

Ministère de l'enseignement supérieur et de la

Recherche scientifique  
Université SAAD Dahleb Blida  
Faculté des sciences de l'ingénieur  
Département d'aéronautique



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

Option : opérations aériennes.

**Thème :**

**Planification pour la mise en place d'un  
service ATFM au CCR d'Alger.**

Réalisé par :

Melle Sikrane Naziha

Sous la direction de :

M<sup>r</sup> Bouslimane saadi.

## **Remerciements**

Je tiens à exprimer toute ma gratitude à Monsieur Bouslimane pour avoir accepté de prendre la direction de ce mémoire, l'attention de son encadrement et le temps qu'il m'a consacré ont contribué à l'enrichissement de mon travail. Je le remercie de son soutien, de ses encouragements et de sa compréhension.

Je tiens à remercier aussi tous les contrôleurs du CCR Alger, qui m'ont permis de m'adapter au monde du contrôle.

Je remercie aussi l'établissement de la navigation aérienne de m'avoir accueilli et particulièrement le centre de qualification et de recyclage de la navigation aérienne CQRNA.

À ma mère

Et

Ma famille

## ملخص

إن القيام بعدة مهام في أن واحد في مجال المراقبة و النمو المستمر في حركة الملاحة الجوية في فترات معينة من اليوم تؤدي إلى فائض وتجاوزات في السعة

الغاية من هذا العمل هي التخطيط من اجل وضع مصلحة تسيير التدفق في حركة الملاحة الجوية على مستوى مركز المراقبة الجمهوري الذي بدوره يعالج مشاكل الفائض و التجاوزات التي يحتمل ظهورها على المدى المتوسط ويسهل التدفق الجوي في احسن الظروف الملائمة لذلك

Abstract	
Remerciements	
Introduction générale	

## **Chapitre I    Gestion du trafic aérien**

I.1	Introduction .....	7
I.2	Gestion de l'espace aérien.....	7
I.2.1	Division de l'espace aérien.....	8
I.2.2	Classes d'espace aérien.....	8
I.3	Le contrôle du trafic aérien.....	11
I.3.1	Les services de la circulation aérienne.....	11
I.3.1.1	Le service d'alerte.....	11
I.3.1.2	Le service d'information de vol.....	12
I.3.1.3	Le service de contrôle.....	12
I.3.2	La charge de travail des contrôleurs.....	15
I.4	Gestion des flux des trafic aérien.....	18
I.4.1	Introduction.....	18
I.4.2	Objectifs.....	18
I.4.3	Les phases de l'ATFM.....	18
I.4.4	Raisons d'encombrement de l'espace aérien.....	21
I.4.5	Le service ATFM.....	22
I.5	Organisation du travail en salle opérationnelle du CCR Alger .....	23

## **Chapitre II    Création du service ATFM**

II.1	Taches essentielles du service ATFM.....	27
II.2	Base de données environnement.....	28
II.3	Base de données des vols.....	38
II.4	Représentation de la situation de trafic prévue.....	40
II.5	Coordination.....	41
II.6	Mesures de régulations.....	43

## **Chapitre III    Fonctionnement du service ATFM**

III.1	Structure du service ATFM.....	45
III.1.1	Base de données environnement.....	45
III.1.2	Base de donnée plan de vol.....	47
III.1.3	Base de donnée archive.....	47
III.1.4	Outil d'analyse des données.....	48
III.1.5	Procédures complémentaires applicables en FIR Alger.....	49

## III.2 Activités du service ATFM

III.2.1	Analyse des données et construction d'un modèle de la situation future .....	49
III.2.2	Identification des périodes et des zones de pics de trafic.....	50
III.2.3	Choix et application des mesures de régulation.....	53
III.2.4	Suivie et évaluation des effets de régulations .....	55

### **Conclusion et Perspectives**

### **Glossaire**

### **Bibliographie**

## **Introduction Générale :**

Le secteur du transport aérien est depuis sa création en constante croissance, cette croissance touche particulièrement certains espaces aériens par rapport à d'autres comme l'Europe, l'Amérique ou l'Asie et cela conduit à d'énormes problèmes de congestion qui mènent les services de contrôle à leur limite de capacité, voir la surcharge et la saturation .

Vu la position géographique qu'occupe l'Algérie dans l'Afrique (zone importante de transit entre l'Afrique et l'Europe), notre pays est lui aussi touché par cette croissance et connaît une hausse de trafic assez importante allant de 4 à 8% par an. (Voir tableaux des statistiques en annexe).

Dans notre espace aérien, sur certains secteurs et durant certaines périodes de la journée, apparaissent des pics de trafic assez importants qui appellent à une prise en charge de ce phénomène, d'autant plus, que l'analyse statistique et les prévisions de hausse de trafic, nous font constater que d'ici peu ( court ou moyen terme), des problèmes de saturation peuvent se poser et compromettre sérieusement la sécurité des aéronefs, si rien n'est entrepris, pour la maîtrise de la demande de trafic. Cette sécurité des aéronefs restant l'impératif premier des services de la circulation aérienne et leur raison d'exister.

Il est temps de commencer à prévoir des solutions pour gérer les flux de trafic et les mettre en œuvre afin de pouvoir faire face le moment venu à toutes les situations.

Nous allons proposer dans cette étude, la solution qui est recommandée par l'OACI et adoptée par de nombreux pays et qui est la mise en place d'un service capable de gérer les situations où la demande de trafic dépasse la capacité des services de contrôle : c'est le service ATFM. (Air traffic flow management ou service de gestion des courants de trafic aérien).

# CHAPITRE 01 : GESTION DU TRAFIC AERIEN

## Gestion du trafic aérien

### I.1.Introduction :

Et si on laisse la liberté aux aéronefs de choisir leurs itinéraires, se déplacer d'un point A vers B sans leurs imposer de contraintes, que se passera-t-il ?

Tout simplement vous aller remarquer une énorme toile d'araignée, avec plusieurs intersections, qui conduiront à des incidents voir accidents.

Pour éviter de telles conséquences, un système a été mis en place pour contrôler et gérer l'espace aérien.

### I.2.Gestion de l'espace aérien :

Les aéronefs évoluent dans l'espace aérien suivant deux modes de vols :

**Vol VFR (Visual Flight Rules) :** Les avions en régime de vol VFR doivent assurer eux mêmes leur séparation les uns par rapport aux autres par des moyens visuels. Ils doivent être équipés d'un moyen de radiocommunication pour entrer dans la plupart des zones entourant les aéroports.

**Vol IFR :( Instruments Flight Rules) :** Les avions en régime de vol IFR doivent être équipés d'instruments et d'appareils de radionavigation et de vol sans visibilité extérieure appropriés à la route à suivre. Ils doivent également déposer un *plan de vol* (ce terme sera expliqué avec précision ultérieurement) et doivent obtenir une autorisation de décollage ou de survol.

#### I.2.1. 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 nommé "classe". dans chaque classe on trouve des vols contrôlés et d'autre non contrôlé l'expression "vol contrôlé" veut dire qu'il peut bénéficier de la séparation par rapport à d'autre vols contrôlés ou de l'information de trafic par rapport aux autres vols contrôlés.

En contrepartie, il est dans l'obligation de contacter par radio l'organisme chargé du contrôle avant d'entrer dans l'espace et doit suivre les autorisations données par le contrôle. Nous présenterons plus tard les différents organismes de contrôles concernés.

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

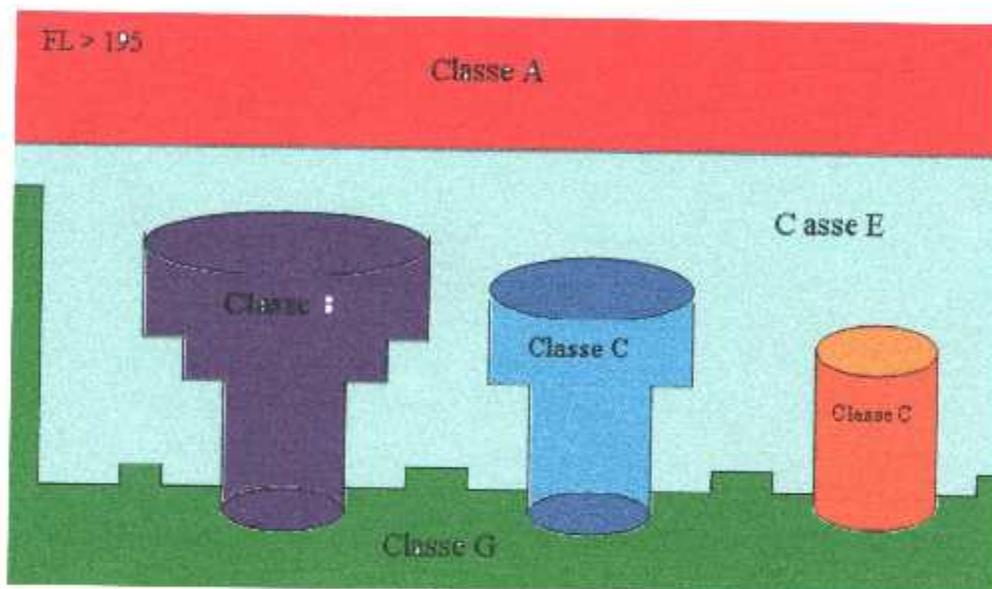


Figure I.1 : représentation des classes d'espace aérien.

**Classe A** : réservé aux vols IFR (VFR interdit) au dessus du niveau de vol 195 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, entoure les aéroports importants tel 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 il 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

L'espace aérien est divisé en FIR (flight information région), une FIR englobe normalement la totalité de l'espace aérien au dessus de son territoire ; cela ne veut pas dire qu'un état est dans l'obligation d'avoir une seule FIR, il peut en avoir plusieurs, cela dépend de la structure des routes qui la traversent et de sa topographie et non des limites frontalières comme on peut le croire.

Donc un aéronef qui veut se déplacer de son point de départ vers son point de destination doit emprunter une route bien spécifiée appelée route ATS.

