

République démocratique et populaire Algérienne
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Blida01

Institut d'aéronautique et des études spatiales

Département de navigation aérienne

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de **Master** en aéronautique

Spécialité : **Exploitation aéronautique**

Etude théorique du concept A-CDM prise de décision collaborative à l'aéroport

Présenté par :

- Saifi Adela

encadré par :

- Me. DRARENI fatma Zohra

- Mr. ABDELHAMID Toufik

Promotion 2017

Résumé :

Pour répondre à la forte croissance du trafic aérien, l'OACI s'est penché sur une nouvelle approche basé sur une prise de décision collaborative dans le but d'optimiser les opérations aéroportuaires et d'assurer une gestion du trafic aérien régulé et efficace.

L'objet recherché à travers ce projet est d'étudier le concept A-CDM, de collecter des informations autour de ce nouveau concept, les éléments qui le caractérise et son implémentation pour mieux comprendre pourquoi ce concept a été introduit.

Abstract :

In response to the strong growth (augmentation) of air traffic, The ICAO has leaned and looked at new approach based on collaborative decision-making in order to optimize airport operations and to ensure efficient and effective air traffic management.

The objective through this project is to study the concept Of A-CDM by collecting and gathering information about this new concept and the elements that characterize it and its implementation to understand why this concept has been introduced.

ملخص:

إستجابة لنمو القوي المتزايد في الحركة الجوية، اتجهت منظمة الطيران المدني الدولي إلى النظر في نهج جديد يستند إلى اتخاذ القرارات التعاونية من أجل تحسين عمليات المطار وضمان إدارة وتسيير الحركة الجوية بكفاءة وفعالية.

يقوم و يتمشى بحثنا من خلال هذا المشروع على دراسة مفهوم اتخاذ القرارات التعاونية في المطارات وذلك عن طريق جمع المعلومات حول هذا المفهوم الجديد و العناصر التي تميزه وتنفذه.

والهدف من هذا كله هو الفهم الجيد الكامن وراء سبب إدخال هذا المفهوم .

Remerciement :

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, je tiens à remercier ma promotrice « Me Drareni », pour ses précieux conseils, ses suggestions, ses corrections et son aide durant toute la période du travail.

Mais aussi, Mr Fadli, qui a été le 1^{er} à me soutenir, et à m'encourager dans le choix de mon thème, je vous en remercie.

mes vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mes recherches en acceptant d'examiner mon travail.

Mes remerciements vont aussi à toutes les personnes rencontrés durant mon stage à l'Aéroport d'Alger pour avoir accepté de répondre à mes interrogations que sa soit les personnes d'Air Algérie, Tassili, EGSA, et surtout de l'ENNA de m'avoir donné la chance de mener mes recherches en leurs nom.

Je tiens aussi à remercier sincèrement la famille « Moulay » pour tout ce qu'ils ont fait pour l'accomplissement de ce travail, leurs intérêts pour mes études ainsi que pour leurs encouragements continu.

Et enfin je tiens particulièrement à remercier mes proches, amis, familles pour leurs soutiens incondtionnels durant cette longue période de stresse.

DEDICACE :

Je dédie ce travail comme preuve de reconnaissance, de gratitude, et surtout d'amour à tous ceux qui me sont chers :

A la mémoire de mon père

A ma mère, une femme forte qui a tout sacrifié pour l'éducation de ses enfants et pour leurs réussites, ce mémoire représente ton succès également, toi qui a toujours combattu pour voir tes enfants réussir leurs études, donc mes félicitations maman tu as réussi.

A ma grande sœur Narimene, mon modèle, mon soutien psychologique, l'exemple parfait d'une femme accompli, ton dévouement et tes encouragements m'ont permis de me retrouver là où je suis

A mon beau père, et mes petites sœurs pour votre présence

A la famille Moulay, Aicha, Asma, Fardjallah, Zine Abedine, Annouchka, Tania et tata biensur, d'avoir cru en moi, pour votre aide si précieuse sans vous rien de cela n'aurait pu être possible

A la famille Bensalem, Amina et surtout Yamna, pour votre hospitalité, votre soutien ainsi que votre générosité

A tous mes amis avec qui j'ai partagé ces 5 longues années, bons et mauvais moments, Halla, Sihem, Mihoub, Hiba, Dounia, Manel, Abdellah, zawchi, loubna, mimoza, Akila et tous les autres, un plaisir d'avoir partagé tous ces moments avec vous.

Et enfin a tous mes professeurs pour leurs générosités et leurs présences

Merci a vous tous

Tables des matières :

RESUME

Remerciement

Dédicace

Table des matières

Abréviations/acronymes

Liste des figures et des tableaux

Introduction générale

Chapitre I : Retard et congestion aérienne

I.1. Introduction	12
I.2. Croissance de trafic aérien	15
I.2.1. Croissance de trafic aérien mondiale.....	15
I.2.2. Croissance de trafic aérien en Algérie.....	16
I.2.2.1. Récapitulatif des mouvements d'aérodrome.....	16
I.2.2.2. Récapitulatif des mouvements en route.....	18
I.3. La notion de retard.....	19
I.3.1. Les cause du retard.....	21
I.4. Congestion aérienne.....	23
I.4.1. Type de congestion.....	23
I.4.2. Cause de la congestion aérienne.....	24
I.4.3. Cause de la congestion aérienne en Algérie.....	24
I.4.4. La capacité d'un aéroport.....	24
I.4.4.1. Cause du manque de capacité.....	25
I.4.5. Impact de la congestion aérienne.....	27
I.5. Conclusion.....	28

Chapitre II : Décongestion aérienne.....29

II.1. Introduction.....	30
II.2. Première approche : augmentation de la capacité du contrôle aérien.....	30
II.2.1. les aérodromes et l'espace environnant.....	30
II.2.1.1. Outils économiques.....	31

II.2.1.2. Optimisation de la séquence de piste.....	31
II.2.2. L'espace en route.....	33
II.2.2.1. Améliorer l'organisation et la gestion de l'espace aérien.....	33
II.2.2.2. Les concepts de free route et free flight.....	34
II.2.2.3. Utilisation des futurs concepts opérationnels de la navigation aérienne.....	35
II.2.2.4. Utilisation de nouvelles technologies de communication.....	36
II.2.2.5. Améliorer la coordination civil-militaire	37
II.3. deuxième approche : réguler le trafic aérien.....	37
II.3.1. Définition de l'ATFCM.....	38
II.3.2. Définition d'une régulation.....	38
II.3.3. Définition de la capacité d'un secteur de contrôle.....	38
II.3.3.1. Le calcul de la capacité d'un secteur.....	39
II.3.3.2. capacité et régulation.....	39
II.3.4. Aéronefs exemptés des mesures ATFCM.....	40
II.3.5. Le but de l'ATFCM.....	40
II.3.6. Les phases ATFCM	41
II.3.6.1. Phase stratégique.....	41
II.3.6.2. Phase pré-tactique.....	42
II.3.6.3. Phase tactique.....	42
II.3.6.4. Phased'analyse post-opérationnelles.....	42
II.3.7. Les principes de l'ATFCM.....	42
II.3.8. Fonctionnement d'un service ATFCM.....	43
II.3.9. Avantage de la mise en place d'un service ATFCM.....	43
II.3.10. Les initiatives de gestion de flux du trafic aérien	44
II.3.10.1. Type d'initiative de gestion de flux du trafic aérien.....	44
II.3.11. CFMU (NMOC).....	45
II.3.11.1. IFPS (Integrated initial flight plan processing system).....	46
II.3.11.1.1. Messages reçus et/ou envoyés par l'IFPS.....	46
II.3.11.2. ETFMS (Enhanced tactical flow management system).....	48
II.3.11.2.1. Processus d'allocation de créneaux au départ (Slot).....	48
II.3.11.2.2. Les messages ATFCM.....	52
II.4. Conclusion	53

Chapitre III : le Concept A-CDM.....	54
III.1. Introduction.....	55
III.1.1. Nécessité de collaborer.....	55
III.2. Description de la prise de décision collaborative	57
III.2.1. L'élaboration et l'application d'un processus CDM.....	57
III.3. Définition du concept A-CDM	58
III.3.1. Les principaux acteurs de l'A-CDM.....	58
III.3.1.1. Rôles et responsabilités.....	59
III.3.2. Un esprit de collaboration et échanges proactifs.....	59
III.4. les éléments de l'A-CDM.....	60
III.4.1. Partage d'information	61
III.4.2. L'approche milestone (approche par jallons).....	63
III.4.3. Temps de roulage variable (VTT : variable taxi time).....	65
III.4.4. Séquence prêt-départ collaboratif.....	67
III.4.5. Condition défavorable.....	68
III.4.6. Gestion collaborative des mises à jour des données de vol.....	68
III.5. L'impact de l'A-CDM.....	70
III.6. Du concept l'implémentation	71
III.6.1. Etape d'implémentation.....	71
III.6.1.1. Etablissement d'un A-CDM.....	72
III.6.2. Processus général d'implémentation	72
III.6.3. Pourquoi l'aéroport d'Alger « Houari Boumediene » ?.....	73
III.6.3.1.Obstacles de mises en œuvre (exigences).....	74
III.7. Exemple d'un aéroport CDM (Charles de gaules)	75
III.7.1. Collaboration opérationnelle.....	76
III.7.2. Gestion des départs collaborative (GLD_C).....	78
III.7.2.1. Les horaires clés	78
III.7.3. Les estimés départs	79
III.7.4. le site Internet CDM.....	80
III.7.5. Bénéfices de l'implémentation	83
III.8. Conclusion.....	83
Conclusion Générale.....	84

Perspective

ANNEXE

BIBLIOGRAPHIE

Abréviations / Acronymes :

Abréviation	Signification anglais	Signification français
A-CDM	Airport collaborative decision making	Prise de décision collaborative à l'aéroport
AFTN	Aeronautical fixed telecommunication network	Réseau fixe de télécommunication aéronautique
AIBT	Actual in block time	Heure réelle d'arrivé de l'aéronef au bloc
ALDT	Actual landing time	Heure réelle d'atterrissage
AOs	Airlines Operators	Opérateurs aériens
ASBT	Actual start boarding time	Heure réelle du début de l'embarquement
ATC	Air traffic controller	Contrôle de trafic aérien
ATFM	Air traffic flow management	Gestion de flux du trafic aérien
ATFCM	Air traffic flow and capacity managemet	Gestion de flux du trafic aérien et de la capacité
ATM	Air traffic management	Gestion du trafic aérien
ATOT	Actual take of time	heure reel de décollage
CCR	Regional contrôle center	Centre de contrôle regional
CFMU	central flow management unit	Organisme centrale de gestion des flux de trafic aérien en Europe
CPDLC	Controller-Pilot Datalink Communications	Communication contrôleur pilote par liaison de donnée.
CTOT	Calculated take off time	Heure calculé de decollage
DPI	Departure Planning Information message	Message d'information
ETO	Estimated time in operation	Temps estimé d'entrée dans la zone régulée
EGSA	Airport management services institution	Etablissement de gestion des services aéroportuaires
EUROCONTROL	European Organisation for the safety of air navigation	Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne
ELDT	Estimated landing time	Heure estimée d'atterrissage
ENNA	National Institution of Air Navigation	Etablissement National de la Navigation Aérienne
EIBT	Estimated in block time	Heure estimée d'arrivé au bloc
EOBT	Estimated of block time	Heure estimée de départ du bloc
EXIT	Estimated taxi-in time	Heure estimé de roulage au départ

EXOT	Estimated taxi-off time	Heure estimé de roulage à l'arrivé
FIR	Flight information region	Région d'information de vol
FMP	Flow management position	Gestion de la position de flux du trafic aérien.
FUA	Flexible use of airspace	Utilisation flexible de l'espace aérien
GLONASS	Global Navigation Satellite System	Système global de navigation par satellite russe
GNSS	Global navigation satellite system	Système globale de navigation par satellite
GPS	Global position system	Système global de positionnement par satellite.
IFPS	Integrated initial flight plan processing system	Service centralisé de traitement et de distribution des messages plan de vol
IFPU	Integrated initial flight plan unit	Unité de traitement des messages plan de vol
IFPZ	Integrated initial flight plan zone	Zone de traitement des messages plan de vol
NDB	Non directional beacon	Balise non directionnelle
NMOC	Network manager operations center	Centre de gestion des réseaux des opérations
ONM	National office of weather	Office national de la météorologie
PANS-ATM	Procedures for Air Navigation Services -Air Traffic Management	Procedures pour les services de la navigation aérienne-gestion du trafic aérien
RNAV	Area navigation	Navigation de surface
RNP	Required navigation performance	Navigation basée sur les performances
RVSM	Reduce vertical separation minima	Les minima de séparations verticales
SAL	Slot allocation list	Liste de créneaux
SITA	international aeronautical telecommunications company	Société international de télécommunication aéronautique
TMA	Terminal control area	Région de contrôle terminale
TOBT	Target off block time	Heure cible de départ du bloc
TSAT	Target start up approval time	Heure cible d'autorisation de mise en route
VOR	VHF omnidirectional range	Système de positionnement radioélectrique.
VTT	Variable taxi time	Temps de roulage variable

Tables des figures et des tableaux :

Figure :

▪ Figure I.1 : Croissance du trafic passager régulier international en 2016...	14
▪ Figure I.2 : Mouvement d'aérodrome en Algérie.....	15
▪ Figure I.3 : Mouvement en route en Algérie.....	16
▪ Figure I.4 : Déroulement d'un vol.....	18
▪ Figure I.5 : Les causes du retard aérien.....	20
▪ Figure II.1 : Trafic aérien avant et après régulation.	38
▪ Figure II.2 : Message reçu et/ou envoyé à l'IFPS.....	46
▪ Figure II.3 : Créneau de départ.....	48
▪ Figure II.4 : Processus d'allocation du créneau au départ.....	49
▪ Figure II.5 : Message ATFCM.....	51
▪ Figure III.1 : Aéroport CDM.....	58
▪ Figure III.2 : les éléments de l'A-CDM.....	59
▪ Figure III.3 : Etape de l'approche milestone.....	61
▪ Figure III.4 : Taxi time dans un aéroport non CDM.....	64
▪ Figure III.5 : Taxi time dans un aéroport CDM.....	64
▪ Figure III.6 : Méthode de calcul de la TSAT.....	65
▪ Figure III.7 : L'échange des messages de vol entre CFMU et ATFM.....	67
▪ Figure III.8 : Envoi des DPI.....	67
▪ Figure III.9 : Les acteurs de l'A-CDM à l'aéroport de Paris Charles de gaules.	74
▪ Figure III.10 : Plateau CDM à l'aéroport Charles de Gaulles.....	75
▪ Figure III.11 : Estimée départ dans la GLD.....	78
▪ Figure III.12 : Visualisation de la séquence départ blocs.....	80
▪ Figure III.13 : Affichage des colonnes par défauts.....	80

Tableaux :

▪ Tableau I.1 : Récapitulatif des mouvements d'aérodrome.....	14
▪ Tableau I.2 : Récapitulatif des mouvements en route.....	16
▪ Tableau II.1 : Unités opérationnelles.....	44
▪ Tableau III.1 : Message DPI.....	68
▪ Tableau III.2 : Nombre de mouvement à l'aéroport d'Alger.....	72
▪ Tableau III.3 : Heure clé de la GLD.....	77

Introduction générale :

Le secteur du transport aérien est un domaine globalement en forte croissance, son industrie joue un rôle de premier plan dans l'activité économique mondiale, suite à la libéralisation du secteur, la baisse des prix des billets l'a rendu accessible à une plus grande partie de la population. Grâce à sa rapidité et à la réduction de ses coûts l'aéronef est devenu un moyen de transport très courant préféré au train ou aux voitures.

