quelle (s) est (sont) la(les) solution(s) que vous préconisez ?:**

## 5.9 Solutions stratégiques de gestion des flux de trafic aérien

Dans le souci d'assurer une gestion rigoureuse du trafic aérien dans la FIR Alger et afin d'aider l'ensemble du personnel exerçant au niveau de la salle de contrôle à mener à bien les tâches de gestion et de contrôle, des mesures de gestion liées à certaines situations ont été élaborées, elles sont citées ci-dessous :

### A.1 saturation d'un ou de plusieurs secteurs :

Dans le cas où un secteur est prévu chargé, en fonction de la situation qui se présente choisir une des mesures à appliquer :

1. limiter les départs en appliquant le concept MDI (Minimum Departure intervalle), c a d : appeler le ou les aérodomes concerné (s) pour lui/leur demander d'espacer les avions au décollage (1 vol toutes les 5, 8 ou 10 min par exemple)

Priorité : .....		heure d'envoi : .....	
Destinataire : .....		Expéditeur : .....	
Date : jj/mm/aa			
Heure début régulation : .....		Heure fin de régulation : .....	
<p><u>Texte :</u></p> <p>Pour des raisons de saturation du secteur :....., il est demandé de limiter le nombre de départ à 1 vols/ .....minutes</p>			

Tableau 5.4 : Message de demande de régulation par le concept MDI  
(Minimum départeur intervalle)

2. Pour chaque secteur prévu « critique » c.à.d trop chargé, choisir une des mesures à appliquer :

- i. Appliquer des mesures de réacheminement par d'autres routes si possible afin d'éviter les secteurs critique. ceux-ci sont connus en tant que scénarios de re-routeing.

Entête : message de réacheminement		heure d'envoi : .....
Destinataire : .....	Expéditeur : DAAAZQWX.....	
Date : .....		
<u>Texte :</u>		
Le flux de trafic dont l'aérodrome de départ est : ....., et l'aérodrome de destination est : ..... doit réacheminer son vol à partir du point :..... nouvel itinéraire considéré :.....		
.....		
.....		

Tableau 5.5 : Saturation d'un secteur/route (mesure de régulation)

- ii. Les deux contrôleurs en poste peuvent s'entendre sur le choix du niveau d'échange préférentiels lorsqu'il s'agit de deux secteurs adjacents dans la salle (consigne local).
- iii. Préconiser l'armement des secteurs concernés à l'avance.

**A.2 saturation au niveau d'une route /point de croisement**

3. Lorsqu'il est prévu qu'une route sera difficile à gérer ou saturée, réacheminer si possible certains vols par une autre route

Entête : message de plafonnement sur une route		heure d'envoi : .....
Destinataire : .....	Expéditeur : DAAAZQWX.....	
Date : .....		
<p><u>Texte :</u></p> <p>Le flux de trafic dont l'aérodrome de départ est : ....., et l'aérodrome de destination est : ....., passant par le tronçon de route / la route /point .....ne doit pas voler au dessus du FL....., jusqu'au point</p>		

Tableau 5.6 : Saturation d'une route/segment/point de croisement  
(Mesure de plafonnement)

4. Lorsqu'il est prévu qu'une route sera difficile à gérer ou saturé mais dans un intervalle de niveaux précis et/ou à un point de croisement particulier, il est recommandé d'appliquer une mesure de plafonnement (level-capping) de certains vols c.a.d : limiter certains vols à des niveaux donnés pour faciliter le travail sur le secteur concerné ;

Le format du message

***Exemple***

Difficulté de gestion constatée entre le FL330 et FL350 sur la route X , demander à ce que tous les avions provenant d'une route chargée ou partant de tel aéroport ou groupe d'aéroport ne monte(nt) pas plus haut que le FL310 jusqu'à un point donné pendant la période de surcharge considérée (permettant ainsi de limiter cette surcharge).

Nb ; pour le cas 3 et/ou 4 le contrôleur en poste apportera le changement sur le PLN au plus tard, à la mise en route après avoir cordonné avec L'APP ou la TWR .