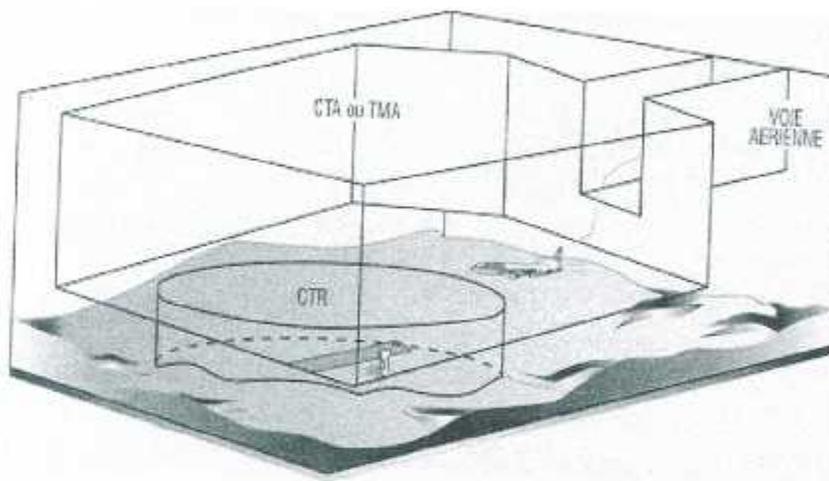
Le statut de route ATS contrôlée est (généralement donné sous forme de voies aériennes), de route à service consultatif ou de route non contrôlée, est essentiellement déterminé par le volume et le type de la circulation qui l'utilise; ensuite dans chaque route ATS contrôlée des niveaux de vols ont été établis ; et selon la direction du vol ces niveaux ont été répartis en niveaux pairs et impairs.

Ces routes sont en fait des segments de droites jalonnés de points de report (obligatoires ou facultatifs) et de balises radioélectriques, ces balises existent physiquement au sol cela permet aux avions de se repérer grâce à leurs moyens de radionavigation (VOR, NDB, DME, etc.).

De nos jours les avions sont équipés de moyens de radionavigation avancés qui permettent d'emprunter des routes directes en utilisant des waypoint fictifs par rapport à des balises réelles c'est le mode RNAV. Cela permet une meilleure utilisation de l'espace aérien.

Afin d'englober les trajectoires de vol IFR à l'intérieur de la FIR, des régions de contrôle CTA (control traffic area) ont été établis, ces dernières comprennent les voies aériennes AWYs (en forme de couloirs dotée d'aides à la navigations) et les régions de contrôle terminal TMA (établies au carrefour des routes ATS aux environs des aérodromes importants). la CTA est gérée par ctrl d'approche.

NB : En Algérie les régions de contrôle terminal sont gérées par le CCR. Cependant, la partie inférieure de cet espace est déléguée au contrôle d'approche.



**Figure I.2 :** Les régions de contrôle.

Les espaces aériens directement en contact avec les aérodromes sont les régions de contrôle CTR (control traffic region) ; Elles se situent souvent sous une TMA (terminal control area). Elles s'étendent jusqu'à environ 5 NM autour des aérodromes qu'elles desservent.

Les CTR sont destinées à englober les trajectoires de décollage, d'atterrissage et la circulation aérienne d'aérodrome. Elles sont gérées par la tour de contrôle (TWR).

Mais est-ce qu'un aéronef a la liberté de survoler n'importe quelle région ? La réponse est non ; il existe des espaces non contrôlés dans ceux-ci on retrouve des zones dangereuses (zone de tirs par exemple), des zones réglementées (vols militaires), d'autres sont interdites.

### **I.3. Le contrôle du trafic aérien :**

Ce que nous venons de présenter est la structure et l'organisation de l'espace aérien, nécessaires afin que les organismes de contrôle puissent assurer les objectifs qui leur sont assignés, à savoir : sécurité, rapidité, efficacité.

Les organismes de contrôle sont chargés de la fourniture des services du contrôle de la circulation aérienne dans les espaces placés sous leur juridiction.

Quels sont ces différents services et quels sont les différents organismes de contrôle qui les assurent ? Quel est le rôle de chaque organisme et comment le contrôle de la circulation aérienne s'opère-t-il ?

#### **I.3.1. Les services de la circulation aérienne :**

Conformément au paragraphe 2.3 de l'annexe 11 à la convention relative à l'aviation civile internationale ; les services de la circulation aérienne sont subdivisés en trois : le service de contrôle, le service d'information de vol, et le service d'alerte.

Commençons par détailler le service commun à tous les types d'espace, à savoir le service d'alerte.

##### **I.3.1.1 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 reporté 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 oeuvre et organisent

les opérations de recherche et de sauvetage dites opérations recherche et sauvetage (SAR : *Search And Rescue*).

Tous les services ATC sont tenus d'assurer le service d'alerte.

### **I.3.1.2 Le service d'information de vol (FIS : Flight Information Service)**

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 de manoeuvres 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.

### **I.3.1.3 Le service de contrôle (ATC : Air Traffic Control)**

L'objectif général du service du 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 manoeuvre 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'aérodrome (décollage/atterrissage), le contrôle d'approche (en évolution), et le contrôle en route (évolution/croisière).

#### **• 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. Il est assuré à partir de la tour de contrôle TWR.

**• Le contrôle d'approche :**

Également fourni au voisinage des aérodromes (dense comme de classe B, C). Le travail des contrôleurs aériens consiste à ramener les avions entrants de leur point d'entrée dans la zone d'approche jusqu'à la piste ou la limite avec le contrôle tour de contrôle, et à guider les avions 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 de la (ou des) piste(s).

**NB :** dans cette étude, nous ne nous sommes pas particulièrement intéressés au contrôle d'approche et d'aérodrome, nous allons nous limiter au contrôle en route ; c'est-à-dire la phase de vol des aéronefs comprise entre la zone d'approche de départ et celle de l'approche d'arrivée.

**• Le contrôle en route :**

Un vol IFR qui veut bénéficier du contrôle de la circulation aérienne, doit déposer un plan de vol (FPL) au bureau de piste de l'aérodrome de départ. Ce plan de vol est un document qui contient des informations qui précisent l'itinéraire choisi, le niveau de vol, la vitesse de croisière, l'heure estimée de départ, l'heure estimée d'arrivée, etc. ces informations seront nécessaires pour tous les organismes de contrôle se trouvant sur sa route, cela permet de connaître les intentions du pilote.

Après vérification des données, le plan de vol sera approuvé par le service du contrôle local de l'aérodrome de départ et distribué aux organismes concernés par ce vol.

A l'approche de l'heure de décollage et une fois prêt au départ, le commandant de bord demandera l'autorisation de mise en route à la tour de contrôle, celle-ci en informera le contrôle d'approche qui contactera le centre de contrôle en route (CCR).

Des que le contrôleur CCR s'assure que les procédures ont été respectées (dépôt du plan de vol, absence de slots ...), il transmet l'autorisation de mise en route au commandant de bord par le même cheminement (via APP et TWR).

L'autorisation comprenant les paramètres de route (niveau de vol, cheminement, etc...), sera demandée et retransmise de la même manière.

Après décollage et pendant son évolution, le passage de l'aéronef d'un organisme à un autre obéit à des règles de coordination et de transfert bien définies.

Le contrôleur recevra la coordination relative à un vol, par message ou par téléphone, entre dix à vingt minutes avant que ce vol n'arrive dans son secteur.

Chaque secteur est pris en charge par deux contrôleurs :

a) *Le contrôleur « exécutif » :*

Il est responsable de la séparation entre aéronefs (aussi bien dans le plan horizontal que vertical), les communications vocales avec les commandants de bords, ainsi que la résolution de conflits.

Si la séparation entre deux aéronefs n'est pas respectée, une alarme dite "filet de sauvegarde" va être déclenchée pour attirer l'attention du contrôleur.

Pour accomplir les fonctions de contrôle, le contrôleur dispose d'un téléphone, d'une image radar, des bandes de progressions en papier qui lui servent d'aide-mémoire qu'on appelle strips, sur lesquelles on retrouve l'indicatif de l'aéronef, le code transpondeur, la vitesse, niveau de vol demandé, la route, les temps de passages des balises suivantes, les autorisations données etc.

Les strips sont classés de différentes manières et triés par couleurs. Chaque couleur a une signification, par exemple les rouges représentent les départs, les verts les arrivées, les bleus les transitaires du nord vers le sud, les jaunes les transitaires du sud vers le nord. En cas de conflit ils sont posés côte à côte jusqu'à ce qu'il soit résolu.

Les strips papier étaient jusqu'à une date récente confectionnés manuellement ; mais depuis avènement de l'automatisation, les imprimantes prennent en charge cette tâche au niveau de chaque secteur.

*b) Le contrôleur assistant :*

Il est responsable de la coordination des vols avec les organismes ATC des secteurs de contrôle adjacents et des aérodromes situés dans son secteur.

Le processus de coordination s'effectue en trois phases :

- annonce du vol et des conditions proposées pour le transfert de contrôle.
- négociation des conditions de transfert de contrôle et acceptation ;
- transfert de contrôle à l'organisme ATC accepteur.

La coordination est une tâche très importante dans le contrôle de la circulation aérienne. Les procédures de coordinations sont codifiées par l'OACI et font l'objet de lettres d'accords entre les organismes de la circulation aérienne.

**I.3.3. La charge de travail des contrôleurs :**

Elle peut être considérée comme étant l'ensemble d'efforts mentaux et physiques réalisés durant une période de temps (suffisant ou insuffisant) tout en décrivant la peine et la frustration ressentie pour atteindre l'objectif et réaliser la tâche associée.

La charge de travail et la capacité sont liées ; le flux d'avions entrant dans un secteur sur une période de temps donnée est représentatif de la charge de travail du contrôleur.

Les valeurs seuils que sont les capacités horaires sont censées représenter la limite au-delà de laquelle ; il faudrait prévoir une action pour gérer le trafic (soit le dégroupement, soit la régulation) afin de ne pas dépasser la capacité.