Depuis une vingtaine d'années, on observe une constante augmentation du trafic aérien dont les taux moyens de croissance annuel varient entre 3% et 6% (6.3% en 2016) (1), et continue d'augmenter. Concernant le nombre de passagers transportés en 2016, il a atteint un chiffre record de 3.696 milliards face à 3.464 milliards de passagers en 2015. (2)

Cette augmentation du trafic aérien engendre des problèmes de capacité tant au niveau de l'espace aérien que des plateformes aéroportuaires, qui se traduisent par de nombreux retards non maîtrisés des vols. Ces dernières années, entre 25% et 35% des vols sont arrivés avec plus de 15 minutes après l'heure mentionnée sur les billets (27% en 2011) (3), dû à la congestion aérienne, et au manque de capacité aéroportuaire.

Ces retards sont très néfastes pour les compagnies aériennes du point de vue financiers mais engendrent aussi des gênes pour les voyageurs, ils peuvent avoir plusieurs causes entre autres le nombre limité des postes de stationnements, réduction de la capacité durant les conditions défavorables, une lenteur pour rétablir le trafic, séquence de départ et surtout le manque de communication qui se reflète par une information non précise et qui arrive en retard.

Cette situation est à l'origine de nombreuses protestations des passagers, qui se plaignent auprès des compagnies aériennes, elles-mêmes touchées par ces retards.

Actuellement pour palier aux problèmes de congestion, diverses solutions ont déjà été tentées en jouant sur les deux paramètres de la congestion aérienne, à savoir l'offre (représenté par la capacité disponible), et la demande (demande du trafic aérien). La voie la plus naturelle sera de jouer sur l'offre en augmentant les capacités aéroportuaires, ou bien les capacités du contrôle aérien mais le coût de cette solution est très élevé et donc impossible sur le long terme, on peut aussi tenter de jouer sur le 2ème facteur en adaptant le trafic aux ressources disponibles, d'où la mise en place du service de gestion de flux du trafic aérien et de la capacité en régulant ce dernier, en changeant les cheminement des aéronefs (rerouting) ou en appliquant des contraintes tarifaires par l'augmentation

des redevances de route ou d'atterrissage aux heures de pointe pour les secteurs ou aéroports saturés. Ou encore en imposant des retards au sol au vol qui pénétreront dans des secteurs congestionnés en leur allouant des créneaux de départ qu'ils doivent respecter.

Lors de la 11ème conférence de navigation aérien qui s'est tenu en 2009, l'OACI a adopté une approbation du concept opérationnel d'ATM mondiale (doc 9854), au cœur de ce concept figure la nécessité d'évoluer vers un environnement plus collaboratif, dont l'objectif est d'arriver à la prise de décision coopérative, et conjointe au membre de la communauté ATM.

Et donc, l'OACI ainsi qu'Eurocontrol, ont développé un concept de prise de décision collaborative à l'aéroport (A-CDM), basé sur le partage d'information précise et en temps réel afin d'encourager tous les partenaires aéroportuaires à travailler en coordination et en collaboration, son objectif est d'optimiser les opérations aéroportuaires et d'assurer une fluidité et une efficacité du trafic aérien, en conditions normales et en conditions dégradées tout en maintenant un haut niveau de sécurité

Ce mémoire porte sur ce nouveau concept phare, qui est au cœur de ce qu'on appelle aujourd'hui les « smart airport ». Pour répondre à la problématique des retards et de la congestion aérienne, nous avons organisé notre travail comme suit :

Tout d'abord, nous allons commencer par une introduction générale

Chapitre I : « retard et congestion aérienne », ce chapitre est consacré au point de départ de notre étude qui est le retard, l'étendue de ses conséquences, ses causes, son impact. En suite nous allons aborder la problématique de la congestion aérienne, sa définition, ses causes, la notion de capacité, ainsi que son étroite relation avec les retards

Chapitre II : « Décongestion aérienne », nous allons étudier dans cette partie les différentes manières de décongestion, l'augmentation de la capacité du contrôle aérien et la régulation du trafic aérien notamment par l'allocation de créneau au départ.

Chapitre III : « le concept A-CDM », nous allons faire une introduction au nouveau concept, ces principes, ces caractéristiques, sa méthode d'implémentation et terminé par un exemple d'un aéroport qui a finalisé son implémentation et nous constaterons le résultat de sa manière de fonctionner

Et enfin, nous terminerons par une conclusion générale sur le travail effectué

Chapitre I : retard et congestion aérienne

Chapitre I : Les retards et la congestion aérienne.

I.1. Introduction :

L'augmentation continue de la demande du trafic aérien ces dernières années non assortie avec celle de la capacité du système (ATC), a engendré des problèmes de congestion. Les services ATS chargés du contrôle de la circulation aérienne ont dû trouver des solutions pour faire face à cette augmentation. En effet, la congestion se traduit par une inadéquation entre l'offre (capacité du système de contrôle) et la demande (la demande du trafic aérien), cette inadéquation a une conséquence directe « le retard ».

Et c'est pour cette raison que depuis quelques années, l'image du transport aérien en Europe, et dans le monde entier, et notamment en Algérie est ternie par l'ampleur des retards, ce qui préoccupe énormément les compagnies aériennes ainsi que les voyageurs, de ce fait beaucoup d'entre eux anticipent une arrivée plus en moins tardives par rapport à l'heure prévue.

Il y'a plus de 99 cas qui peuvent retarder un vol cependant parmi les raisons les plus avancées sont celles liées à la gestion des flux du trafic aérien, la capacité aéroportuaire mais aussi les compagnies aériennes.

Cette section, nous permettra de comprendre qu'es qu'un retard, quelles sont ses causes et ses conséquences. En suite nous parlerons d'un phénomène étroitement lié au retard aérien à savoir la congestion aérienne, qu'es ce que l'on veut dire par congestion, pourquoi elle apparait et qu'es ce qu'elle engendre.

I.2. Croissance de trafic aérien :

I.2.1. croissance du trafic passager mondial

Selon l'OACI, et d'après les chiffres préliminaires, le trafic passager régulier international, a augmenté de 6.3% en 2016. (1)

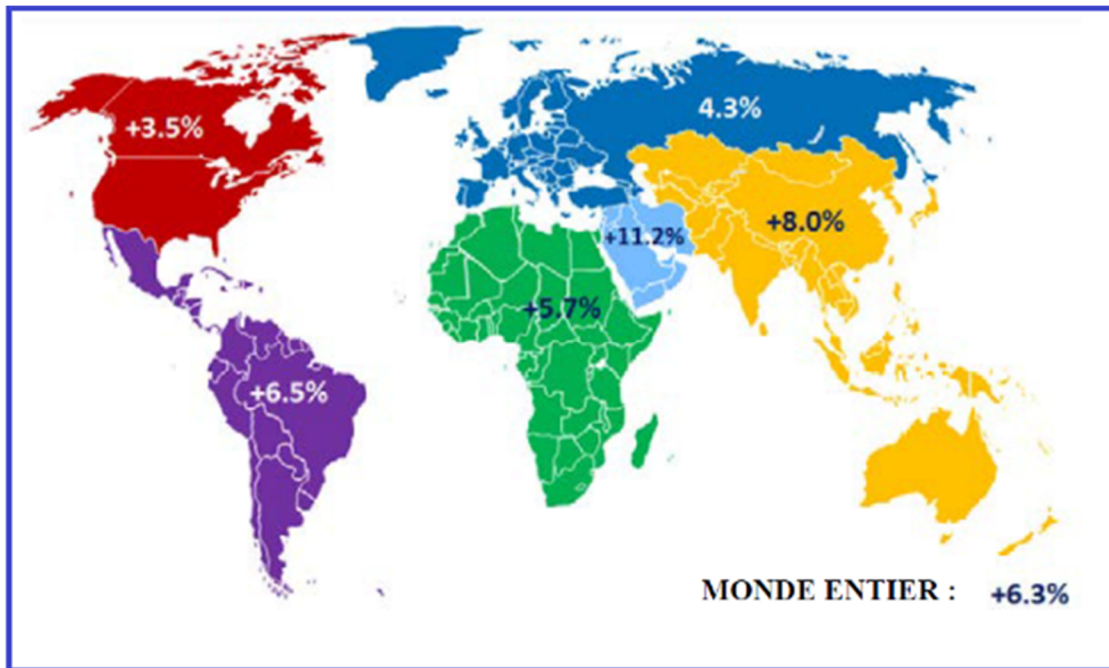


Figure I.1 : croissance du trafic passager régulier international en 2016 (1)

I.2.2. croissance du trafic aérien en Algérie : (4)

L'Algérie aussi marque une constante augmentation du trafic aérien, les tableaux suivant (I.1) et (I.2), nous montre clairement l'évolution des mouvements d'aérodromes et des mouvements en route entre 2015 et 2016.

I.2.2.1 : récapitulatif des mouvements d'aérodrome :

Type	2015	2016	Var en %
Mouvement commerciaux	142683	155661	9.1
National	73321	82719	12.9
International	69362	72942	5.1
Mouvement non commerciaux	73418	81379	4.3
Total	216101	237040	9.7

Tableau I.1 : récapitulatif des mouvements d'aérodrome (4)

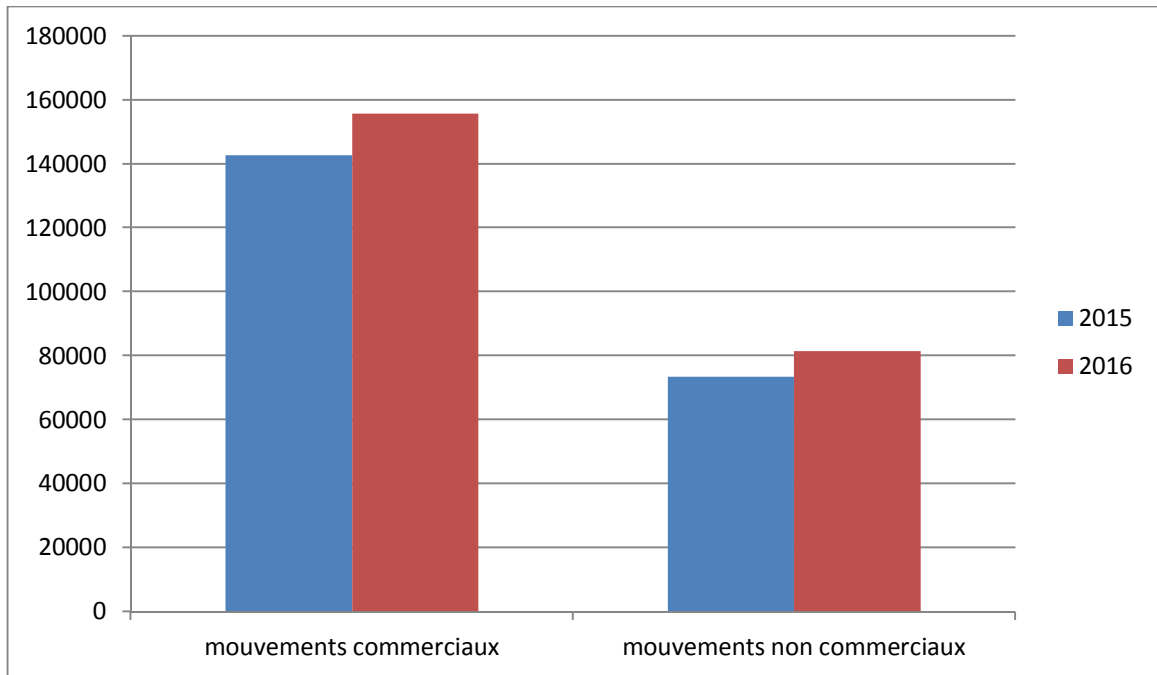


Figure I.2 : Nombre de mouvements d'aérodrome en Algérie

Selon l'histogramme et le tableau au dessus, représentant les mouvements d'aérodromes en Algérie, nous pouvons constater la progression de ces mouvements avec une augmentation de 9.7% entre l'année 2015 et l'année 2016

Les vols commerciaux représente la plus grande part du marché de l'aviation avec un total de 142683 mouvements partagés entres les vols nationaux 73321 en 2015, et 82719 en 2016 et les vols internationaux 69362 en 2015 et 72942 en 2016, on remarquera une augmentation du nombre des mouvements avec une variation de 12.9% pour les vols nationaux et 5.1% pour les vols internationaux

Cependant on peut aussi remarquer une croissance dans les mouvements non commerciaux par exemple les vols militaires ou d'entrainements avec une variation de 4.3% 73418 mouvements en 2015 face à 81379 en 2016.