### **A.3 mauvaise visibilité (portée visuelle en bout de piste/ranway visual range ) RVR**

#### **a. Arrivées**

En cas de mauvaise visibilité (brouillard) au niveau de l'aérodrome de destination et selon la RVR requise pour s'y poser,

Les aéronefs ne pouvant confirmer qu'ils peuvent atterrir avec la RVR requise demeureront suspendus, ce jusqu'à l'amélioration de la situation, pour cela :

1. Une coordination entre le chef du quart et la TWR s'impose
2. Un message de suspension de vol (FLS) sera envoyé au niveau de l'aérodrome de départ, dans ce message, sera exprimée la RVR requise
3. Les vols qui décoller avec cette RVR :
  - Confirmeront leur départ en envoyant au CCR D'Alger Un message de confirmation de vol (FCM),
  - le CCR reprendre par l'envoi d'un message de dé-suspension (DES) pour les vols concernées,
  - le contrôleur en poste accordera la mise en route,
4. En cas d'aggravation de la RVR, la TWR devra informer le CCR qui devra à son tour informer les avions en vol à destination du pilote.
5. Le CCR d'Alger transmutera :
  - un message de suspension de vol (FLS) pour les vols qui n'ont pas encore d'décollé afin de bloquer au sol ceux qui ne peuvent atterrir avec la RVR requise,
  - les vols qui peuvent atterrir, transmettront au CCR un message de confirmation de vol (FCM),
  - une mise en route sera attribuée après que le CCR ait envoyé un message De dé-suspension (DES) pour les vols pouvant atterrir avec la RVR requise



Explication de la raison de la suspension :

L'aérodrome d'arrivée est dans le brouillard, si tous les avions à destination de cette aérodrome et qui ne sont pas encor partis ne peuvent se poser avec la RVR requise décollaient, ils rempliraient les circuits d'attente générant des surcharge et de consommation des carburant inutiles.

Le but est donc double : boquer tous les vols à destination de l'aérodrome où le brouillard s'est installé, en attirant leurs attention sur la cause

- 6- lorsque la TWR confirmera l'amélioration météo permettant de reprendre les atterrissage, le CCR d'Alger transmettra un message de dé-suspension (DES) pour ré-autoriser les mises en route des vols suspendus.

Entête : message suspension de vol à cause de la RVR		heure d'envoi : .....
Destinataire : .....	Expéditeur : DAAAZQWX.....	
Date : .....		
<u>Texte :</u>		
Tout vol ne pouvant atterrir avec la RVR .....à l'aérodrome :.....,ne doit en aucune cas partir , en cas d'amélioration de la RVE, un message de de-suspension vous sera transmis.		

Tableau 5.7 : Message de suspension de vol en cas de mauvaise RVR à l'aérodrome d'arrivée

Entête : message suspension de vol, changement de la RVR		heure d'envoi : .....
Destinataire : .....	Expéditeur : DAAAZQWX.....	
Date : .....		
<u>Texte :</u>		
Nouvelle RVR :.....Tout vol ne pouvant atterrir avec cette RVR à l'aérodrome :....., ne doit en aucune cas partir , un message de de-suspension vous sera transmis en cas d'amélioration de la RVR,		

Tableau 5.8 Message de suspension de vol en cas de détérioration RVR à l'aérodrome d'arrivée

Entête : message dé suspension de vol		heure d'envoi : .....
Destinataire : .....	Expéditeur : DAAAZQWX.....	
Date : .....		
<u>Texte :</u>		
Nouvelle RVR :.....Tout vol ne pouvant atterrir avec cette RVR à l'aérodrome :.... ne doit en aucune cas partir, un message de de-suspension vous sera transmis en cas d'amélioration.		

Tableau 5.9 : Message de dé-suspension de vol amélioration de la RVR

# Conclusion

Le travail présenté dans ce mémoire nous a permis de détecter le problème de surcharge et de dépassement de la capacité des secteurs de contrôle ainsi que nous allons proposer dans cette étude des solutions stratégiques qui ils sont recommandé par l'OACI et adopter par nombreux pays pour géré les situations ou la demande du trafic dépasse la capacité des services de contrôle.

Aujourd'hui le service ATFM est un support incontournable pour une gestion efficace et optimale de l'espace aérien algérien ; il est complémentaire des services du contrôle aérien dans leur mission de sauvegarde de la sécurité aérienne .