Il faut porter à votre connaissance que pour les contrôleurs le concept de capacité en terme de flux horaire est insuffisant, sur le secteur ce sont les pointes de trafic qui sont perçues plus que ne le débit moyen par exemple 25 avions/heure sur une courte période génère plus de stress que 55 avions/heure bien réparti.

La charge maximale de travail que peut supporter un contrôleur est celle qui reste en dessous de son seuil de saturation.

La saturation peut être définie comme étant l'effet d'une charge mentale surabondante chez l'opérateur humain.

Il est important de déterminer le seuil de saturation du contrôleur dans un secteur donnée pour pouvoir maintenir la charge de travail dans des proportions gérables garantissant un haut niveau de sécurité.

Il est évident que tout dépassement du seuil de saturation augmente dans des proportions considérables le risque d'erreur humaine.

La charge de travail dépend du type de vol et de la structure du secteur ; nous allons citer ci-dessus entre autre quelques facteurs de charge :

- Nombre de conflits élevés.
- Complexité des conflits.
- Trafic évolutif.
- Trafic mixte.
- Routes très proches les unes des autres.
- Existences de zones militaires.
- Perturbations météorologiques.
- Négociations lors de coordination.
- Nombre d'avions élevé.

- Limitation ou refus de trafic en sortie.
- Dégradations techniques.

## **I.4 GESTION DES FLUX DE TRAFIC AERIEN : ATFM**

### **I.4.1 Introduction :**

La croissance du trafic aérien entraîne parfois des surcharges de trafic, sur certaines zones de l'espace. Ces surcharges de trafic sont souvent difficiles à gérer par les services du contrôle. Évidemment Le nombre d'avions qu'une équipe de contrôleurs peut gérer en même temps a des limites ; la question est : que faire lorsque ces surcharges de travail les mènent souvent à des situations de dépassement ? Autrement dit lorsque la demande est supérieure à la capacité disponible.

Pour parer à ces difficultés un mécanisme est nécessaire pour assurer un équilibre raisonnable entre la demande et la capacité disponible ; ce mécanisme de régulation du trafic aérien est appelé gestion des courants de trafic aérien ou Air Traffic Flow Management (ATFM).

### **I.4.2. Objectifs :**

La régulation vise à traiter les problèmes de surcharge en intervenant en amont du processus (généralement avant que les avions ne quittent le sol). Son objectif principal est de prévenir les situations de dépassement, plus précisément :

- Envers les services ATC l'objectif est de lisser l'écoulement du trafic et de protéger les contrôleurs aériens des surcharges ;
- Envers les opérateurs aériens (Aircraft Operators : AOs), l'objectif est d'aider à la planification des vols et de minimiser les surcoûts (problèmes de retards) liés à la congestion.

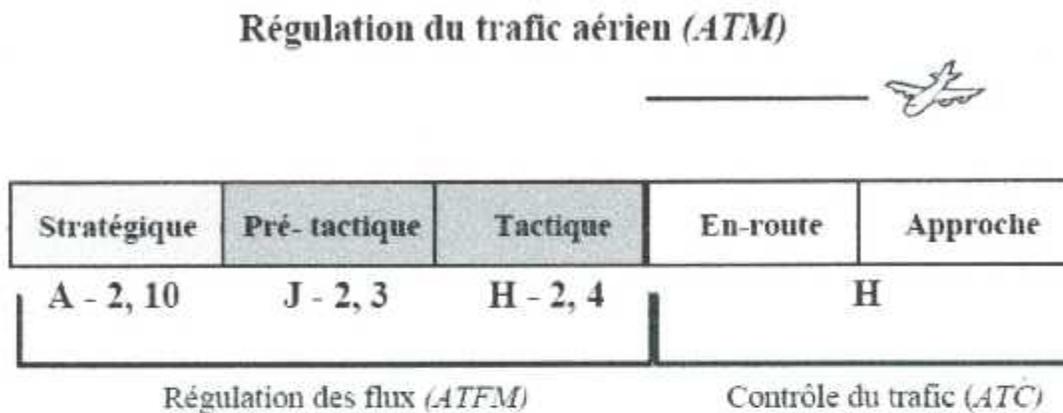
### **I.4.3 Les phases de l'ATFM :**

L'ATFM comporte trois phases qui s'enchaînent chronologiquement.

Une phase stratégique qui consiste à définir un schéma général d'orientation du trafic en fonction des flux ;

Une phase pré tactique qui donne lieu à l'établissement de mesures de régulations déterminées en fonction des capacités de contrôle en route en plus du suivi de la situation de trafic prévue;

Une phase tactique dont la fonction est d'assurer le suivi en temps réel du plan de régulation défini lors de la phase pré tactique et de la situation de trafic prévu à court terme.



**Figure I.3 :** Positionnement de la régulation des flux (ATFM) dans le processus global de Régulation du trafic (ATM).

Les mesures de régulations planifiées en phase pré tactique et exécutées en tactique n'interviennent que lorsque le trafic prévu excède la capacité de l'ATC ; l'objectif des mesures de régulations qui sont alors définies est de limiter le nombre d'avions présents sur un secteur donné, tout en assurant une fluidité optimale du trafic, c'est-à-dire que la charge de trafic du secteur sera maintenue à la limite maximale de la capacité aussi longtemps que nécessaire.

### **I.PHASE STRATEGIQUE :**

Elle est réalisée en liaison avec l'ATC et les exploitants d'aéronefs .elle consistent à examiner la demande pour la prochaine saison, et à évaluer où et quand la demande sera susceptible de dépasser la capacité ATC disponible et à travailler à résoudre le déséquilibre :

- En prenant des dispositions avec l'autorité ATC pour offrir une capacité suffisante à l'endroit et au moment voulus (nous verrons plus loin les différentes techniques qui permettent d'augmenter la capacité) ;
- En réacheminant certains courants de trafic (orientation du trafic) ;
- En établissant ou révisant comme il convient les horaires de vols ;
- En déterminant la nécessité de mesures ATFM tactiques.

Aux endroits où il a été prévu d'introduire un dispositif d'orientation du trafic (Traffic Orientation Scheme : TOS) les routes devraient dans la mesure du possible réduire au minimum les pénalités de temps et de distance pour les vols concernés et permettre un certain degré de souplesse dans le choix des routes, en particulier pour les vols long-courriers.

Lorsqu'il a été convenu d'un TOS, les détails devront être publiés.

## **II .PHASE PRETACTIQUE :**

L'objectif de cette phase est de prendre des mesures préventives afin d'éviter toute surcharge de secteur, basée sur une analyse du trafic passé (journée de référence  $j-n \ll 1 < n < 7j \gg$ ), de l'activité militaire planifiée et du nombre de secteurs ouvrables.

C'est lors de cette phase que le plan stratégique sera affiné, à lumière des données actualisées sur la demande. Au cours de cette phase :

- certains courants de trafic peuvent être réacheminés ;
- des routes de délestage peuvent faire l'objet d'une coordination;
- des mesures tactiques seront décidées ;
- des précisions pour le plan ATFM du lendemain devraient être publiées et mises à la disposition de tous les intéressés.

### **III.PHASE TACTIQUE :**

Son objectif est d'assurer en temps réel, une charge de trafic gérable par les contrôleurs ;  
Les opérations ATFM tactiques devraient consister :

- Exécuter les mesures tactiques convenues afin de réduire et régulariser le courant de trafic là où la demande aurait autrement dépassé la capacité ;
  
- Surveiller l'évolution de l'état de la circulation aérienne pour s'assurer que les mesures ATFM appliquées aient l'effet désiré et prendre des mesures correctives si de long retards sont signalés comme des mesures de réacheminement du trafic ou d'attribution de niveaux de vol, de façon à utiliser au maximum la capacité ATC disponible.

#### **I.4.4.Raisons engendrant l'encombrement de l'espace aérien :**

Parmi Les causes qui rendent l'écoulement non optimal on a : des conditions météorologiques imprévues, des besoins non compatibles des utilisateurs, ainsi que les limitations des systèmes de navigation.

Les périodes de temps où la demande dépasse la capacité est du aussi aux encombrements dans la circulation aérienne qui sont spécifiées comme suit au doc OACI

9426 :

- Accumulation du trafic aérien au cours de certaines périodes de l'année et aussi à certains moments de la semaine et 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 du trafic ;
- Préavis insuffisant (aux organes ATC) de demandes prévisibles de trafic qui risquent de surcharger le système en certains points, dans certaines 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 acceptable pour les exploitants d'aéronefs, tant du point de vue opérationnelle que du point de vue économique.

#### **I.4.5. Le service ATFM :**

Le service ATFM est un service auxiliaire au service ATC, il sert à aider l'ATC à assurer un écoulement optimal de la circulation dans certaines régions à fort trafic, pendant les périodes de temps où la demande dépassera ou qu'il est prévu qu'elle va dépasser la capacité disponible du système ATC.

Dans ces cas de risques de saturation des secteurs de contrôle, des mesures correctives sont prises sous forme régulations de trafic qui se traduisent par des délais ou des déroutements.

Les régulations ATFM effectuées dans chaque FIR, affectent les FIRs limitrophes et augmentent les retards de la circulation du trafic aérien international et désorganisent le fonctionnement des centres adjacents. Pour remédier à cela l'OACI recommande de redoubler d'efforts dans le domaine de la coordination, ou mieux encore de mettre en place un service ATFM centralisé prenant en charge les préoccupations de plusieurs FIRs à la fois.

#### **Vols exemptés de mesures ATFM :**

Comme citer dans le document OACI 9426, les types de vols ci-après sont exemptés des mesures de régulation ATFM :

- Vols en situation d'urgence, y compris les vols qui sont l'objet d'un acte d'intervention illicite ;

Vols effectués à des fins humanitaires;

Vols effectués à des fins médicales et expressément déclarés par des autorités médicales ;

Vols effectués pour des missions de recherche et de sauvetage ;

Vols avec statut de "chef d'état" ;

Autres vols expressément demandés par des pouvoirs publics.