I.2.2.2 : récapitulatif des mouvements en route :

Concernant les mouvements en route :

Type	2015	2016	Var en %
Survol avec escale	148482	157514	6.1
National	73715	78612	6.6
International	74767	78902	5.5
Survol sans escale	91588	96925	5.8
Total	240070	254439	6

Tableau I.2 : récapitulatif des mouvements en route (4)

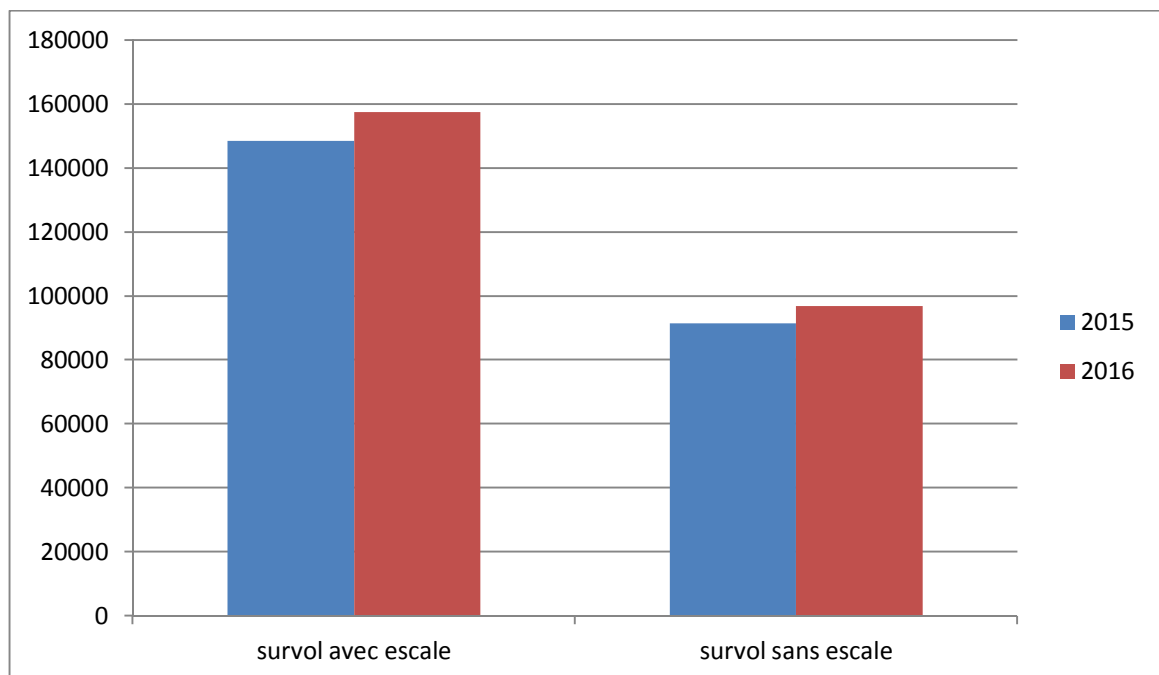


Figure I.3 : Nombre de mouvements en route en Algérie

L'histogramme et le tableau représentent le nombre de mouvements en route. Ce qu'on peut constater c'est l'augmentation du nombre de mouvement en route entre l'année 2015 (240070) et l'année 2016 (254439) avec un taux d'augmentation de 6%

Le survol avec escale marque une augmentation de 6.1% entre 2015 et 2016 que sa soit pour les survols internationaux (74767 mouvements en 2015 face à 78902 mouvements en 2016) ou les survols nationaux (73715 mouvements en 2015 face à 78612 mouvements en 2016)

On remarque aussi que même le survol sans escale marque une augmentation entre 2015 et 2016 avec une variation de 5.8% (91588 mouvements en 2015 face à 96925 mouvements en 2016).

En conclusion, ces chiffres ne font que confirmer la croissance du nombre de mouvements en Algérie que sa soit des mouvements d'aérodrome ou des mouvements en route, aussi bien pour les vols nationaux que les vols internationaux avec ou sans escale.

I.3. La notion de retard : (5)

Les retards dans le transport aérien peuvent être perçus sous différents angles. Un premier point de vue adopté est celui des passagers et des compagnies aériennes. Il consiste à comparer l'heure d'arrivée prévue avec l'heure d'arrivée effective. La figure I.4 détaille le déroulement d'un vol.

Un voyage en avion d'un aéroport à un autre se décompose en trois phases : le roulage à l'aéroport de départ, le vol entre le décollage et l'atterrissage, le roulage à l'aéroport d'arrivée. En l'absence de contraintes, chacune de ces phases s'opère sur une durée de temps précise. Cependant, des retards peuvent avoir lieu lors de chacune de ces phases, un retard de l'avion au départ de son point de stationnement pouvant également s'ajouter.

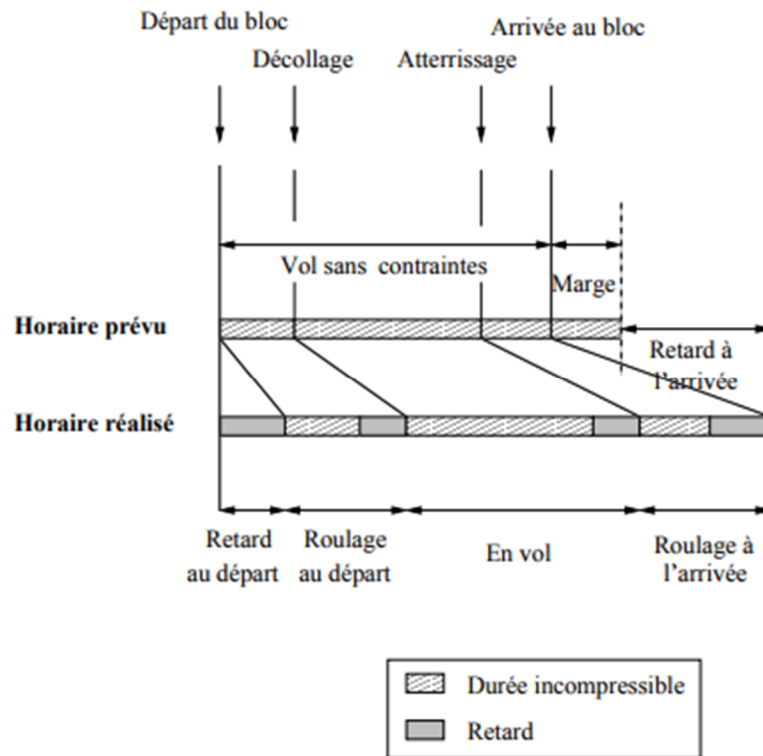


Figure I.4 : déroulement d'un vol (5)

Les compagnies, habituées à ce que des décalages par rapport à leurs programmes interviennent, prennent les devants et prévoient une marge dans les horaires qu'elles publient par rapport au temps strictement nécessaire. Ainsi, les passagers peuvent constater un intervalle de temps entre l'heure de départ et l'heure d'arrivée supérieur à celui qui serait nécessaire sans contrainte. Du fait de cette marge, les retards observés par les passagers sont minimisés.

Remarque :

Les retards et la marge des compagnies pour un vol sont liés par la formule suivante : $\text{Retard à l'arrivée} = \text{Retard au départ} + \text{Retard au roulage au départ} + \text{Retard en vol} + \text{Retard au roulage à l'arrivée} - \text{Marge}$.

Il faut également préciser que la notion de retard n'intervient qu'à partir d'un décalage de quinze minutes par rapport à l'heure de référence.

Les compagnies calculent donc les retards subis par leurs passagers par rapport aux horaires mentionnés sur les billets des passagers. Cette référence correspond aux horaires publiés. Cependant, les compagnies doivent se signaler auprès des autorités du transport aérien pour prévenir de leurs heures de décollage et d'atterrissage, ainsi que de leur parcours en vol. Des différences entre l'heure affichée par une compagnie et l'heure demandée à l'autorité peuvent

exister, soit volontairement de la part de la compagnie, soit en raison de contraintes qu'elle ne maîtrise pas, par exemple si l'avion n'est pas prêt ou si un passager s'est égaré dans l'aéroport. Les autorités de la navigation aérienne s'intéressent donc aux retards, non pas par rapport à l'heure annoncée par la compagnie auprès des passagers, mais à l'heure qui leur a été demandée. En raison d'une capacité limitée au sol et également dans les airs pour des mesures de sécurité, si trop de vols sont prévus sur une même période, les autorités décalent dans le temps les heures de départ. On parle de retard ATFM (Air Traffic Flow Management) pour désigner cet écart entre la dernière demande d'une compagnie pour un vol et l'heure à laquelle les autorités autorisent le départ ; ils sont dus à la gestion des flux de trafic aérien par les autorités de la navigation aérienne.

I.3.1. Les causes du retard : (3)

27 % des vols ont connu un retard de plus de 15 minutes en 2011 en Europe. Si la plupart des retards sont imputables aux compagnies aériennes, d'autres sont causés par des temps d'escale calculés trop juste, par la densité du trafic aérien, par les nouvelles mesures de sécurité aéroportuaire et, bien souvent, par les passagers eux-mêmes.

Selon un rapport de l'Observatoire des retards du trafic aérien, les compagnies sont responsables de 31 % des retards de plus de 15 minutes. Sur un marché toujours plus concurrentiel, elles attendent leurs clients au-delà du délai normal, ou annoncent un horaire de départ incompatible avec leur autorisation de décoller.

C'est ainsi que certains avions quittent la passerelle d'embarquement à l'heure prévue et stationnent une demi-heure en bout de piste...
L'enchaînement des rotations et la vérification des appareils

Les avions font des allers-retours. À chaque aéroport, il faut évacuer les passagers, nettoyer l'avion, faire le plein, vider et remplir la soute, faire monter les nouveaux passagers.

Un retard au premier décollage de l'appareil produit un effet boule de neige, les temps de rotation étant calculés au plus juste. De plus, chaque avion est vérifié avant le décollage et peut faire l'objet de réparations mineures. Les problèmes d'enchaînement des rotations représentent ainsi 27 % des retards. Les autres causes de retard des avions

Contrairement à une idée reçue, les nouvelles normes de sécurité dans les aéroports et la densité du trafic aérien ne représentent respectivement que 12 et 11 % des retards, essentiellement concentrés aux périodes de grands départs. La météo ne cause quant à elle que 5 % des retards.

Les passagers sont enfin responsables de 14 % des retards : arrivées à la dernière minute pour l'enregistrement, retards pour cause de visite prolongée

au duty-free, oublis de bagage dans l'aérogare provoquant une alerte... les motifs ne manquent pas.

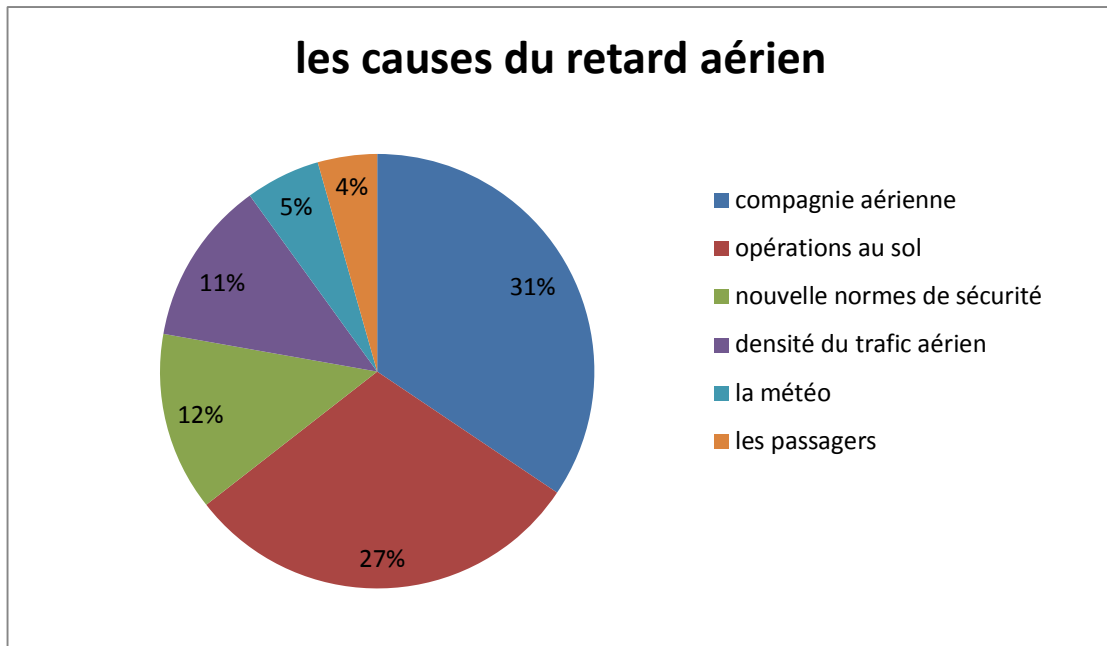


Figure I.5 : les causes du retard aérien (3)

L'Algérie ne fait pas exception aux retards aérien malgré les efforts déployé pour les atténuer et ces retards sont dû à plusieurs facteurs entres autres

- 1- L'organisation et le partage d'information : effectivement, les compagnies aériennes, air Algérie par exemple organise son planning des vols 3 mois à l'avance, et pour un jour j, le planning final sera partagé au soir et sera transmis aux agents des opérations au sol et à l'EGSA (SGSIA pour l'aéroport d'Alger) le même soir, ce qui ne laisse pas beaucoup de temps aux agents d'organiser le programme. Ce qui nous ramène a la 2eme cause.
- 2- Le manque de personnel le soir : le nombre de personnel durant la nuit est nettement inférieur au jour, le changement se fait a 8h du matin et cette heure est considérée comme une heure de pointe car la demande du trafic a cette heure ci est très importante, et donc la brigade de nuit ne peut pas assurer la préparation des aéronefs rapidement et le changement de brigade va retarder énormément ce processus
- 3- Le manque de capacité aéroportuaire : en effet les places de stationnements sont limitées et insuffisants face au trafic et notamment au flottes des compagnies aériennes Algériennes qui ne cesse d'augmenter.