### **I.5. Organisation du travail en salle opérationnelle du CCR Alger :**

La FIR Alger est divisée en huit secteurs de contrôle, le sud sud, sud centre, sud ouest, sud est, nord est, nord ouest, nord centre inférieur et supérieur.

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.

Le secteur est placé sous la responsabilité de deux contrôleurs : un contrôleur exécutif responsable de la détection et de la résolution de conflits ainsi que des communications air-sol ; et un contrôleur assistant chargé des coordinations et d'apporter toutes aide nécessaire au contrôleur exécutif.

Le contrôle en route est assisté par un système de gestion de trafic automatisé nommé EUROCAT. Il permet de fusionner (corrélér) les données radar, les données plan de vol, ainsi que les données de report de positions des avions (actualisation des profils de vols), cela permet de déterminer avec précision la position réelle de l'avion, afin de prévoir et identifier les éventuels conflits, et présenter au contrôleur l'alarme adéquate pour attirer son attention.

A l'aide de ce système le contrôleur dispose d'une image radar qui lui permet de visualiser la situation de trafic dans son secteur. Pour lui faciliter encore plus la tâche la notion de couleur a été introduite afin de trier les différents vols par exemple le trafic en vert représente le trafic qui est sous sa juridiction (sous sa responsabilité) , celui en bleu représente les vols coordonnés ..... etc.

La tâche de coordination entre secteurs ou entre CCR voisins est aussi automatisée, cela permet de réduire les communications entre eux et réduit considérablement leur charge de travail.

Grâce à ce système, les comptes rendus de positions sont fortement réduits, cela veut dire que le contrôleur n'a plus besoin de demander fréquemment aux pilotes leur positions car les informations nécessaires pour assurer leur sécurité sont affichées à l'écran sous forme d'un symbole de position et d'une étiquette qui contient l'identification de l'avion, son niveau de vol actuel, le niveau de vol demandé évidemment cela n'empêche pas qu'au besoin, il contactera le pilote pour plus d'informations.

Les formes des symboles utilisés pour désigner l'aéronef, nous renseigne sur le type de position affichée par exemple le petit cercle représente la position radar réelle, par contre le petit carré représente la position estimée calculée à partir des données plan de vol.

Nous pouvons constater donc que l'acquisition de ce système a permis de réduire considérablement la charge de travail des contrôleurs, même si le contrôle radar n'est pas encore introduit.

Rappelons ici que le CCR d'Alger (ainsi que tous les autres organismes ATC Algériens) continue à utiliser le contrôle aux procédures classiques. Le passage au contrôle radar aurait permis de diminuer les séparations entre aéronefs et donc d'augmenter les capacités des secteurs.

Dans la salle, on retrouve aussi la position de chef de salle plus connu sous le nom de position de chef de quart, qui a la responsabilité de la gestion de la salle c'est à dire le choix des configurations des secteurs (le regroupement et le dégroupement de ces derniers) par exemple lorsque il y a peu de trafic, le chef de salle peut regrouper deux secteurs dans une seule position de contrôle. Il surveille aussi les différentes positions de contrôle et peut intervenir sur l'une d'elle si cela est nécessaire.

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

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

Le CCR reçoit aussi les messages envoyés par RSFTA (réseau des services fixes des télécommunications aéronautiques) qui concernent le contrôle, par exemple message (NOTAM) de piste fermée, de panne d'une installation aéronautique ( VOR, NDB... ), amendement ou annulation d'un plan de vol.....etc.

Une position militaire de coordination des vols en COM (circulation opérationnelle militaire) avec les vols effectués en CAG (circulation aérienne générale).

Une position FMP, cette position FMP ne peut faire de régulations comme les FMP européenne, car elle est passive. Elle ne sert qu'à gérer les messages de régulations qui sont imposés au trafic Algérien qui doit entrer ou transiter dans l'espace Européen.

## Conclusion

L'étude de la toxicité d'une plante médicinale (*Aristolochia longa* L.), et l'identification des deux acides aristolochiques qui sont responsables de sa toxicité.

Dans ce but nous avons fait des extractions par des différentes méthodes, puis faire l'identification de ces deux AA dans la poudre fraîche de la plante et dans la concrète. On a obtenu des résultats qui confirment l'existence des deux AA dans les différentes parties de la plante.

Des essais de toxicité menée sur des souris de laboratoire a été fait pour confirmer la toxicité de la plante.

Les résultats de ces essais nous permettent de dire que la plante devient toxique lorsqu'on dépasse certaine concentration.

On a testé aussi l'effet anti microbienne des poudres fraîches de la plante sur quelque souche microbiennes, l'effet anti microbienne de la plante est positif sur quelques microbes étudiés.

# CHAPITRE 02 : CREATION DU SERVICE ATEMI

### II.1. tâches essentielles du service ATFM :

Il est utile de rappeler les tâches essentielles du service ATFM telle que définit par L' OACI dans le document 9426 :

- 1) collecte et compilation des données sur l'infrastructure de la navigation aérienne et sur les capacités du système ATS et d'aérodromes sélectionnés dans la zone ATFM, y compris capacités des pistes, des voies de circulation et des points d'embarquements. cela recouvre les zones où risquent de se poser des problèmes d'acheminement du trafic.
- 2) Collecte et analyse des données sur toutes les opérations aériennes contrôlées qui sont prévues à destination et en provenance de la zone ATFM ainsi qu'à travers cette zone.
- 3) Détermination d'un panorama cohérent de la demande de trafic prévue y compris trafic ad hoc prévisible, comparaison avec la capacité disponible et identification de zone et périodes de temps dans lesquelles risquent de se situer des volumes de trafic critiques ;
- 4) Coordination avec les autorités ATS compétente en vue de déployer tous les efforts possibles pour augmenter la capacité ATC disponible dans les cas où cela sera nécessaire. Dans certaines situations il pourrait être avantageux d'instituer des comités nationaux et locaux de planification avec des représentants des autorités ATS et aéroportuaires nationales ainsi que des représentants des exploitants nationaux et internationaux. pareils comités peuvent contribuer efficacement à réduire l'impact des périodes de crête de la demande ;
- 5) Lorsqu'il n'est pas possible de remédier aux insuffisances de la capacité ATC ,détermination et application en temps opportun de mesures tactiques coordonnées dans toute la zone ATFM selon les besoins , et avec les exploitants d'aéronefs et D'aérodromes concernés.

## II.2. Base de données environnement :

Une base de données environnement doit être créée. Cette base de données doit contenir des informations précises, sûres, à jour, et ayant un caractère officiel. On procédera préalablement à l'utilisation de toute donnée à sa vérification, authentification puis validation.

### 1) But :

Le but de cette base de données est d'assurer une représentation complète et précise de l'environnement de la région de contrôle.

Cette représentation sera disponible en tout temps pour le bon fonctionnement du service ATFM.

### Remarque :

En plus des données de la FIR Alger, les données concernant les secteurs limitrophes appartenant aux FIRs adjacentes seront pris en compte dans la base de données.

### 1) sources de données :

*- Données AIP extraites de la publication d'information aéronautique :*

Toutes les données nécessaires ayant un caractère durable exp : réseau de routes, infrastructures, aides à la navigation, sectorisation ATC seront extraites de l'AIP qui constitue la source d'information fondamentale pour l'information permanente et les modifications de longue durée.

*- Données non AIP :*

D'autres sources fournissent des informations et données nécessaires à la sécurité comme les NOTAMs, AIC, renseignements provenant des exploitants des aéronefs.

**2) type de données environnement :**

- Les données de base relatives à l'infrastructure de l'espace aérien civil (comme les routes ATS, points significatifs, SIDs et les STARS).
- Description détaillée de l'organisation de l'espace aérien (division de l'espace aérien : zones réglementées, zones militaires.....).

**3) paramètre temps :**

*- Données à caractère non urgent :*

La diffusion de données obéit au cycle AIRAC qui est un système qui a pour but la notification à l'avance sur la base de dates communes la mise en vigueur de circonstances impliquant des changements importants dans les pratiques d'exploitation, autrement dit toutes les nouvelles données ou changements importants seront intégrés dans la base de données environnement, cela permet de mettre à jour la base durant chaque cycle AIRAC (28 jours).

Cependant l'OACI recommande une notification concernant les changements majeurs de 56 jours (2 cycle AIRAC) précèdent la date d'entrée en vigueur. Ces informations sont en général envoyées par courrier postal.

*- Données à caractère urgent :*

L'obtention des données au moment opportun pour l'exploitation est un élément décisif pour la sécurité des aéronefs.

En effet, les données doivent être transmises à temps particulièrement les informations à caractère temporaire et à courte durée ; dans un soucis d'acheminement rapide de l'information, ce type de données sera acheminé par les moyens suivants : le réseau RSFTA, le téléphone, le fax, les mails... etc.

#### 4) Classification des données :

Les données sont classifiées comme suit :

- a) données statiques.
- b) données semi dynamiques.
- c) Données dynamiques.

##### *a) Données statiques :*

Les données statiques sont des données qui ont un caractère durable. c'ad qu'elles changent très rarement. Elles doivent être créées, modifiées, ou effacées bien avant la date d'effet du NOTAM AIRAC dont elles font l'objet.

Exemple :

- les frontières physiques d'un secteur dans un ACC.
- Coordonnées d'un aérodrome.

##### *b) Données semi dynamiques :*

Ce sont des données modifiées assez fréquemment, elles peuvent être ajoutées durant un cycle AIRAC.

Exemple :

Une SID utilisée pendant un événement spéciale sur un aérodrome (Show aérien) et qui est publiée à brève échéance et approuvée pour des opérations tactiques.

Cependant, les données peuvent être effacées ou modifiées durant un cycle AIRAC ; en ce cas les mêmes restrictions s'appliquent pour des données statiques.

##### *c) Données dynamiques :*

Elles peuvent être effacées, modifiées ou ajoutées en ligne. Ce sont des données qui changent fréquemment en raison des exigences opérationnelles. Exp : piste en service sur un aéroport.