I.4. Congestion aérienne :

La congestion aérienne est un problème universel, que connaissent particulièrement tous les grands aéroports et les Centres de Contrôle Régionaux. Elle se traduit par une inadéquation entre l'offre et la demande, où le nombre de vols à traiter dépasse la capacité du système de contrôle, ce qui engendre une dégradation de la qualité de service et un risque accru d'accidents.

Elle se déclenche lorsque la demande dépasse l'offre dans ;

- Les Infrastructures Aéroportuaires : l'insuffisance des capacités aéroportuaires (pour l'atterrissage ou le décollage, la circulation au sol).
- Le contrôle aérien :
 - Le nombre d'aéronefs qui peuvent être contrôlés en même temps est limité, le nombre de contrôleurs disponibles... etc.
 - L'organisation de l'espace aérien (l'espace aérien est limité)

I.4.1. Type de congestion :

1. La congestion récurrente :

La congestion récurrente est une congestion répétitive dans l'espace et/ou le temps (de la journée, du mois ou de l'année). Elle exprime la notion de récurrence de la demande du transport, et plus précisément le fait que le volume de la circulation aérienne excède l'offre du système ATC

Pendant des périodes, des jours ou des heures données liée aux déplacements dus aux activités habituelles de la société (étude, travail, congés, loisirs, pèlerinage...) ce qui engendre « des heures de pointe ». Son traitement nécessite des améliorations opérationnelles et des mesures agissant essentiellement sur la demande.

2. La congestion non récurrente

La congestion non récurrente appelée aussi la congestion incidente, est due aux phénomènes aléatoires ou événementiels, et est causée localement par un accident, la météo, les activités militaires, événements exceptionnels, événements sportif (coupe du monde de football, Jeux Olympique)...etc.

Elle peut se produire à toute heure du jour, mais elle est particulièrement pénalisante lorsqu'elles' ajoute à la congestion récurrente. Elle est mieux

maîtrisée par des améliorations opérationnelles en temps réel, (stratégies de la gestion des incidents)

I.4.2. Causes de la congestion aérienne :

- L'insuffisance de la capacité du contrôle aérien c'est-à-dire le nombre d'avion qui peuvent être surveillés en même temps dans un intervalle de temps limité
- L'insuffisance des capacités aéroportuaires qui inclut le nombre limité des postes de stationnements
- L'espace est limité et n'est pas extensible contrairement au trafic aérien qui est constamment en extension
- La mauvaise organisation et gestion du contrôle aérien

I.4.3. cause de la congestion aérienne en Algérie : (6)

- l'organisation du contrôle aérien
- les limitations de la capacité du contrôle
- la capacité limitée des infrastructures
- la capacité des ressources humaines
- la gestion de l'espace aérien

I.4.4. La capacité d'un aéroport :

La capacité de l'aéroport est celle du maillon le plus faible de la chaîne aéroportuaire. Sa capacité doit donc faire l'objet d'une analyse globale sur l'ensemble des maillons de cette chaîne, à savoir ; l'espace aérien terminal, le système de piste (s), les voies de circulation, l'aire de stationnement des avions, l'aérogare (traitement des passagers, l'acheminement des bagages...) et même l'accès à l'aéroport (voies d'accès, parking et contrôle de sécurité ...)

- la capacité technique:

C'est le nombre de demandes qui peuvent être traitées pendant une période de temps retenu avec une infrastructure donnée, en respectant la réglementation et compte tenu des contraintes et exigences de ponctualité des vols

- la capacité opérationnelle (déclarée) :

Elle fixe le débit maximal de trafic qu'un aéroport est en mesure d'accepter, en prenant en compte l'ensemble des éléments de la chaîne aéroportuaire ainsi que de certaines contraintes extérieures (principalement la protection des riverains et les interférences avec le trafic d'un autre aéroport). Il s'agit d'une valeur représentant un objectif affiché par un aéroport elle est nécessairement inférieure ou égale à la capacité technique.

- Capacité annuel :

Capacité annuelle pour les mouvements : C'est le débit annuel maximal d'aéronefs qui peut être écoulé par le système de piste(s) au cours d'une année, en considérant ses pratiques d'utilisation, et compte tenu du respect des règles de sécurité et d'un retard des vols acceptable pour les opérateurs

Capacité annuelle pour les passagers : C'est le débit annuel maximal de passagers qui peut être écoulé par un aéroport au cours d'une année, en considérant ses pratiques d'utilisation, compte tenu d'un certain niveau de qualité de service et dans le respect des règles de sécurité et de sureté.

1.4.4.1. Cause du manque de capacité : (7)

Le facteur qui limite l'accroissement de la capacité tient d'abord de la saturation des capacités de contrôle de la navigation aérienne, notamment dans certaines régions du monde telle que l'Europe et les états unis d'Amérique

Parmi les raisons conduisant à cette limitation, nous citons :

- L'organisation du contrôle aérien :

L'organisation du contrôle et du réseau de routes ne facilite pas la fluidité du trafic, en effet, les aéronefs doivent suivre des routes aériennes qui existent grâce à des balises au sol. Ce système a l'avantage de permettre de bien connaître la position des aéronefs, mais, il crée d'importants problèmes de congestion.

- La gestion de l'espace aérien :

Elle s'effectue par secteur de contrôle, qui coïncide le plus souvent avec les frontières des états. En revanche, la séparation au niveau des frontières est susceptible d'être source d'inefficacité, puisqu'elle ne tient pas compte des flux de trafic, autrement dit le tracé des routes aériennes demeure encore très national. D'autre part cette coexistence de ciels nationaux se caractérise par l'utilisation d'équipements et de procédures en matière de régulation aérienne, qui peuvent varier d'un pays à l'autre. Cette mauvaise structuration du ciel est aujourd'hui mise en évidence, puisque désormais, cette gestion nationale de l'espace aérien se montre incapable de faire face à la croissance du trafic aérien civil et apparaît comme une des causes principales du problème de congestion.

- La capacité limitée des infrastructures :

A ces limitations de capacités de contrôle s'ajoutent les limites de la capacité d'accueil des aéroports, sans doute encore plus difficile à surmonter, vu les investissements importants que cela nécessite, en effet une piste d'aéroport est l'aboutissement (ou le départ) d'un entonnoir dans le quel le trafic vient se concentrer et voit ainsi son débit limité inévitablement par le nombre de

piste disponibles, sachant que pas plus d'un aéronef à la fois ne peut décoller ou atterrir d'une piste, le débit maximum ne pourrait excéder 40 mouvements par heure pour une même piste. A l'aéroport d'Alger (houari Boumediene, DAAG), pour la piste 23 (équipé ILS « Instrument landing system ») et pour une procédure d'attente sur « OA », la séquence théorique est de 6 minutes (c'est la séquence la plus courte en Algérie) ce qui permet d'avoir un maximum de 10 mouvements (en atterrissage) par heure, qui semble suffisant, mais en tout état de cause, on peut saturer l'attente à Alger

S'ajoutant à cela un autre facteur contribue à l'insuffisance de la capacité, et il s'agit des espaces aériens réservés au militaire que ce soit en Algérie (zone à statut particulier) ou bien au sud de l'Europe ou certains couloirs de l'espace aérien ont été réquisitionnés par les militaires en raison de la guerre du Kosovo durant l'été 1999.

- Problèmes de coordinations :

Le contrôle aérien connaît un autre problème, celui de la coordination entre pays. La juxtaposition d'une trentaine d'administrations et de systèmes de sécurité ne permet pas d'assurer la fluidité des vols qui traversent plusieurs pays. Cette complexité du passage d'un système national à un autre contribue à une importante perte de temps.

- La capacité des ressources humaines :

Assurer le contrôle dans les airs ou dans les aéroports est un élément fondamental dans la maîtrise de la capacité, effectivement une équipe de contrôle ne peut pas gérer simultanément plus qu'un nombre limité d'aéronefs, ce qui conduit à diviser l'espace en morceaux de plus en plus petits « secteur » au fur et à mesure que la densité de trafic augmente, et/ou à limiter la capacité si le nombre requis d'équipes de contrôle n'est pas disponibles.

- La météo :

Lorsque les conditions de visibilité sont dégradées, la circulation aérienne peut rapidement être paralysée. Même lorsque le contrôle dispose d'une visualisation radar de la situation, la réglementation actuelle ne prévoit pas le guidage précis d'un aéronef par le contrôle, car la responsabilité du pilote (pour l'anticollision) n'est pas remise en cause. Ces situations dangereuses nécessitent donc souvent des pratiques opérationnelles à la limite de la réglementation, ou la responsabilité de chacun n'est pas clairement spécifiée.

- L'environnement :

Les problèmes environnementaux ont pris une ampleur conséquente pour tous les aéroports, quelle que soit leur taille. Le développement des agglomérations et la prise en compte des nuisances sonores ou de la pollution,

induisent souvent des décisions limitatives pour la croissance du trafic aéroportuaire.

- L'incertitude de la demande :
 - Les vols : la demande est déterminée par des programmes et des plans de vol déposés. Seulement 80% de la demande du trafic, dans l'ensemble, est connu un jour avant que les vols n'aient lieu. Pour un aéroport coordonné. Ou il y'a seulement du trafic commercial, plus de 95% de vols sont connus un jour avant. Certains des vols annulés ou supplémentaires, vols d'affaires ... ne sont pas encore connus
 - Heure de décollage : un degré significatif d'incertitude concernant l'heure de décollage dus aux compagnies aériennes ou aux problèmes techniques affectant l'aéronef, l'embarquement de passagers, chargement du fret..., les retards imposé par l'ATFCM, et la fenêtre du créneau de cette dernière (l'heure de décollage doit avoir lieu dans délai de -5 minutes et +10 minutes du temps autorisé).
 - Temps de vol : un autre facteur incertain est le temps de vol, qui dépend des compagnies aériennes, des conditions météorologiques, des mesures de temps réel d'ATC (vol direct, niveau de vol), et des procédures de départ ou d'arrivée standardisées « SID/STAR » par rapport à la piste en service

I.4.5. Impact de la congestion aérienne :

La congestion aérienne se manifeste, aujourd'hui, principalement par des retards, mais elle risque, à plus long terme, de poser des problèmes de sécurité. Elle augmente les risques d'accident, réduit la mobilité et ralentie l'évolution économique. Elle est aussi une cause majeure des émissions polluantes (contribution de 2.5% du total des émissions polluantes). Et compte tenu de la croissance du transport aérien, les prévisions à l'horizon 2050 porteraient la part de l'aérien à 3%. (8)

- L'impact économique :

L'augmentation des retards à des conséquences économiques et financières, une baisse de la productivité, et donc des pertes potentielles qui peuvent se chiffrer, au niveau mondial, par des milliards de dollars sur les compagnies, leurs passagers et la société dans l'ensemble.

- L'effet environnemental :
 - Le surcroît de la consommation d'énergie implique l'augmentation des émissions polluantes.
 - La nuisance sonore qui gêne les habitants aux proximités de l'aéroport
- L'effet sur la sécurité :

Risque d'accident dû aux abordages et collisions.

I.5. conclusion :

Grâce a cette étude, nous savons maintenant qu'es ce qu'une congestion aérienne, ses causes, son impact, sa conséquence direct qui est le retard, mais aussi les autres causes du retard en Algérie et ailleurs, et donc dans le prochain chapitre nous allons parler des moyens de décongestion mis au point pour atténuer l'impact de la congestion aérienne et des retards.

Chapitre II : Décongestion aérienne

Chapitre II : Décongestion aérienne

II.1. Introduction

Dans ce second chapitre, nous allons parler des solutions qui ont été envisagées et mises en œuvre en réponse aux problèmes de congestion aérienne, en jouant sur les deux aspects de cette congestion à savoir « la demande et la capacité ».

La voie la plus naturelle pour résoudre ce problème pourrait être l'augmentation de la capacité du système de contrôle, considéré comme étant la plus limitative dans l'écoulement du trafic. Cependant, le problème de la congestion s'explique par une inadéquation entre l'offre et la demande, on peut aussi tenter d'adapter le trafic aux ressources disponibles en régulant ce dernier.

Deux approches ont été envisagées pour palier aux problèmes de congestion aérienne, l'augmentation de la capacité du système de contrôle et la 2eme qui nous intéresse le plus porte sur l'adaptation de la demande à l'offre par régulation du trafic aérien.

II.2. Première approche : augmentation de la capacité du contrôle aérien

La capacité du système de contrôle pourrait être améliorée en apportant des solutions d'ordre opérationnelles et/ou technique.

Sur le plan opérationnel, les secteurs de contrôle peuvent être restructurés pour optimiser les flux de trafic, le réseau de route peut être réajusté pour diminuer le nombre de conflits potentiels et améliorer l'écoulement du flux aérien, les périodes de travail des contrôleurs peuvent être réorganisées afin d'offrir une capacité maximale lors de forte demande, une gestion globale des flux de trafic peut encore être améliorée.

Sur le plan technique, l'introduction de nouveaux outils et systèmes (comme le RADAR, MLS, ADS-B, la multilatération, outils d'aide à la décision ...) de plus en plus performants peuvent accroître la capacité du contrôle aérien et améliorer en même temps la gestion des flux de trafic.

Pour cela des solutions ont été envisagées pour accroître la capacité du système de contrôle, elles sont divisées suivant la fonction sur l'aérodrome, l'approche et en route ou bien des solutions communes

II.2.1. Les aérodromes et l'espace environnant :

Les contraintes de capacité varient considérablement d'un aérodrome à un autre. Bien entendu, la meilleure solution serait d'augmenter la capacité aéroportuaire en construisant ou en agrandissant des aérodromes, des pistes et des aérogares, mais cette solution n'est pas toujours faisable. Les états doivent alors trouver des moyens de traiter efficacement et équitablement la demande excédentaire.

II.2.1.1. Outils économiques :

En termes économiques, des mesures peuvent être considérées visant à augmenter la capacité ou à gérer la saturation. Certains états, dans lesquels l'insuffisance de la capacité aéroportuaire est particulièrement prononcée, appliquent une ou plusieurs mesures, en agissant tant sur l'offre que sur la demande.

La tarification de pointe (faire payer plus cher les vols pendant les périodes à forte demande) est une solution envisageable lorsqu'il existe une demande trop forte, qualifiée de périodes de pointe par rapport à la capacité d'une infrastructure. Elle conduit les compagnies aériennes à étaler leurs départs de façon à lisser le trafic et réduire les encombrements. La tarification de pointe se justifie, non seulement par un coût supérieur afin d'avoir une capacité supérieure disponible en présence d'une forte demande, mais aussi par la volonté d'opérer un certain rééquilibrage des demandes sur les différentes périodes.

De ce point de vue, l'objectif d'une tarification de pointe est de déplacer la demande des périodes de pointe vers les périodes hors pointe, elle peut être utile :

- Afin d'assurer l'efficacité économique : une régulation par le péage permet de dissuader les déplacements à faible utilité économique durant les heures de pointes et de permettre des déplacements à forte utilité économique plus rapide durant ces heures.
- Maximisation de l'utilisation efficace des ressources disponibles.
- Bien que cette méthode permette d'étaler la demande, elle présente l'inconvénient de favoriser les compagnies les plus riches.

II.2.1.2. Optimisation de la séquence de piste :

Sur les plus grandes plateformes aéroportuaires et dans les conditions normales d'exploitation, les pistes restent les éléments les moins capacitifs car les séparations imposées entre mouvements sont restrictives derrière les aéronefs à forte turbulence de sillage et dépendent des conditions météorologiques.

Sur ce point, différentes améliorations peuvent être envisagées :

- Optimisation des procédures d'approche :

La définition de procédures d'approche adaptées facilite le travail des séquençement initial des arrivées pour le contrôle d'approche, en rendant possible des changements de vitesses et de trajectoires des aéronefs. La mise à disposition de différents hippodromes d'attente permet notamment de réguler le flux d'arrivée lorsqu'il dépasse la capacité de la piste.

Dans certains cas, les procédures d'approche peuvent également être utilisées pour modifier légèrement l'ordonnancement des arrivées, en fonction des contraintes de turbulence de sillage, plus généralement, l'amélioration des procédures d'approche peut être vue comme un problème d'optimisation complexe, contraint par les performances des aéronefs (qui déterminent le type de trajectoire qu'ils sont susceptibles de suivre) et dont le critère est la capacité de ces secteurs.

- Développement d'outils d'aide au contrôle :

Le développement d'outils prédictifs (DST : Décision Support Tool) capables d'anticiper suffisamment le trafic aéroportuaire (atterrissages et départs) peut participer à la définition de meilleures séquences de piste. Là encore, la recherche d'un séquençement optimal des vols peut se formuler assez simplement comme un problème d'optimisation, contraint par les possibilités d'ordonnancement des aéronefs (en fonction des prévisions de trafic) et dont l'objectif est la minimisation des retards.

- La précision des équipements (embarqués ou au sol) permettant aux aéronefs d'effectuer un atterrissage de précision (aux instruments et par mauvaise visibilité), qui relève de l'innovation technologique, ce qui permet de réduire les normes de séparation.
- L'étude aérodynamique de la turbulence de sillage des aéronefs semble également porteuse : L'effet du vent fort sur la propagation de la turbulence peut par exemple aboutir à des normes de séparation en temps beaucoup moins contraignantes que les séparations en distance normalement pratiquées. L'utilisation en temps réel d'instruments de mesure de l'importance du tourbillon (ou vortex) provoqué par un aéronef peut également apporter des gains de capacité non négligeables.

- Amélioration de la prévisibilité du trafic aéroportuaire :

L'aérodrome apparaît comme l'endroit où le trafic aérien est le moins prévisible. L'enchaînement des actions pendant l'escale d'un aéronef relève d'une course contre la montre et dépend la plupart du temps de la gestion d'une multitude d'imprévus. Les temps de roulage sont de plus extrêmement sensibles au débit d'aéronefs demandant la piste. Dans ce contexte, l'amélioration de la prévisibilité du trafic nécessite une large diffusion des informations en temps réel,

non seulement entre les positions de contrôle d'aérodrome et d'approche, mais également entre chaque intervenant sur un même aérodrome.

- Améliorer la Coordination entre les aérodromes :

L'échange d'informations de trafic entre différents aérodromes coordonnés est encore relativement faible. La connaissance des retards prévus sur un aérodrome permet pourtant d'optimiser la gestion des vols de tous les aérodromes qui lui sont connectés. Dans ce cadre, des systèmes (AMAN : Arrival Manager et DMAN : Departure Manager), mis à jour en temps réel, ont été développés pour permettre d'informer les aérodromes coordonnés des évolutions du trafic.

Le manque d'information entre les aérodromes a aussi mener vers la nécessité de se tourner vers le concept A-CDM, un concept plus collaboratif, afin de partager les informations concernant les phases clés d'un vol pour améliorer la gestion des vols, la coordination entre les aérodromes et la diminution des retards.

II.2.2. L'espace en route :

Les Solutions pour accroître la capacité de l'espace en route sont :

II.2.2.1. Améliorer l'organisation et la gestion de l'espace aérien:

L'organisation de l'espace aérien doit se baser sur le principe de volume contigus d'espace aérien conçus d'après des critères de performance opérationnels, indépendants des contraintes liées aux frontières nationales, d'où une liberté maximale pour tous les usagers de l'espace aérien, compatible avec le niveau requis de sécurité et de capacité tout en tenant compte des besoins des états en termes de sûreté et de défense.

Une optimisation de l'organisation de l'espace aérien doit se faire de façon que tous les usagers disposent d'une liberté de mouvement : La simplification passera par une harmonisation de la classification OACI des espaces aériens ATS. Cette simplification sera profitable à la sécurité, les configurations d'espace aérien étant moins complexes, et servira de base à l'adoption de règles et procédures communes et sans ambiguïté pour les vols tant IFR (règle de vol aux instruments), que VFR (règles de vol à vue).

La mise en œuvre du concept d'utilisation flexible de l'espace aérien Indépendamment des frontières nationales, débouchera sur des processus de planification et de gestion de l'espace aérien menés en collaboration entre les civils et les militaires. L'utilisation dynamique des espaces aériens doit permettre le gain en termes d'espace aérien exploitable pour les civils et les militaires.

Optimisation du réseau de routes par l'amélioration du réseau actuel de routes fixes, dans l'optique de mieux tirer parti de la flexibilité accrue qu'offrent le concept FUA (Concept d'utilisation flexible de l'espace aérien) et l'exploitation des techniques (RVSM "minimum de séparation vertical", RNAV "navigation de

surface"...), permettant de concevoir des structures de route et d'éviter les concentrations d'aéronefs en des points encombrés. Dans l'ensemble, les vols pourront emprunter des routes plus directes, offrant un meilleur rendement sur le plan de la consommation, et de recourir à des itinéraires de contournement pour éviter les zones de forte densité de trafic aérien.

Optimisation de la conception des secteurs ATC : Lorsque la densité du trafic le permet, les divisions rigides de l'espace aérien disparaîtront progressivement au profit d'un forum d'augmenter la capacité en passant à une structure tout à fait souple de l'espace aérien, dans laquelle les limites de secteur seront adaptées en temps réel aux courants de trafic particuliers et aux pointes de la demande, et deviendront indépendantes des frontières nationales. Aussi l'application initiale du RVSM augmentera la capacité des secteurs.

Optimisation de l'espace aérien en régions terminales (TMA) : La reconfiguration et l'optimisation des routes d'arrivée et de départ (STAR et SID) qui servent à structurer les courants de trafic aux abords des aéroports les plus chargés vont contribuer à renforcer la capacité de l'espace aérien dans les régions de contrôle terminales (TMA) et pourraient augmenter le débit de certains aéroports. La mise en œuvre de cet objectif passera par l'amélioration des performances des aéronefs, qui déboucheront, à long terme, sur l'objectif ultime qu'est la RNAV 4D dans l'espace aérien des TMA.

Principe d'un continuum d'Espace Aérien : Pour l'accroissement de la : capacité, l'espace aérien international peut être considéré comme un continuum dégagé des contraintes qu'imposent les frontières.

La planification, la structure opérationnelle, la gestion et l'exploitation de l'espace aérien doivent refléter ce principe et être mis en œuvre de manière cohérente en vue de :

- Offrir une capacité suffisante pour absorber la demande de tous les usagers, à tout moment dans de bonnes conditions d'efficacité et de rendement, et aux périodes de forte charge, sans imposer (en conditions normales) de pénalisations notables sur les plans opérationnel et économique.
- Permettre aux aéroports d'exploiter au mieux la capacité potentielle, telle qu'elle résulte de l'infrastructure en place, des restrictions d'ordre politique et écologique et de l'utilisation économique des ressources.

II.2.2.2. Les concepts de free route et free flight : l'automatisation du contrôle aérien et de l'aéronef :

Dans le domaine de la gestion du trafic aérien, les concepts en vogue de Free-Route et de Free-Flight espèrent répondre aux problèmes de congestion de l'espace aérien. En Europe, le Free-Flight a été envisagé dans le but d'alléger la charge de travail du contrôleur en s'affranchissant d'un contrôle centralisé au profit

d'un contrôle embarqué, tout en utilisant des routes directes. La vision du Free-Flight ouvre la perspective d'un nouveau système où les aéronefs en croisière ne sont plus contrôlés depuis le sol, mais résolvent eux-mêmes les éventuels conflits qu'ils peuvent rencontrer avec d'autres aéronefs. En effet dans le système actuel, ce sont les contrôleurs aériens qui assurent cette fonction, le pilote étant maître de sa manœuvre mais devant se conformer aux instructions du contrôle.

- L'automatisation dans l'aéronef :

Les progrès technologiques en matière de circulation de l'information permettent d'envisager des liaisons de données permanentes entre le sol et l'aéronef. De plus les automatismes de l'aéronef aident le pilote lors des différentes phases de vol (montée, en route et descente), dans des conditions météorologiques très dégradées. Il reste encore quelques progrès à faire dans le domaine pour arriver au tout automatique jusqu'à l'arrêt devant l'aérogare. Mais pilotage automatique et liaisons sol-bord performantes autorisent à penser que l'on pourrait voir un jour un système de transport aérien entièrement commandé par les organismes au sol, ou par les pilotes automatiques. D'éventuels pilotes humains ne seraient là que pour surveiller le bon fonctionnement des automatismes, comme c'est déjà souvent le cas actuellement. Déterminerait les trajectoires à suivre.

- L'automatisation des systèmes de contrôle aérien :

La fonction principale du contrôle de la circulation aérienne est d'assurer un écoulement sûr et ordonné des vols, en évitant les abordages entre aéronefs en l'air ou les collisions au sol. Sa raison d'être est avant tout la sécurité. L'automatisation du contrôle consiste à transférer à un système (totalement ou partiellement) des tâches effectuées jusqu'à présent par un opérateur humain. Tant que l'automatisation n'est pas totale, l'opérateur garde un rôle et on parlera d'assistance automatisée. L'automatisation de l'ATC peut améliorer les performances dans trois domaines :

- La sécurité : en éliminant les erreurs humaines ou en diminuant leur impact, par une meilleure information, des filets de sauvegarde et une certaine supervision de l'homme par la machine (la majorité des accidents sont dus à des erreurs humaines).
- La capacité : en utilisant la machine comme collaborateur de l'homme.
- L'efficacité de la gestion du trafic : en réduisant les restrictions imposées aux aéronefs (routes directes, niveaux optimaux,...)

II.2.2.3. Utilisation des futurs concepts opérationnels de navigation :

Les futurs concepts opérationnels de navigation sont la navigation de surface (RNAV) et les performances de navigation requise (RNP) soutenues par un système global de navigation par satellite (GNSS).

- La Navigation de surface (RNAV) :

Méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue dans les limites de la couverture des aides à la navigation à référence sur station au sol, ou dans les limites des possibilités d'une aide autonome ou grâce à

une combinaison de ces deux moyens. Le RNAV autorise le vol dans n'importe quel espace aérien et sur n'importe quelle trajectoire à l'intérieur de tolérances de précision prescrites, sans qu'il soit nécessaire de survoler directement les installations de navigation basées au sol (VOR, NDB...). L'aéronef et les points Tournants de sa route sont alors localisés par leurs coordonnées géographiques (Localisation par satellite ou par station inertielle ou localisation combinée).

- Précision de navigation requise (RNP) :

Le concept RNP définit la qualité de navigation minimale à l'intérieur d'une route RNAV, et elle qualifie à la fois cette route et les aéronefs admis dans cet espace aérien. Elle le caractérise au moyen de l'expression d'une précision de navigation (le type de RNP) à respecter à l'intérieur de cet espace. Le type de RNP est lié au niveau de performance des équipements de bord des aéronefs. Exemple : Les aéronefs capables de rester au moins 95% du temps de vol à moins de 5NM de la route nominale prévue respectent une RNP5.

- Le Système Global de Navigation par Satellite (GNSS) :

Le concept GNSS (Global Navigation Satellite System) regroupe les différents systèmes de positionnement par satellite de base (GPS, GLONASS, GALILEO ...). Un récepteur à bord de l'aéronef capte les signaux d'au moins quatre satellites synchrones (Horloges atomiques), un calculateur traite les différents signaux et détermine la position de l'aéronef.