• **La capacité :**

La capacité a été définie comme suit dans le document 4444 de l'OACI :

“ C'est le nombre maximale d'aéronefs qui peuvent être acceptés au cours d'une période donnée dans l'espace aérien ou à l'aéroport concerné”.

L'attention doit être attirée sur la confusion qui est généralement faite entre la capacité et la charge instantanée de trafic dans un secteur de contrôle.

• *But de l'estimation de la capacité :*

La capacité des secteurs de contrôle ou de poste de travail ATC doit être calculé pour deux raisons :

1-à pour la planification à long terme :

La nécessité d'avoir un avertissement suffisamment à l'avance de toute insuffisance future de la capacité, révélée par les prévisions de trafic.

2-à court terme :

Il est impératif de connaître la capacité dans le but d'avoir une référence à laquelle on pourra comparer la charge de trafic prévue à court terme et décider, le cas échéant, de la mesure de régulation à prendre ; afin de pouvoir limiter la circulation aérienne à un niveau qui ne surchargera pas le système et ne pénalisera pas excessivement les exploitants.

• **Méthodes de calcul de la capacité :**

Jusqu'à nos jours, il n'existe aucune méthode exacte de calcul de la capacité. D'ailleurs l'OACI ne recommande aucune méthode particulière, ce limitant dans ses documents à la présentation des méthodes d'estimation de la capacité du Royaume uni et de l'Allemagne.

En effet, beaucoup de travaux ont été consacré à l'étude de la méthode d'estimation de la capacité, particulièrement les travaux effectués par la direction de recherche et d'analyse des opérations du royaume uni méthodologie DORATASK et les travaux effectués en Allemagne qui ont abouti à la méthode MBB.

Les deux méthodes portent essentiellement sur la mesure du temps totale disponible.

#### *Méthode DORATASK :*

Les activités DORATASK étaient axées sur l'évaluation du volume de travail du contrôleur radar ; il s'agissait de faire la somme du temps passé à des tâches (observable) de routine et de résolution de conflit d'une part et à des tâches de planification (non observable) d'autre part .

Outre ces deux éléments, il y avait un troisième élément un temps de récupération, ce temps correspondait à la proportion minimale du temps non consacré à des tâches spécifiées mais jugé indispensable pour la sécurité dans le secteur.

**Le temps de contrôle = temps tâche observable + temps tâche non observable + temps de récupération**

Les tâches observables sont celles qui peuvent aisément être enregistrées et chronométrées par un observateur extérieur.

Les tâches non observables sont celles qui sont exécutées presque de façon continue par le contrôleur très occupé en parallèle avec les tâches observables et qui en générale ne peuvent être directement enregistrées ou chronométrés par l'observateur.

Le volume de travail mesuré dans un secteur donné et par un échantillon de trafic est la somme de temps de travail observable et non observable.

Le volume de travail de tâches de routine a été évalué, en affectant les aéronefs à l'un des profils de vol normalisés pour la traversée du secteur ; y sont associées des séquences fixes de tâches, par conséquent un temps d'exécution de tâches.

Le volume de travail de routine durant une heure d'observation dépend uniquement du nombre d'aéronefs qui dans chaque profils de vol pénètrent dans le secteur.

Le volume de travail de résolution de conflits toute fois, augmente au cours d'une période de trafic de pointe par distinction avec un écoulement normale.

Le volume de travail non observable a été déterminé au moyen de calcul pour chaque aéronef à l'intérieur du secteur ; du nombre de fiches qu'il engendre ou du nombre d'autres fiches déjà présentés sur les tableaux qu'il faut vérifier par rapport à cette aéronef.

Lorsqu'il est initialement confié au contrôleur radar, ce nombre de vérifications a ensuite été multiplié par un temps de vérification a ensuite été multiplié par un temps de vérification de fiche et l'on a ainsi obtenu le volume de travail totale non observable.

Les conclusions ont abouti à : "le volume de travail moyen au niveau de la capacité doit être au dessus de 80% et des volumes de travail de 90% ne doivent pas être dépassées plus de 2.5% du temps"

#### **Avantage de la méthode :**

Elle est la seule méthode qui se préoccupe de la charge supportée par le contrôleur et de sa répartition dans le temps.

#### **Inconvénients :**

Elle est très lourde et très coûteuse à mettre en œuvre car il faut mobiliser des contrôleurs pour relever l'état de la situation toutes les 2 minutes.

#### *Méthode MBB : (Messerschmidt, Bolkow, Blohm)*

Tout avion qui pénètre dans un espace contrôlé en IFR génère une certaine quantité de travail pour le contrôleur en charge de cet espace, cette quantité de travail peut être mesurer en unités de travail (Units of Works).

Le principe de la méthode est basé sur la quantification du volume de travail d'un poste de contrôleur radar.

On premier lieu, il faut calculer le nombre d'UW, on va utiliser une échelle de quantité de travail établie par un étudiant nommée BAR ATID ARAD, qui effectué une recherche sur la mesure des charges de contrôles.

UW= un survol, sans changement de FL, sans conflit, FPL connu, sans demande d'informations météo, ... etc.

On multiplie ensuite cette quantité selon la complexité du trafic par un coefficient multiplicateur c, appelée coefficient de complexité. (le c change selon le type de vol et selon la phase de vol).

On second lieu, pour mesurer la quantité de travail engendrée par un vol indépendamment du secteur dont on cherche à calculer la capacité, on va mesurer le temps nécessaire pour chaque tâche :

- tâche relatives à la fréquence.
- Toutes les autres tâches.

Le temps relatif à la fréquence est mesurable, tandis que pour les autres tâches il est difficile à mesurer puisque le contrôleur peut exécuter plusieurs tâches en parallèles.

MBB a fait l'hypothèse que *le temps de travail d'un contrôleur sur une position se répartit de manière égale en tâches relatives à la fréquence et en autres tâches.*

La suite de la méthode consiste à évaluer le nombre maximal d'avions qu'un contrôleur peut accepter pendant un intervalle de temps de 6mn. Le contrôleur sera donc saturé, lorsqu'il aura passé 3mn à la fréquence et 3mn à d'autres tâches.

D'après les mesures effectuées avec des contrôleurs allemands dont le temps moyen de fréquence pour 1UW est de 32s.

$$\begin{aligned} \text{Un contrôleur allemand peut accepter donc } & \frac{3 * 60s}{32s} = 5.6 \text{ UW / 6mn.} \\ & = 56 \text{ UW/ heure.} \end{aligned}$$

Mais il n'est pas raisonnable de croire qu'un contrôleur peut supporter la saturation pendant un laps de temps 10 fois plus long, ni durant toute la journée.

Pour cela, des ajustements ont été apportés et une valeur plus faible a été proposée pour la quantité de travail indépendante du secteur :  $K = 50$  UW qui correspond à un temps de fréquence égale à 36s et correspond à 100 % de la capacité.

Pour conclure, MBB recommande dans le but d'établir une prévision de capacité offerte ; de prendre 70 % pendant 3 heures de pointe et 60 % le reste du temps.

#### **Avantage de la méthode :**

Les résultats obtenus sont fiables pour des temps moyen de transit compris entre 7mn et 17mn.

#### **Inconvénients de la méthode :**

Très coûteuse et très lourde à mettre en œuvre et jugée trop théorique pour être applicable par les contrôleurs.

#### **• Mesures destinées à augmenter la capacité ATC :**

Augmenter la capacité, c'est mettre en œuvre des moyens permettant de prendre en charge plus d'avions dans l'espace contrôlé.

- prendre toutes les mesures raisonnables afin d'exploiter totalement la capacité existante.
- Elaborer des plans pour accroître la capacité du système ATC la ou c'est nécessaire exemple : avoir des SIDs et STARs efficaces, routes IFR et VFR séparé.
- Mieux utiliser la capacité existante exemple : moderniser la technologie grâce au système CNS, améliorer l'utilisation des pistes, RVSM.

- Elaborer des lettres d'ententes entre états adjacents pour une meilleure coordination et transfert de contrôle par exemple : concevoir la sectorisation indépendamment des limites artificielles que les frontières existantes.
- Elaborer des procédures entre organes pour améliorer la gestion des courants de trafic.
- La construction de nouveaux aéroports, de nouvelles pistes et de nouvelles aérogares, ou par l'agrandissement de ceux qui existent déjà.
- Tirer parti au maximum des technologies de traitement de l'information.
- Engager plus de personnels.
- Améliorer les méthodes de travail existantes.

• **Les capacités des secteurs de contrôle du CCR Alger :**

Vu le volume de trafic traité par les organes de contrôle, les capacités des secteurs de contrôle du CCR Alger et des A/D (et des pistes), la nécessité de faire une étude pour évaluation n'a pas été ressentie.

Mais, vu que ce volume de trafic augmente d'année en année dans des proportions assez importantes, et que les perspectives économiques laissent entrevoir à moyen terme une augmentation encore plus accentuée, il est parfaitement justifié de procéder à l'évaluation de ces capacités qui sont des éléments de base dans la comparaison qui conduit ou non au déclenchement d'une action de régulation.

Exemple : nous allons montrer dans cet exemple la façon de représenter la capacité. (Sous forme de tableaux).

NB : Ces valeurs sont purement fictives et ne sont en aucun cas réelles.

	00-01h	01-02h	02-03h	03-04h	04-05h	05-06h	06-07h	07-08h	08-09h	09-10h	10-11h
SS	35	45	45	45	30	25	20	20	22	22	30
SW	15	15	15	15	15	20	20	20	30	30	25
AI	10	10	15	15	20	20	20	25	25	25	25
AS	20	20	23	23	13	13	16	16	25	25	25
NE	15	15	15	15	15	20	20	23	23	23	25
NW	13	13	13	13	13	13	13	20	20	20	20
DAAG	10	10	10	10	10	13	13	15	15	25	25
DAOO	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

- Tableau représentant les capacités horaires -

**NB :** Les tableaux devraient être représentés sur les 24 tranches horaires, et celui-ci ne représente qu'une illustration.

### **II.3. Collecte des données sur les opérations aériennes :**

#### **Objectif :**

Déterminer la demande prévisionnelle lors des phases stratégiques ou pré tactiques et de la demande réelle du trafic lors de la phase tactique.

#### **II.3.1. collecte des données :**

##### *a) Demande prévisionnelle de trafic (phase stratégique et pré tactique) :*

###### **- Plan de vol répétitif**

cela concerne les plans de vols planifiés à l'avance qui se répètent fréquemment avec des caractéristiques identiques, les RPLs sont déposés par les exploitants et conservés durant un laps de temps bien spécifié par les organes ATS. Cela permet la réduction du nombre de FPL déposé et de diminuer la charge de travail mais surtout de disposer de données bien à l'avance pour la planification.

Pour cela une base de données RPLs bien propre au service ATFM sera crée afin de pouvoir collecter et utiliser les données bien à l'avance pour la planification et la prévision des vols.

###### **- Programme de prévisions des vols des compagnies :**

Les données prévisionnelles peuvent être extraite des programmes de prévisions des vols des compagnies. Les compagnies aériennes déposent généralement leurs prévisions pour les saisons à venir par exemple : pour la saison estivale cela permet d'estimer, le nombre de vols prévus et éventuellement de préparer les mesures à prendre pour faire face à une forte demande.

- les archives :

une base de données archive sera créée pour le service ATFM, elle comprendra tout les vols ayant été effectués ainsi que les mesures de régulations appliquées, ce qui permettra d'évaluer l'efficacité des mesures et actions prises.

Cette base sera également utilisée pour la préparation des phases stratégique et pré tactique et cela en prenant compte le pourcentage de vols non réguliers empruntant l'espace aérien des vols réguliers dont on ne reçoit pas les plans de vols à temps.

Ce pourcentage est statistiquement non négligeable et devra être pris en compte afin qu'il n'y ait pas un grand écart entre la demande prévisionnelle et la demande réelle.

*b) demande réelle du trafic (phase tactique) :*

- Plans de vols déposés :

Avant que l'aéronef n'effectue son vol, il doit déposer un plan de vol au bureau de piste. Ces plans de vols déposés arrivent au service au service de contrôle en même temps qu'au service ATFM.

Le régulateur pourra en tirer les informations nécessaires comme l'heure de départ, les secteurs de passage, les FLs ... etc. Ainsi il aura une idée plus précise sur la demande réelle du trafic au jour j.

- Liste des plans de vols répétitifs :

Ce sont les mêmes plans de vols répétitifs utilisés durant la phase stratégique et pré tactique mais bien évidemment avec d'éventuel modifications, annulations ou amendements.

- Pourcentage d'ajustement :

- Les vols dont les plans de vols ne parviennent pas aux services de contrôle.
- Les vols non réguliers.
- Les vols exemptés de mesures de régulations.

## **II.4 représentation de la situation de trafic prévue :**

### **II.4-1. en phase stratégique et pré tactique :**

Après la collecte de données et leur analyse une étude comparative devra être faite, cela permettra une construction d'un modèle plausible mais nécessairement approximatif de la situation de trafic prévue.

Cette étude comparative sera faite être la demande prévisionnelle de trafic d'une part, et les capacités théoriques des services ATS d'autre part, permettant ainsi de diagnostiquer les périodes de dépassement des capacités des services de contrôle.

### **II.4-2. en phase tactique :**

En raisons des conditions du jour  $j$ , les capacités théoriques seront ajustés afin de donner lieu aux capacités actuelles ou réelles.

La demande réelle ayant été elle aussi ajustée en fonction des pourcentage d'ajustements.

En conséquences, durant cette phase les tableaux comparatifs entre la demande réelle et les capacités actuelles seront beaucoup plus précis et plus faibles, ce qui engendrera l'établissement des listes de vols pour chaque tranche horaire.

Par la suite, des tableaux de compte de trafic (nombre de vols) seront établis dont l'objectif est la comparaison des chiffres de chaque tranche horaire par rapport à la capacité du secteur concerné.

L'établissement de ces tableaux aboutira à faire ressortir le nombre de vols au dessus de la capacité et nécessité donc l'application d'une régulation.

## **II.5. La coordination :**

La coordination est un élément essentiel pour le bon fonctionnement du service ATFM ou les principaux acteurs (AO, ATC, staff ATFM) devront participer au processus de gestion des courants de trafic aérien, car la participation, le partage d'informations et l'accord commun sur les meilleures solutions atténuent considérablement les problèmes rencontrés.

### **• Phase stratégique**

#### **But :**

Déterminer des que possible, les divergences potentielles entre la demande de trafic et la capacité et définir les solutions concertées qui auront des conséquences minimales sur l'ATFM.

- Dialogue entre les différents partenaires exemple : CCR, ATFM.
- Dialogue avec les fournisseurs de capacités : les aéroports, les ATC, espace aérien.

#### **Résultat :**

Liste des scénarios exemple : accessibilité des routes, disponibilité de l'espace aérien, les schémas de configuration des secteurs.

### **• Phase pré tactique :( anticipation)**

#### **Objectif :**

Optimiser la capacité grâce à une organisation plus rationnelle des ressources en fonction de la demande de trafic prévue, gestion des configurations des secteurs.

Porter à la connaissance du CCR les pics de trafic, les secteurs chargés et les périodes de surcharge.

Adapter les scénarios élaborés en stratégie selon la situation attendue.

**Résultat :**

Un plan décrivant la capacité requise et les mesures de régulation qu'ils restent à prendre.

**• Phase tactique :( réaction)**

**Objectif :**

Minimiser les incidences des perturbations et d'exploitation toutes les possibilités qui s'offrent.

- Affiner le plan à cause des problèmes d'effectifs, de phénomènes météorologiques particuliers, opportunités ou restrictions inattendue au niveau d'infrastructures sol ou spatiale, crise ou événement exceptionnel.
- Suivre de l'application des mesures de régulations qui sont éventuellement décidé en vue d'en vérifier l'efficacité.
- Procéder à des ajustements.

## **II.6. Décisions concernant l'application des mesures de régulations :**

Dans le point précédent, nous avons passé en revue les efforts de coordination qui sont effectués par le staff ATFM, en direction des compagnies aériennes et des services ATC, en vue de réaliser l'équilibre entre la demande de trafic et la capacité disponible ou du moins limiter les dépassement de capacités dans des proportions acceptables sans recourir à des pénalisations du trafic, tout en maintenant un haut niveau de sécurité.

Dans le cas où la coordination n'a pas permis d'atteindre ces objectifs, le service ATFM étudiera les mesures de régulations les plus adaptées à la situation de façon à trouver un compromis entre tous les partenaires.

**NB :** Le type de régulation et leur application seront expliqués dans le chapitre suivant.

# CHAPITRE 03 : FONCTIONNEMENT DU SERVICE ATFM

### III.1. Structure du service ATFM :

#### III.1.1. Base se données environnement :

Comme, il a été exposé au chapitre précédent, la base de données environnement constitue un des éléments de base pour le fonctionnement du service ATFM.

Elle sera constituée de fichiers comprenant chacun des données relatives à une des parties constituant l'infrastructure de la navigation aérienne, comme détaillé ci-dessus.

Les fichiers seront constitués à partir des données dans l'AIP ou à partir d'autres sources (AIC, NOTAM, ...) comme exposé au chapitre précédent.

- *Fichier aérodromes* : il comprendra les caractéristiques suivantes
  - nom des aérodromes.
  - points de références des aérodromes : latitudes, longitudes, altitudes.
  - pistes : orientations, dimensions, portances, cadences de départ et d'arrivée.
  
- *Fichier aides à la navigation* :
  - nom, indicatif, et type d'aide.
  - coordonnées géographiques.
  - fréquences.
  
- *Fichier routes aériennes et procédures SIDs et STARs (tableaux et cartes)*
  - dénomination (code alphanumérique).
  - orientations des segments.
  - longueurs et largeurs des segments.
  - niveau de vol utilisable (pairs et impairs).
  - plafond et plancher.
  
- *Fichier points significatifs* :
  - Dénomination.
  - Les coordonnées géographiques.

- *Fichier sectorisation*

- Cartes de la division de l'espace aérien incluant les limites latérales et verticales de la FIR et des secteurs de contrôle.

- *Fichier capacités*

- Tableaux contenant les valeurs des capacités pour chaque tranche horaire. Pour chaque secteur de contrôle et aéroport concerné.

**Mise à jour de la base de données environnement :**

Dans l'optique de disposer de toutes les informations destinées au centre de contrôle régional et de maintenir à jour les données, la liaison RSFTA du CCR doit également aboutir au service ATFM (connexion en Y).

De ce fait, le service ATFM pourra alimenter et mettre à jour sa base de données et rester au même niveau d'information que le CCR.

En outre, le service ATFM doit recevoir toutes les mises à jour de l'AIP ainsi que les AIC ou autres documents destinés au CCR.

La mise à niveau de la capacité, se fera sur la base de données, fournies par le CCR et les aéroports, sous forme de formulaire contenant les valeurs de la capacité pour chaque tranche horaire. (Voir figure n° ).

La révision de ces données se fera quotidiennement ou hebdomadairement en fonction de la stabilité des équipements, des effectifs, etc. Ceci étant arrêté d'un commun accord entre le service ATFM et les organismes de contrôle.

**Procédures de modification de la capacité :**

Le calcul doit être fait en collaboration avec chaque service ATC. Au cas où des circonstances imprévues nécessitent une modification moyenne de la capacité.

L'organisme concerné en informera immédiatement le service ATFM par le moyen approprié (téléphone, fax, ..).

### III.1.2. Base de données plans de vols :

Cette base de données comprendra la liste des plans de vols déposés au fur et à mesure de leur réception qui iront s'ajouter au plans de vols répétitifs déjà introduits les plans de vols seront classés selon leur ETD ( estimated take of departure) ;

Pour une même ETD : le premier plan de vol reçu sera classé en premier.