- La Réduction du Minimum de Séparation Verticale (RVSM) :

Le trafic aérien est en constante croissance sur le plan mondial. Les systèmes ATM devront évoluer afin de pouvoir absorber cet accroissement continu du trafic.

De toutes les mesures actuellement mise en œuvre et normalisées par l'OACI, le RVSM a été jugée la plus rentable pour répondre à ce besoin, grâce à la mise à disposition de six niveaux de vol supplémentaires utilisables dans la bande d'espace aérien comprise entre les FL 290 et FL 410 inclus.

La mise en œuvre du RVSM apporte principalement :

L'Augmentation de la capacité ATC : le RVSM permet de réduire la charge de travail des contrôleurs. Et la capacité des secteurs concernés peut augmenter de 20% par rapport à celle d'un environnement avec minimum de séparation verticale conventionnel (CVSM : Conventionna vertical separation minima). Par ailleurs, il est possible d'accroître encore la capacité en modifiant la structure de l'espace aérien grâce, par exemple, à une nouvelle sectorisation et/ou à l'introduction de secteurs supplémentaires. Pour cela les aéronefs doivent être homologués RVSM et avoir des équipements (détermination de l'altitude et de la position) plus précis.

II.2.2.4. Utilisation de nouvelle technologie de communications :

En raison d'une augmentation des besoins en communications aéronautiques et de la pénurie de fréquences que les revendications du spectre

aéronautique provenant d'intérêts non aéronautiques risquent de causer, l'utilisation efficace du spectre aéronautique par les systèmes de communications devient un aspect de plus en plus critique de la planification de la navigation aérienne.

Au cours de la dernière décennie, l'OACI a pris en compte, un certain nombre de nouvelles techniques de communications air-sol et air-air, certaines numériques (liaison de données HF (high frequency), liaison numérique VHF (Very high frequency), VDL (VHF data link) mode 2, mode 3 et mode 4, SSR mode S (radar secondaire mode S), et CPDLC, ACARS), d'autres analogiques (espacement de 8,33 kHz des canaux). La mise en œuvre de certaines de ces techniques est en cours et contribue à l'augmentation de l'ensemble des besoins concernant le spectre aéronautique, tandis que les systèmes de communications vocales air-sol classiques continuent à fonctionner, constituant encore le moyen principal pour les communications opérationnelles. Les communications vocales entre pilotes et contrôleurs de la circulation aérienne iront de pair avec la transmission de messages textuels d'écran à écran grâce au système dénommé CPDLC (communications contrôleur pilote par liaison de données). Ce système informatise une part sans cesse croissante des communications air-sol effectuées chaque jour, ce qui allégera la charge de travail aux deux bouts de la chaîne et libérera, au profit de communications plus urgentes, des canaux radio déjà très encombrés.

II.2.2.5. Amélioration de la coordination civile - militaire :

La croissance continue du trafic aérien et la lutte contre les retards ont fait de l'amélioration de la coordination civile-militaire une des priorités de la navigation aérienne. Grâce au concept d'utilisation souple de l'espace aérien, les autorités civiles et militaires sont en mesure d'améliorer la coordination de leur circulation aérienne. Avec un double objectif : permettre aux services de la navigation aérienne de mieux écouler un trafic en croissance continue tout en préservant les activités militaires.

L'exemple de l'Europe: Le concept d'utilisation souple de l'espace aérien (adopté par la CEAC (conférence européenne de l'aviation civile en 1994) fournit aux autorités civiles et militaires un cadre de gestion commune de l'espace aérien. Il se décline en trois niveaux de coordination: stratégique, pré-tactique et tactique (ou temps réel).

- Au niveau stratégique, les autorités civiles et militaires, réunies au sein d'un directoire, définissent les structures d'espace cogérées et fixent les procédures de négociation et les règles de priorité.
- Au niveau pré-tactique (à j-1), la CNGE (cellule national de gestion de l'espace aérien), alloue temporairement ces structures d'espace en fonction des besoins.
- Enfin, le niveau tactique recouvre la coordination en temps réel entre contrôleurs civils et contrôleurs militaires.

II.3. Deuxième approche : régulation du trafic

En dépit de l'augmentation concurrente des capacités de contrôle, le système global de la navigation aérienne a atteint dans les secteurs de grand

trafic Etats-Unis, Europe de l'ouest, Asie de l'est) un degré d'utilisation proche de la saturation évoquant de nombreux retards lors des périodes les plus chargées. Les premières victimes de la saturation ont été historiquement les aéroports. Ils restent, aux Etats-Unis, le principal goulot d'étranglement. Lorsque le nombre d'aéronefs souhaitant atterrir est supérieur à la capacité de l'aéroport, les contrôleurs en charge sont obligés d'imposer des attentes en l'air coûteuses pour les compagnies. Pour résoudre ce problème, les premières recherches dans le domaine de la régulation du trafic aérien au milieu des années 80 ont été basées sur le principe « un retard au sol coûte moins cher qu'un retard en vol ». Il serait alors plus économique de retarder les aéronefs avant leur décollage.

Pour pouvoir prendre en compte les espaces aériens européens, où la saturation des espaces en route est également un problème majeur, il a été nécessaire d'étendre les recherches aux cas où la capacité de l'espace aérien en route est aussi limitative que les capacités aéroports.

Au fur et à mesure que des chercheurs se sont intéressés à ce sujet et à ses extensions, les autorités de la navigation aérienne ont dû mettre en place des mesures de régulation visant à casser "les pics de demande, en limitant le nombre d'aéronefs qui peuvent pénétrer dans un secteur donné pendant une durée donnée: ce mécanisme de régulation de trafic est appelé ATFCM : la gestion des flux de trafic aérien et de la capacité ou Air Traffic Flow and capacity Management envers l'ATS, l'objectif de l'ATFCM (en anticipant les situations de dépassement des capacités) est de lisser l'écoulement du trafic aérien et de protéger les contrôleurs aériens des surcharges, envers les AOs l'objectif étant d'aider à la planification des vols et la minimisation des coûts liés à la congestion.

II.3.1. Définition de l'ATFCM :

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

II.3.2. Définition d'une régulation : (9)

La régulation des flux du trafic aérien est un filtre tactique destinée à homogénéiser les vols qui doivent traverser l'espace aérien contrôlé, il s'agit de limiter le nombre d'aéronefs qui pénètrent dans un secteur donné pendant un intervalle de temps spécifié

II.3.3. Définition de la capacité d'un secteur de contrôle : (10)

La capacité d'un secteur de contrôle est le nombre maximum d'aéronefs pouvant entrer dans ce secteur pendant un intervalle de temps donnée (généralement une heure). Elle est sensé correspondre à la charge maximale qu'un contrôleur peut supporter. Elle varie donc en fonction de nombreux paramètres dont certains assez subjectifs comme le bon fonctionnement de tous

les équipements mis à la disposition des contrôleurs, la disponibilité des routes aérienne, la qualification et le nombre de contrôleurs ... etc.

II.3.3.1. Le calcul des capacités des secteurs de contrôle :

Les méthodes d'estimation de la capacité ont fait l'objet de nombreux et divers travaux. Si autant d'énergie a été dépensée pour essayer de mettre au point une méthode, c'est parce que le besoin d'obtenir un chiffre précis de capacité est réel. Les raisons sont diverses mais tout aussi importantes. Rappelons tout d'abord que la capacité d'un centre de contrôle et son aptitude à écouler le trafic avec une sécurité maximale et dans de bonnes conditions de régularité. Un système ATC doit être conçu pour obtenir une capacité de contrôle adaptée à la demande du trafic prévue sur de longues périodes mais doit aussi être en mesure de s'adapter au mieux à la demande immédiate du trafic. Ainsi, toute planification, qu'elle soit à long ou à court terme, passe par une connaissance de la capacité d'accueil de l'espace aérien qui peut être offerte aux usagers. De plus ces prévisions peuvent révéler les lacunes de la capacité, et dans ce cas il faut réorganiser l'espace ou les flux pour remédier à ses problèmes, cette réorganisation doit être faite d'une manière homogène et coordonnée. Mais aussi la connaissance des valeurs de la capacité permet à l'ATFCM d'imposer des restrictions et des régulations afin que les secteurs ne soient pas surchargés dans le cas où le secteur est déjà à la limite de la congestion. Sans oublier aussi le facteur de l'effectif des contrôleurs aériens qui est étroitement lié à la capacité d'un secteur de contrôleur, car malgré la sophistication et la technologie du matériel, le contrôleur doit toujours être présent pour les faire marcher.

II.3.3.2. Capacité et régulation :

Parmi les raisons qui motivent le calcul de la capacité, nous citerons l'adaptation de la demande prévue à l'aptitude des centres de contrôle à absorber le trafic. La connaissance de la capacité est donc un outil indispensable aux organismes de gestion du trafic pour réaliser leur objectif de régulation, aussi bien dans l'espace que dans le temps, et ce avec le souci de garantir à la fois un niveau de sécurité maximum et une optimisation de l'écoulement du trafic. Il est donc important de connaître et avec précision la valeur de la capacité des secteurs concernés. Si elle est sous estimée, ce seront autant d'aéronefs maintenus au sol inutilement, dans le cas contraire, c'est en l'air que les aéronefs risquent d'attendre ou pire encore des surcharges des secteurs de contrôles et donc l'affectation de la sécurité des vols.

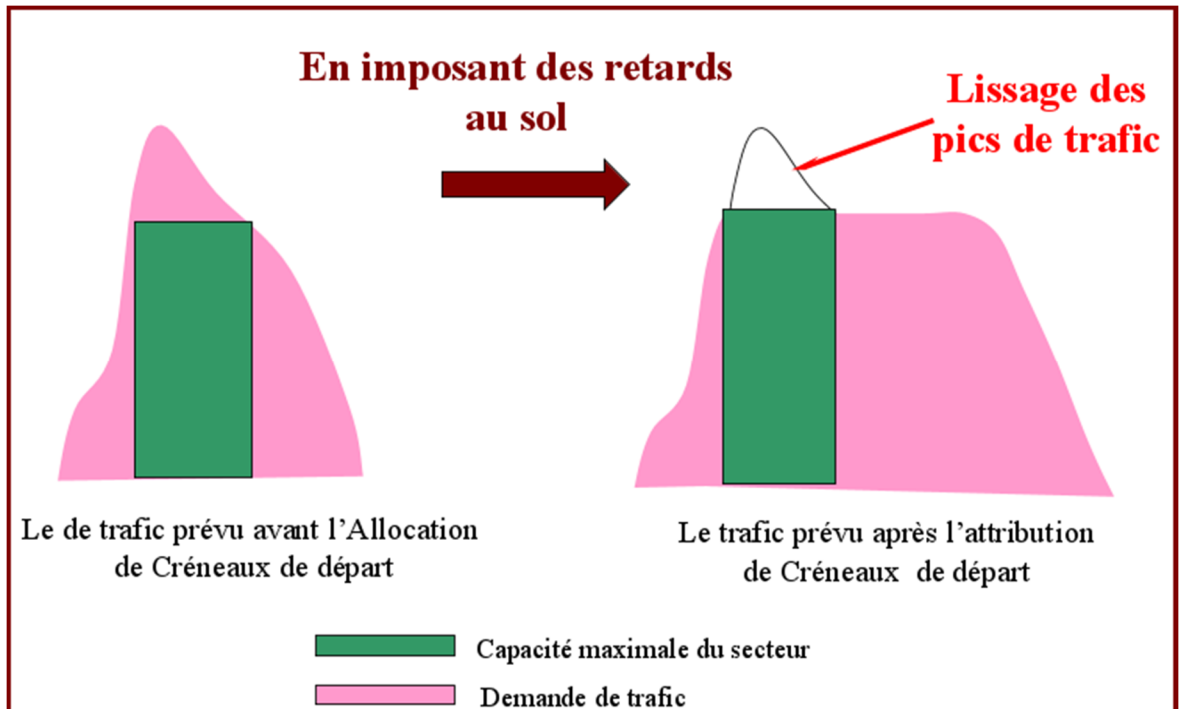


Figure II.1 : trafic aérien avant et après la régulation au sol (9)

II.3.4. Aéronefs exemptés des mesures ATFCM :

- Les vols en situation d'urgence, y compris les vols qui font l'objet d'une intervention illicite.
- Les vols effectués à des fins humanitaires
- Les vols effectués à des fins médicales
- Les vols effectués pour des missions de SAR
- Les vols avec statut de chef d'état

Traitement des vols exemptés des mesures de régulation :

Un vol exempté est pris en compte dans la liste des créneaux mais ne subit aucun délai : le vol est forcé à son ETO. Il en résulte qu'un tel vol n'est pas soumis au principe « premier arrivé, premier servi »

II.3.5. Le but de l'ATFCM :

La gestion des courants de trafic aérien et de la capacité (ATFCM) 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 aérodromes et de l'espace aérien, d'événements inattendus ou de pointes de trafic anormales. L'ATFCM 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 toute en minimisant les retards, en utilisant les espaces non encombrés pour des réacheminements (rerouting), regroupements/dégroupements en fonction de la demande
- Utilisation flexible de l'espace aérien.
- Assurer, dans la mesure du possible, le principe d'équité entre les vols « premier arrivé/premier servi »
- Fournir des informations aux utilisateurs, ces derniers connaissent à l'avance les lieux régulé, les périodes de régulation et les raisons des retards prévus

II.3.6. Les phases ATFCM :

Afin de maximiser l'utilisation de toutes les ressources disponibles dans les régions, que ce soit en termes de personnel, équipement, installations et/ou les systèmes automatisés, le processus de mise en œuvre ATFCM devrait être établi, planifié et développé par étapes selon la séquence suivante

II.3.6.1. Phase stratégique (1an-6mois planification) :

Mesure prise à plus d'un jour à l'avance de la journée dans laquelle il entrera en vigueur. Cette planification se fait normalement entre 6 et 12 mois à l'avance.