Les plans de vols seront classés dans des listes, elles mêmes classées par tranche horaire pour faciliter le travail d'analyse et de comparaison aux capacités et au trafic prévisionnelle.

Les messages de révisions, de changements, ou de délais modifiant l'ETD d'un plan de vol entraîneront le reclassement du plan de vol concerné dans la tranche horaire appropriée.

### III.1.3. Base de données archives :

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, il est de la première importance de disposer d'une base de données dans laquelle seront enregistrées les données concernant les situations de trafic vécues.

Cette base de données sera constituée d'au moins trois fichiers :

-*Le premier* : sera présenté sous la forme d'un tableau comportant les dates, le nombre, les listes et type de vol effectués.

Ces données seront classées par secteur et par tranche horaire de manière à faciliter l'accès aux données souhaitées par le préparateur ATFM.

- *Le second fichier* : sera un recueil des messages ATFM (information ou régulation) envoyés vers les opérateurs aériens ou les autres service de contrôle.

*-Le troisième fichier* : vu l'importance du fichier capacité dans l'analyse des situations vécues et dans l'activité de préparation de mesures de régulations.

Il est primordial de disposer d'un recueil des tableaux capacités secteurs qui ont été utilisés par le service ATFM, pour chaque journée.

#### **III.1.4. procédures complémentaires applicable en FIR Alger**

La mise en œuvre d'un service ATFM nécessite certains ajustements en matière de procédures réglementaires.

En effet le travail de collecte de données, d'analyse et de régulation ne peut se faire sans la contribution des usagers de l'espace aérien.

Ces ajustements concerneront notamment les points suivants :

*- Conditions de dépôt de plan de vol :*

Le délai de dépôt du FPL sera d'au moins deux heures avant l'ETD au lieu des trente minutes requises par l'OACI.

Cette mesure revêt un caractère essentiel car elle permettra au service ATFM de disposer assez tôt d'informations concernant le trafic prévisionnel basé sur des données réelles.

Par ailleurs, les compagnies aériennes seront sensibilisées pour privilégier le dépôt de liste RPL aussi souvent que cela est possible.

## III.2. Activités du service ATFM :

### III.2.1. Analyse des données et construction d'un modèle de la situation future :

Une fois les données nécessaires pour l'activité de préparation des régulations sont réunies, le préparateur entamera cette activité par l'analyse de ces données afin d'essayer de donner une première image du type de trafic auquel on peut s'attendre pour le jour  $j$ .

Pour ce faire, le préparateur doit sélectionner une journée de référence qui approximera au mieux les caractéristiques du jour  $j$ .

Généralement, il reprend les données de trafic réellement passé à  $j-7$  à cause de plusieurs critères :

- *Périodicité des caractéristiques du trafic pour un même jour d'une semaine à l'autre* : on retrouve généralement (sauf événement exceptionnel) un type de trafic similaire d'une semaine à l'autre pour une même journée ; si le jour  $J$  est un Lundi on prendra généralement un autre Lundi comme jour de référence.

- *Similitude du trafic pour une même période dans l'année* : la forme et l'amplitude des variations du trafic au cours de l'année peuvent être importantes (plus ou moins selon les flux) mais sont connues des préparateurs. Ainsi pour préparer une journée de Mars on prendra plutôt comme journée de référence un jour du même mois, ou du mois précédent si l'on est au début du mois. Ce critère permet de tenir compte des évolutions de trafic au cours de l'année.

- *Prise en compte du contexte local d'une semaine sur l'autre* : certains événements particuliers non cycliques peuvent avoir une durée de vie de quelques semaines et affecter les caractéristiques du trafic (exemple : conflit dans une région d'une monde affectant le trafic civile).

Ces critères généraux lui permettent de sélectionner rapidement une journée de référence mais cela ne suffit pas vu que l'étape de construction du modèle de la situation future va déterminer en grande partie l'efficacité des mesures qui vont être prise par la suite.

Dans l'état actuel des choses, cet approfondissement du processus de sélection du jour de référence se fera par la prise en compte des informations statistiques (tendances d'évolution du trafic).

Ce sont essentiellement des données statistiques sur le trafic réellement passé au cours de l'année précédente, cela sous entend que ce sont des données relativement fiables.

Néanmoins, leur niveau de précision n'est pas toujours bien adapté aux besoins du préparateur. Une augmentation du trafic prévue sur un secteur peut être due à un flux particulier et non pas à une augmentation global du trafic sur le secteur.

Pour cela, il est nécessaire d'examiner d'autres éléments comme évolution du trafic sur les autres secteurs susceptibles d'être traversés par ce flux, et les données de trafic faisant apparaître les origines et les destinations.

### **III.2.2. Identification des périodes et zones de pics de trafic :**

Dans le but d'identifier les périodes durant les quelles des pics de trafic apparaîtront et éventuellement afin de prendre les mesures nécessaires pour lisser le trafic ;

Le préparateur confrontera le modèle de la future situation avec les capacités secteurs et relèvera les périodes de dépassement de ces capacités.

Ces périodes de dépassements devront être interprétait et leur origines identifier. L'interprétation sera faite selon un certains nombre d'éléments :

*- La nature du secteur pour lequel le dépassement (ou la zone critique) a été détecté :*

Chaque Secteur ou type de secteurs présente des caractéristiques spécifiques qui vont influencer sur l'interprétation et le traitement d'un dépassement. Un faible dépassement n'aura pas la même importance selon qu'il se produit dans un secteur identifié pour sa tolérance structurelle aux dépassements ou dans un secteur plus rigide.

*- L'heure du dépassement :*

Selon le moment de la journée un dépassement constaté sera expliqué différemment. Il est en effet possible de rapprocher une valeur de trafic particulière de variations récurrentes bien identifiées au cours de la journée. Ces variations constituent un modèle "normal" du trafic pour le jour considéré ; cette représentation va générer un certain nombre d'attentes chez le préparateur pour qui tout écart aux valeurs attendues va nécessiter une explication ad hoc nécessitant un diagnostic plus fin.

*- L'amplitude et la durée du dépassement :*

Selon son importance et sa durée un dépassement sera interprété différemment. Un faible dépassement sur un secteur habituellement chargé sera imputé à l'importance de la demande. Un dépassement anormalement fort (une fois écartées les explications en termes d'amélioration mise en place durant le suivi ou décidée à l'initiative d'un centre), sera rapproché d'hypothèses relatives à l'existence d'un trou dans le plan de régulation du jour de référence, à la survenue d'événements ponctuels imprévisibles dont l'effet s'est fait sentir sur une période de temps assez brève (passage de trafic militaire notamment), à un non respect massif des régulations par une ou plusieurs sources.

*- Les valeurs de trafic des périodes immédiatement antérieures et postérieures au dépassement :*

Ces informations permettent au préparateur de voir si le dépassement constaté constitue le point culminant d'une augmentation amorcée durant les heures précédentes ou s'il s'agit d'une pointe isolée qu'aucune évolution ne laissait présager. Les données relatives à la période immédiatement postérieure au dépassement permet également de juger du caractère ponctuel du phénomène observé ou de son retour plus ou moins progressif à des valeurs normales.

*- L'ensemble des événements proches passés :*

Certains faits survenus dans un proche passé vont participer à la définition d'un contexte général qui va pouvoir dans une certaine mesure expliquer une valeur inhabituelle de trafic (conditions météo, incidents techniques au niveau d'un centre de contrôle ou d'un aéroport, retombées au niveau du trafic d'une situation politique particulière dans un pays plus ou moins éloigné, changement constaté des habitudes quant aux destinations de vacances, orientation des routes transatlantiques...).

*- L'ensemble des événements proches passés :*

Certains faits survenus dans un proche passé vont participer à la définition d'un contexte général qui va pouvoir dans une certaine mesure expliquer une valeur inhabituelle de trafic (conditions météo, incidents techniques au niveau d'un centre de contrôle ou d'un aéroport, retombées au niveau du trafic d'une situation politique particulière dans un pays plus ou moins éloigné, changement constaté des habitudes quant aux destinations de vacances, orientation des routes transatlantiques...).

*- Les événements attendus :*

La connaissance par le préparateur de certains événements cycliques le conduit à anticiper l'effet de variations attendues de trafic au cours de l'année (reprise de trafic vers Pâques par exemple). A l'approche d'une période de modifications attendues, une donnée de trafic en hausse pourra être interprétée comme un indice d'entrée dans cette période.

### III.2.3. Choix et application des mesures de régulations :

Avant d'appliquer des régulations qui induisent des délais pour les aéronefs, il faut essayer de répartir au mieux les flux de trafic dans les différents secteurs dont l'objectif est d'organiser le trafic ce qui assure au contrôleur un premier filtre quant à la complexité du trafic à contrôler.

Ces mesures permettent d'alléger la charge des contrôleurs sans trop pénaliser les exploitants, et tout en essayant de limiter les régulations lorsque cela est rendu possible. Parmi ces mesures, on peut citer trois d'entre elles qui ont déjà fait leurs preuves :

- Le RR (re-routing).
- Le AR (alternative route).
- Le LC (level capping).

Le re-routing :

Lorsque le délai est important, le service ATFM recommande à l'exploitant une nouvelle route (avant que le vol ne décolle) permettant ainsi d'éviter un secteur chargé.

Si la compagnie juge que cela est dans son intérêt, elle acceptera l'offre

Sinon elle la refuse (l'exploitant est maître de la situation).

Alternative route :

Ce base sur le même principe que le re-routing c'ad qu'on propose une nouvelle route mais avec une contrainte quantitative.

Exemple : pas plus de n vols par heure.

Le level capping (niveau plafond)

Cette méthode propose un couple (aéroport de départ, aéroport de destination) permettant ainsi à tout moment de plafonner des flux en niveau sur une portion d'espace.

Autrement dit, elle permet de maintenir des vols dans des couches inférieures peu chargés en évitant donc les secteurs chargés dans des couches supérieures, la montée des vols sera assurés ultérieurement.