Cette phase stratégique vise une plus grande boîte de dialogue entre les partenaires et la capacité ATFCM « fournisseurs » afin d'analyser les restrictions de l'espace aérien, l'aéroport et de l'ATC, les changements climatiques saisonniers et phénomènes météorologiques significatifs. Il vise également à identifier, dès que possible, les écarts entre la demande et la capacité afin de définir conjointement des solutions possibles avec le moindre impact sur les flux de trafic.

Ces solutions ne seraient pas figé dans le temps, mais serait applicable en fonction de la demande prévue dans cette phase.

Le principal résultat de cette phase est la création d'une liste d'hypothèses, dont certaines sont diffusées dans des publications d'informations aéronautique qui, grâce à des prévisions de capacité, permettent aux planificateurs de trouver des solutions pour les problèmes tout en améliorant le soutien à l'ATFM en anticipant la solution à des configurations de trafic possibles

II.3.6.2. La phase pré-tactique (j-2 anticipation) :

Cette phase englobe des mesures prise d'un jour à six heures avant l'opération, une définition qui diffère de celle décrite dans les procédures pour les services de navigation aérienne/gestion du trafic aérien (PANS-ATM), qui précise que la mesure doit être prise plus d'une journée avant la date à laquelle elle entrera en vigueur.

La phase pré-tactique consiste en l'étude de la demande pour le jour de l'opération (depuis 48 heures avant), en la comparant avec la capacité disponible ce jour-là, en ajustant le plan élaboré dans la phase stratégique, ou de déterminer des mesures différentes selon les besoins, l'objectif principal de l'activité pré-tactique est d'optimiser la capacité grâce à une organisation de la configuration du secteur, l'utilisation de procédures de vol de remplacement, etc. ...).

II.3.6.3. La phase tactique (jour j réaction):

Au cours de cette phase, des mesures sont adoptées est appliquée le jour des opérations à savoir six heures à l'avance de l'opération. La gestion tactique des flux de trafic et de la capacité consiste à considérer, en temps réel, ces événements qui affectent le plan, et faire les modifications nécessaires.

L'objectif principal est de minimiser les perturbations et de profiter de toutes les opportunités qui peuvent surgir. La nécessité d'ajuster le plan d'origine peut résulter de problèmes de dotation, phénomènes météorologiques significatifs, les crises et les événements spéciaux, des opportunités inattendues ou des limitations liées à la terre ou a l'infrastructure, des données plus précises du plan de vol (FPL), la révision des valeurs de la capacité du secteur, etc. ...

II.3.6.4. La phase d'analyses post-opérationnelles :

C'est la dernière phase de l'ATFCM, un processus analytique est entrepris pour mesurer et analyser les performances des mesures ATFM prises durant le jour des opérations

II.3.7. Les principes de l'ATFCM :

Les principes de l'ATFCM sont les suivant :

- Optimiser la capacité des aéroports et les espaces aériens sans compromettre la sécurité.
- Maximiser les gains opérationnels et l'efficacité globale du système ATM tout en maintenant LE niveau de sécurité convenu.
- Promouvoir la coordination rapide et efficace entre toutes les parties concernées.
- Favoriser la collaboration internationale menant à un environnement ATM homogène optimale.
- Reconnaître que l'espace aérien est une ressource commune pour tous les utilisateurs et assurer l'équité et la transparence, tout en tenant compte de la sécurité et des besoins de la défense nationale.
- Soutenir l'introduction de nouvelle technologie et procédures qui améliorent la capacité et l'efficacité du système.
- Améliorer la prévisibilité du système et aider à maximiser l'efficacité et la rentabilité économique de l'aviation, et de soutenir d'autres secteurs économiques tels que le commerce, le tourisme et le fret.
- Evoluer en permanence pour soutenir un environnement aéronautique en constante évolution.

II.3.8. Fonctionnement d'un service ATFCM :

Un service ATFM dépend de plusieurs systèmes, processus et données opérationnelles pour fonctionner correctement. Le niveau de maturité de ces systèmes et processus détermine le niveau du service ATFM qu'on établit, quelques éléments doivent être pris en compte :

- Ressources ATM : l'ATFM reconnaît que l'espace aérien et les aérodromes sont des ressources communes à tous les utilisateurs de l'espace aérien, et qu'un haut niveau d'équité et de transparence doit être maintenu.
- Prévision du trafic : une prévision précise et à temps pour tous les vols utilisant les ressources ATM (aérodrome, route aérienne ...etc.) doit être établie à partir de toutes les données opérationnelles disponible, (ex : données plan de vol, statistiques ...etc.).
- Situation dynamique du trafic : données extraites des systèmes de surveillances ou autres pour augmenter la précision de la prévision à court terme.
- Situation météorologique actuelle et prévisionnelle
- Outils ATFM pour le partage des données (situation du trafic, météo ...).
- Accord officiel entre tous les partenaires ATFM dans une région et entre les unités ATFM adjacentes

II.3.9. Les avantages de la mise en place d'un service ATFCM : (11)

Les avantages de l'ATFCM se situent dans divers domaines du système ATM :

- Opérationnel :
 - Sécurité accrue du système ATM.
 - L'efficacité et prévisibilité opérationnelles du système accrue grâce au processus CDM
 - Gestion efficace de la capacité et de la demande grâce à l'analyse et à la planification des données
 - Sensibilisation de la situation accrue entre les parties prenantes et une approche coordonnée, et collaborative et exécution des plans opérationnels
 - Réduction des coûts d'exploitation
 - Gestion efficace des opérations irrégulières et atténuation efficace des contraintes du système et des conséquences des événements imprévus

- Sociétal :
 - Amélioration de la qualité du transport aérien
 - Développement économique accru grâce à des services efficaces et rentables à la projection de l'augmentation du trafic aérien
 - Réduction des émissions de gaz à effet de serre liées à l'aviation
 - Atténuation des effets des événements imprévus et des situations en capacité réduite en coordonnant des solutions rapides et efficaces pour revenir à une situation normale.

II.3.10. Les initiatives de gestion du flux de trafic aérien :

Traffic management initiative (TMI), sont des techniques importantes pour la gestion du système de trafic aérien lorsqu'elles sont coordonnées et appliquées correctement.

TMI sont applicables lorsqu'il est nécessaire de gérer les variations de la demande de trafic aérien, mais ils ne causent pas un impact sur les clients. Il est important de tenir compte de cet impact et mettre en œuvre que les initiatives qui sont nécessaires pour maintenir l'intégrité du système.

Par conséquent, le personnel de gestion du trafic devrait employer les méthodes les moins restrictives possible afin de minimiser les retards

II.3.10.1. Type des initiatives de gestion du flux de trafic aérien :

La liste suivante n'est pas exclusive. Il peut exister d'autres exemples de mesures ATFM

- Miles-in-tail (MIT) : une mesure ATFM tactique. C'est le nombre de nautique requis entre les aéronefs qui répondent à un critère spécifique. Les critères peuvent être : Aéroport, fixe, altitude ... etc.

- Minutes-in-trail (MINIT) : mesure ATFM tactique. C'est le nombre de minutes requises entre les aéronefs successifs. Elle est normalement utilisée dans l'espace aérien qui n'est pas surveillé.
- Rerouting scenarios : le déroutement (réacheminement), est un itinéraires ATC autre que celui indiqué dans le plan de vol déposé.
- Level capping : le plafonnement : terme pour indiquer qu'un avion sera autorisé à une altitude inférieure à l'altitude demandée jusqu'à ce qu'ils soient clairement dans un espace aérien donné. Le plafonnement peut être demandé à la phase initiale du vol ou bien de la totalité du vol
- Ground delay programme (GDP) : programme de retard au sol, est un processus administré par FMU, lorsque les avions sont maintenus sur le terrain en vue de gérer la capacité et la demande à un endroit précis, le but du programme est de soutenir la mission de gestion du trafic et de limiter l'attente dans l'air. Il s'agit d'un programme flexible et peut être explorées et mises en œuvre. Sous des formes diverses en fonction des besoins du système de trafic aérien.
- Grounds stops (GS) : est un processus qui exige à certains avions qui répondent aux critères spécifiques de rester sur le terrain. Comme il s'agit d'une des méthodes les plus restrictives de la gestion du trafic, des initiatives alternatives devraient être explorées et mises en œuvre, le cas échéant GS doit être utilisé ;
 - a) dans le cas où la capacité a été sévèrement réduite dans les aéroports ou pistes fermées pour le déneigement, ou dus à des accidents d'avions ou d'incidents.
 - b) pour prévenir de longue période de détention en vol
 - c) dans le cas où une installation est incapable ou partiellement incapable de fournir des services ATC en raison de circonstances imprévues.
 - d) lorsque les itinéraires ne sont pas disponibles en raisons de phénomènes météorologiques violents ou à des événements catastrophiques.

II.3.11. CFMU (NMOC) : (12)

Le CFMU (central flow management unit), est l'unité de gestion et d'optimisation des flux du trafic aérien et de la capacité ATFCM, crée au sein d'Eurocontrol. Il a pour mission de planifier de façon centralisée les volumes de trafic dans sa zone de responsabilité, dans le but d'optimiser la sécurité et la capacité de l'espace aérien. Le CFMU est ainsi chargée de veiller à ce que les secteurs de contrôle aérien soient exploités de façon optimale tout en cherchant minimiser les délais. Il a été remplacé par le NMOC (network manager opération center).

Pour sa fonction le CFMU utilise plusieurs systèmes, les plus importants sont : IFPS et l'ETFMS

IFPS : base de données CFMU

ETFMS : calculateur pour faire réguler le trafic

II.3.11.1. IFPS (integrated initial flight plan processing system) :

Est un service centralisé de traitement et de distribution des messages plan de vol, il a été établi sous l'autorité d'Eurocontrol. Ce service est fourni par le système IFPS à l'intérieur d'une partie de la région OACI EUR connue sous le nom IFPS ZONE (IFPZ).

Le but de l'IFPS est de réduire le nombre de sources d'informations sur les plans de vols dans la zone IFPS à un seul point. Pour augmenter l'intégrité des données du plan de vol utilisées par les différents acteurs de l'aviation (ETFMS ...).

L'IFPS vérifie le format (DOC 4444), la sémantique des messages reçues, par contre ne vérifie pas l'autorisation de survol des vols traités.

Il est formé de deux unités opérationnelles : (12)

IFPU	IFPU1-Bruxelles (haren)	IFPU2-Paris (Brétigny)	IFPUZ
AFTN	EUCHZMFP	EUCBZMFP	EUCHZMFV
SITA	BRUEP/7X	PAREP7X	BRUEY7X
Ops téléphone	++32(0)2 745 1950	++33(0)1 6988 1750	
Ops fax	++32(0)2 729 9041	++(0)1 6988 3822	

Tableau II.1 : unités opérationnelles.

Le traitement des MSG envoyés à l'IFPS se fait par une seule unité IFPU1, l'IFPU2 est utilisée comme secours.

L'IFPS est responsable de traitement des vols ou des parties des vols en IFR et CAG à l'intérieur de la zone IFPS.

II.3.11.1.1. Messages reçus et/ou envoyés par l'IFPS :

L'IFPS peut recevoir de la part des ATCU, AO les messages suivants :

CHG, DLA, CNL, DEP, ARR, RQP, RQS, FPL, il reçoit aussi de la base de données RPL des FPLs (20h avant l'EOBT)

Après traitement l'IFPS distribue les MSG suivants :

FPL, CHG, DLA, CNL, DEP, ARR, ACK, MAN, REJ, SPL.

- CHG : message de changement d'une information
- DLA : message de retardement
- CNL : message d'annulation
- DEP : départ
- ARR : arrivé
- ACK : message accepté
- MAN : correction manuel du message
- REJ : message rejeté
- SPL : message bloqué
- RQP : demande de plan de vol
- FPL : plan de vol
- RQS : demande de supplient de plan de vol

Note : le MSG SPL est créé manuellement (n'est pas généré automatiquement) par les opérateurs IFPS

Heure de dépôt des FPLs (plan de vol) :

Il est recommandé de transmettre le plan de vol 3 heures avant l'EOBT (vol non exempté). Si le plan de vol est envoyé à moins de 3 heures avant l'EOBT son retard sera conséquent en cas de régulation.

Note : le FPL qui a pour origine la base de données RPL, est généré 20 heures avant L'EOBT.

- Distribution des MSG par l'IFPS

L'IFPS distribue automatiquement les MSG plan de vol aux unités ATS concernées à l'intérieur de la zone IFPZ. Les unités ATS concernées par le vol qui se trouvent à l'extérieur de la zone IFPZ ne reçoivent pas une copie des MSG plan de vol de la part de L'IFPS sauf si :

- Il y a un accord spécial avec EUROCONTROL (ce n'est pas le cas de l'Algérie).
- l'origine des MSG a utilisé la fonction RE-ADDRESSINR de l'IFPS.