NB : cette méthode est valable dans les espaces aériens où il existe une division verticale de l'espace.

Cependant, si le préparateur juge que les mesures déjà prises ne suffisent pas, il devra dans ce cas appliqué des mesures plus restrictives. Il doit retarder les avions au sol (avant qu'ils ne décollent).

Il se retrouve donc dans l'obligation d'accepter un certain nombre d'aéronefs durant un laps de temps donnée, nommé le "taux d'acceptation".

Pour cela, il va diffuser des avis demandant aux exploitants et à toutes les personnes concernés par la régulation que les aéronefs seront espacés selon des intervalles prescrits par exemple : 2 aéronefs tout les 10 minutes.

(Les compagnies et les organismes de la circulation aérienne adjacents devront impérativement se conformer à cette mesure).

Deux cas de figure peuvent se présenter pour le régulateur,

Le premier représente un simple ajustement ; le régulateur peut jouer sur la durée de régulation et/ ou en durcissant le taux d'acceptation.

Le second cas, si le simple ajustement ne suffit pas :

Soit le préparateur s'appuie sur son expérience pour sélectionner une mesure qui a déjà fait ses preuves dans le passé (nombre de sources impliquées, orientation des flux sur le ou les secteurs concernés ...).

Soit, il entamera une phase de calcul lui permettant de chiffrer le trafic à passer pour chaque source compte tenu des capacités secteurs et de la répartition source régulable source non régulable, et à partir des résultats obtenus il fixera un taux et choisira le type de mesure qui lui paraîtra le plus approprié.

### **III.2.3. Suivi et évaluation des effets de régulations :**

Cette phase représente l'une des tâches les plus difficile pour le préparateur, car celui-ci ne dispose pas d'un moyen qui lui permettrait d'avoir une rétroaction rapide et ponctuelle des mesures prises.

L'objectif du suivi des régulations est de :

- Premièrement de vérifier que la régulation a les effets attendus (lissage du trafic).
- vérifier que la période de régulation reste optimale, dans le cas contraire une modification pourra être faite.

Le suivi des régulations consiste aussi à se préoccuper de leurs effets ; dans le cas où la régulation entraîne de forts délais ou à des conséquences négatives sur les secteurs adjacents entraînant soit une surcharge, soit des délais excessivement importants, la recherche de solutions alternatives est recommandée.

## **Conclusion et perspectives :**

La sécurité des usagers de l'espace aérien est la préoccupation de tous les intervenants dans la préparation, l'exécution, le suivi et le contrôle des vols.

Comme nous l'avons vu dans cette étude, les services de la circulation aérienne sont les premiers garants de la sécurité des aéronefs. Ils sont organisés de manière à réaliser leur tâche avec le maximum d'efficacité. Cela se passe généralement dans les meilleures conditions tant que le volume de trafic reste dans des limites gérables.

Par contre, dès que ces limites sont dépassées, ces services de contrôle se retrouvent en difficultés pour faire face à eux seuls à la situation.

De ce fait, le service ATFM est tout indiqué pour apporter l'aide nécessaire afin de garder le volume de trafic dans des limites acceptables. Ceci est rendu possible -comme cela a été décrit dans ce document- grâce à des procédures efficaces, des bases de données complètes et un personnel spécialisé.

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

Il est à noter cependant, que la description du service ATFM qui est faite plus haut ne représente que les étapes initiales pour le lancement d'un tel service. Il est entendu que pour plus d'efficacité :

- les procédures doivent être plus développées et améliorées au fur et à mesure du feed-back ;
  - automatisation des bases de données pour permettre une mise à jour et un accès rapides ;
  - automatisation des outils d'aides permettant au " régulateur " d'apporter des réponses rapides et plus précises aux situations de congestion de trafic.

## **Glossaire :**

**AIC:** aeronautical information circular

**AIP:** publication d'information aéronautique

**AIRAC:** Aeronautical Information, Regulation and Control

**AOs:** Aircraft Operators

**APP:** approach. Control

**AR:** alternative route

**ATC:** Air Traffic Control

**ATFM:** Air Traffic Flow Management

**ATM:** Air Traffic Management

**ATS:** Air Traffic services

**AWY :** voie aérienne

**CAG:** circulation aérienne générale.

**CCR :** Centre de controle régionale

**COM :** circulation opérationnelle militaire

**CTA :** control traffic area

**CTR:** control traffic region

**DME:** Distance measuring equipment

**ETD:** estimated time of departure

**FDO:** flight data operator

**FIR:** Flight Information Region

**FMP:** Flow Management Position

**FPL:** flight plan

**IFR:** Instruments Flight Rules

**LC:** level capping

**NDB:** non directional beacon

**NOTAM :** Notice to AirMen

**OACI:** Organisation de l'Aviation Civile Internationale

**RPL :** répétitive flight plan

**RSFTA :** réseau des services fixes des télécommunications aéronautiques

**RR:** re-routing,

**RNAV:** navigation de surface

**RCC:** Rescue Coordination Center

**RVSM:** Reduced Vertical Separation Minimum

**SAR:** Search and Rescue

**SID:** standard instrument departure

**STAR:** standard arrival

**TOS:** Traffic Orientation Scheme

**TMA:** Terminal Maneuvering Area

**TWR:** tour de contrôle

**VFR:** Visual Flight Rules

**VOR:** VHF Omnidirectional Range

## **Bibliographie**

Document OACI 9426-AN/924, Manuel de planification des services de circulation aérienne.

Document OACI 4444 ATM / 501, Gestion du Trafic Aérien.

Eurocontrol , Air Traffic Flow and Capacity Management Strategy, Edition 12, Bruxelles, Avril 2004.

Eurocontrol , General & CFMU Systems, Edition 12, Basic CFMU Handbook, Bruxelles, Mars 2002.

Eurocontrol, provision of environnement data edition 6.1, CFMU handbook supplement,

Commission des Comités Européenne, Un plan d'action pour renforcer les capacités, l'efficacité et la sécurité des aéroports en Europe, Bruxelles, 2007.

ANSCConf-WP/11, Gestion de capacité et attribution de créneaux, Montréal, juin 2000

David GIANAZZA, optimisation des flux de trafic aérien, Novembre 2004.

Olivier RICHARD, Régulation court terme du trafic aérien et optimisation combinatoire  
Application de la méthode de génération de colonnes, janvier 2007.

Marianne RAFFARIN, Le contrôle aérien en France congestion et mécanismes de prix,  
décembre 2002.

B. RULLEAU & E. MONTAGNE, Evaluation de l'intégration de concepts ATFM dans le  
travail des FMP, CENA/NT04-201 10 septembre 2004

Romain SZPAK, recherche d'une méthode générale de détermination de la capacité, juin  
1992

Mois	TMA-ALG	TMA-OR	TMA-EST	Sud-cent	Sud-ouest	Sud-est	S-Sud	TOTAL
janvier	3585	2776	4488	3145	1106	3976	3112	22188
Février	3607	2616	4192	2759	968	3802	3047	20991
Mars	3982	2674	4268	3156	1027	4072	3124	22303
Avril	3772	2579	4152	2869	981	3832	2998	21183
Mai	3769	2594	4193	2831	992	3916	3205	21500
Juin	4108	2517	4082	2461	977	3707	3081	20933
juillet	4348	3041	4865	2737	1026	3786	3360	23163
Août	4822	3167	5046	2634	1068	3600	3300	23637
septembre	4447	2804	4793	2564	1031	3652	3164	22255
Octobre	3502	2545	4534	2660	969	3755	3386	21351
novembre	3599	2676	4718	2743	1001	3834	3449	22020
décembre	3893	2884	4624	2920	1178	3956	3681	23136
TOTAL	47434	32873	53755	33479	12324	45888	38907	264660

- Tableau représentant le nombre de trafic par secteur 2004 -

Mois	TMA-ALG	TMA-OR	TMA-EST	Sud-cent	Sud-ouest	Sud-est	S-Sud	TOTAL
janvier	3555	2885	4684	2847	1069	3817	3205	22062
Février	3530	2597	4250	2652	986	3610	3009	20634
Mars	3555	2758	4547	2798	1094	3925	3346	22023
Avril	3835	2444	4436	2456	938	3921	3275	21305
Mai	4205	2845	4894	2729	1065	4120	3411	23269
Juin	3780	2899	4730	2584	1161	3928	3526	22608
juillet	4705	3292	5608	2693	1153	3944	3666	25061
Août	4719	3442	5844	2867	1285	4004	3781	25942
septembre	3825	3208	5338	2605	1120	3866	3515	23477
Octobre	3264	2485	4381	2375	947	3570	3040	20062
novembre	3824	3038	5261	2852	1206	4172	3785	24138
décembre	4169	3285	5299	2831	1255	4169	3940	24948
TOTAL	46966	35178	59272	32289	13279	47046	41499	275529

- Tableau représentant le nombre de trafic par secteur 2005 -

Mois	TMA-ALG	TMA-OR	TMA-EST	Sud-cent	Sud-ouest	Sud-est	S-Sud	TOTAL
janvier	3591	3091	5344	2788	1268	4139	3727	23948
Février	3642	2782	4597	2740	1217	3754	3593	22325
Mars	4235	3031	4967	3170	1322	4327	3998	25050
Avril	4080	3078	5197	2829	1263	4284	3964	24695
Mai	4277	2960	5065	2919	1239	4446	3679	24585
Juin	4008	3118	5074	2816	1228	4152	3598	23993
juillet	4557	3583	5882	2869	1290	4350	3857	26386
Août	4583	3550	5834	2732	1214	4332	3696	25941
septembre	3851	3343	5587	2866	1268	4084	3599	24598
Octobre	3752	3139	5511	3104	12561	4289	3599	24610
novembre	3801	3243	5186	3134	1272	4486	3821	24943
décembre	4219	3680	5854	3504	1401	4501	4172	27331
TOTAL	48496	38597	64098	35471	15238	51144	45261	298405

- Tableau représentant le nombre de trafic par secteur 2006 -