Résumé :

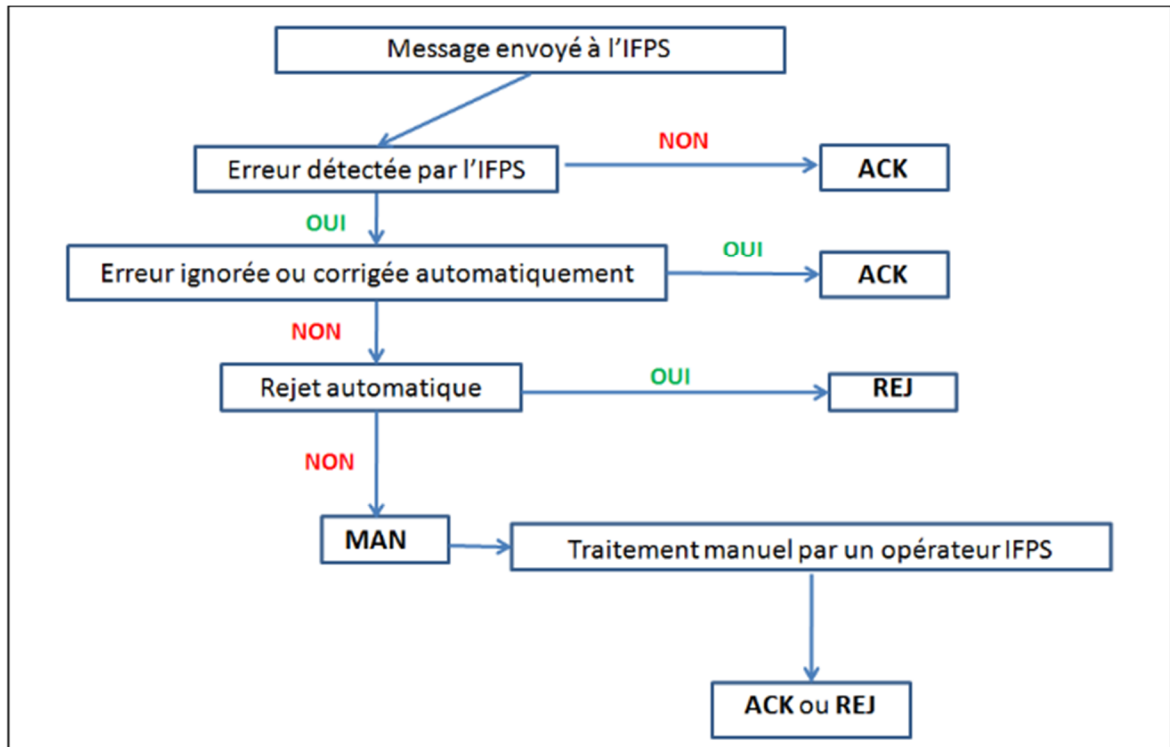


Figure II.2. Message envoyé à l'IFPS (12)

II.3.11.2. ETFMS (Enhanced Tactical Flow Management System)

Le system ETFMS a deux fonctions principales:

1/ Le calcul de la demande de trafic dans chaque secteur dans la région ATFCM (même dans la région adjacente) en utilisant les données plan des vols reçues par l'IFPS.

2/ Le calcul complexe de la Liste des créneaux et leur distribution aux services concernés (CCRs, AOs ...), cette fonction est assurée Par une partie du system qui s'appelle CASA (Computer Assisted Slot Allocation).

II.3.11.2.1. Processus d'allocation de créneaux au départ (slot) :

Ce processus consiste à séparer les aéronefs dans le temps par l'attribution de créneaux au départ en leurs affectant des créneaux de décollage en fonction des ressources disponible (c'est-à-dire capacités des secteurs et des aérodromes) au premier vol demandeur (premier arrivé au secteur régulé premier servi). Cette méthode permet d'atteindre un objectif majeur de prévention de la surcharge des secteurs et des aérodromes tout en veillant au principe d'équité entre compagnies.

Le créneau horaire est défini comme étant « la période considérée d'un jour et d'une heure pendant laquelle un aéronef doit arriver à un aérodrome ou en partir ». (9)

L'objectif de l'affectation de ces délais est de respecter les contraintes de capacité en route fournies par chaque centre de contrôle, donc plutôt que de faire attendre l'aéronef en l'air, il a été décidé de leur attribuer des créneaux de départ sous forme de retard par rapport à l'heure de départ demandée et les faire attendre au sol, non seulement la sécurité y gagne, puisque les risques d'abordage sont moindres au sol que dans les circuits d'attente saturés, mais en plus les compagnies y trouvent une certaine économie puisque l'attente au sol est moins coûteuse, ce qui permet aussi de respecter l'environnement en réduisant l'émission des gaz polluants.

Pour chaque régulation, on construit une liste de créneaux appelée slot allocation List (SAL) initialement vide. Ainsi, si un secteur d'une capacité horaire de 20 aéronefs par heure se trouve régulé, le processus génère une liste de 20 créneaux, espacés de 3 minutes chacun (60 minutes divisées par la capacité) et cela pour toute la durée de la régulation. La liste ainsi générée va se remplir au fur et à mesure de l'arrivée des plans de vol. Si un aéronef veut prendre un créneau déjà pré-alloué à un autre vol, c'est l'aéronef qui aurait dû arriver le premier sur la régulation en l'absence de celle-ci qui obtient le créneau. L'autre aéronef est reclassé dans le créneau suivant, et si ce dernier est occupé alors le processus se répète. Il peut donc se produire une réaction en chaîne. Un nouveau vol peut décaler de proche en proche de nombreux aéronefs.

Le dépôt du plan de vol doit se faire au moins 3h avant l'EOBT (estimated off block time), si le vol traverse une zone régulée. Après le traitement du PNL, le système tactique pré-alloue un créneau. Ce créneau est sujet à plusieurs changements puisque chaque nouveau message (PLN, CHG, DLA, CNL ...), peut bouleverser la liste. L'allocation définitive intervient 2 heures avant l'EOBT, il est transmis dans un message d'allocation de slot (SAM), fournit un CTOT (calculated take off time).

- Le contrôleur est chargé de veiller au respect du créneau. Un aéronef peut décoller 5mn avant son créneau, et 10mn après sont créneaux

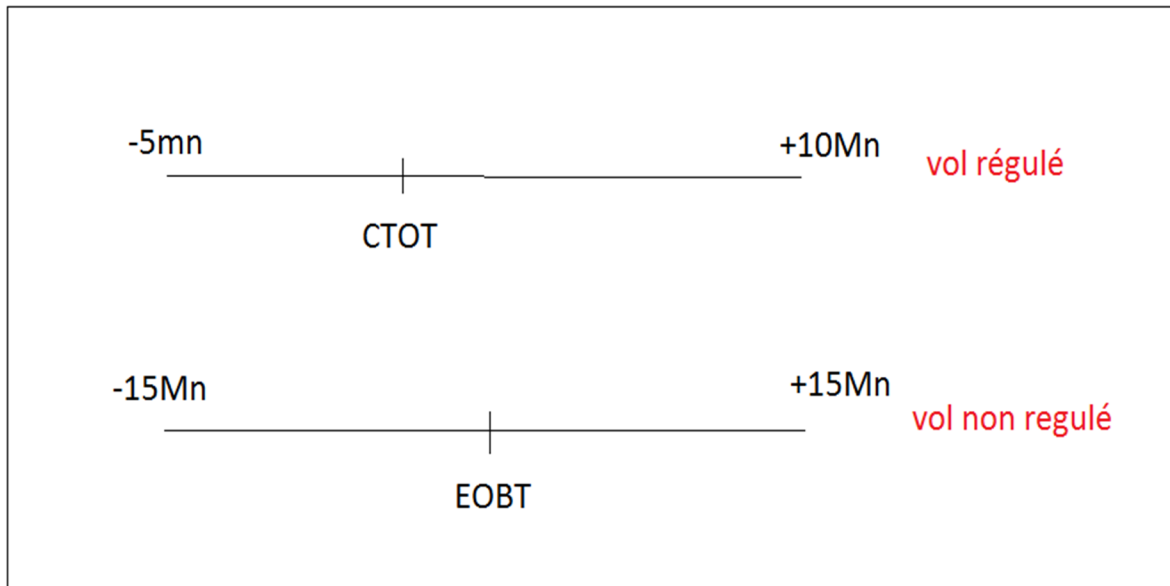


Figure II.3. Créneau de départ

Si un aéronef rate son créneau pour diverses raisons (par exemple l'aéronef peut être retardé à différents endroits de l'aéroport : autour du parking lorsqu'il croise un aéronef à l'arrivée, devant une intersection, ou devant la piste, là où les avions doivent souvent faire la queue pour respecter le temps de séparation nécessaire entre chaque décollage) dans ce cas il ne peut décoller avant d'avoir un nouveau créneau.

Les principes de base du remplissage de la SAL :

- Premier arrivé, premier servi
- Créneau le plus près possible de l'ETO
- La fenêtre d'incertitude
- La distance parcourue
- Amélioration de créneau

Remarque :

- 1- Les régulations ATFCM au sol devraient être appliquées principalement lorsque la demande est bien au-dessus de la capacité (10% ou plus). (11) L'application de régulation ATFCM pour toutes autres raisons ne permet pas d'éviter les surcharges et génère au contraire des retards superflus
- 2- Les compagnies aériennes doivent disposer du même terminal du système tactique de l'ENNA et peuvent trouver par la suite toutes les données concernant leurs vols ainsi que les causes des retards.
- 3- Les usagers peuvent s'adresser à la FMP pour tout problème particulier concernant un vol.
- 4- L'opérateur aérien (et donc le pilote) reçoit un CTOT qui se déduit d'un COBT (calculated off block time), en tenant compte d'un temps de roulage

forfaitaire définit dans le système tactique pour chaque aéroport (taxi time de 10 mn en ce qui concerne l'aéroport d'Alger).

Une telle régulation permet de limiter le nombre d'aéronefs entrant dans un espace donné pendant une durée spécifiée. Elle a un double but :

- Protéger les secteurs des surcharges de trafic préjudiciables à la sécurité.
- Optimiser l'utilisation de l'ensemble des capacités de contrôle offertes aux usagers

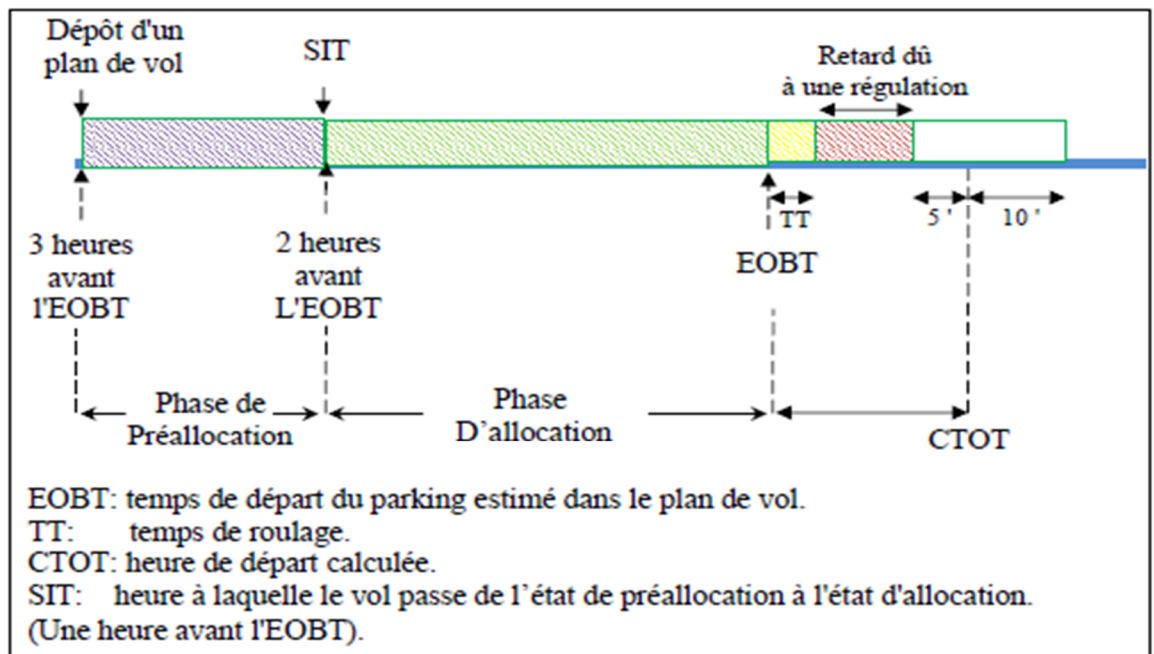


Figure II.4 : processus d'allocation du créneau de départ.

II.3.11.2.2. Les messages ATFCM :

Message SAM (Slot Allocation Message) : c'est un message ATFCM envoyé pour attribuer un créneau à un aéronef sachant que le premier créneau est envoyé deux heures avant l'EOBT.

Message SRM (slot revision message) : il indique que la CTOT du vol a été révisé (amélioration ou détérioration).

Message SLC (slot requirement cancellation) : il indique que le vol n'est plus régulé et peut décoller en fonction de son EOBT. Le vol peut quitter son poste de stationnement à -15mn jusqu'à +15mn autour de son EOBT

Un message DLA/CHG/RE-ROUTING peut amener le vol en dehors de la régulation ce qui génère la transmission d'un SLC.

Message ready (REA) :

Ce message est envoyé par l'aéroport de départ (FMP), pour un vol régulé à l'ETFMS pour indiquer que le vol est prêt au départ (e qu'il recherche une amélioration de son slot). Le message REA peut être uniquement envoyé dans l'intervalle de temps suivant (EOBT-15mn ; CTOT) sur autorisation de la tour de contrôle, et peut être annulé par l'envoi d'un message qui amende l'EOBT.

Slot missed message (SMM) :

Il est envoyé lorsque l'opérateur sait qu'il ne peut pas respecter son créneau, et il ne sait pas quand son vol sera prêt pour le décollage.

Statuts et messages RFI/SWM :

- 1- Statuts RFI/SWM : tous les vols par défaut ont le statut prêt pour amélioration (RFI ready for improvement), s'il y'a une amélioration de plus de 5mn le vol reçoit immédiatement un SRM. Si le vol est en statut SWM, le vol recevra un SIP (slot improvement proposal), s'il y'a une amélioration d'un minimum de 15mn pour le créneau, dans ce cas l'AO devra envoyer un SPA (slot proposal acceptance), ou SRJ (slot improvement proposal rejected).
- 2- Message RFI/SWM : si le vol a un statut RFI, il doit envoyer un message SWM pour que son statut devienne SWM. Et si le vol a un statut SWM, il doit envoyer un message RFI pour que son statut devienne RFI.

Message SIP : le SIP est un message envoyé pour proposé un nouveau slot (amélioration du créneau), si la compagnie accepte le nouveau slot elle devra envoyer un SPA avant l'heure RESPBY (15mn après l'envoi du SIP), si elle veut prendre le nouveau créneau (CTOT). Elle recevra un SRM si le SPA est envoyé à temps sinon elle recevra un message ERR, mais si elle refuse le nouveau créneau dans ce cas elle devra envoyer un SRJ ce qui permettra son utilisation ailleurs.

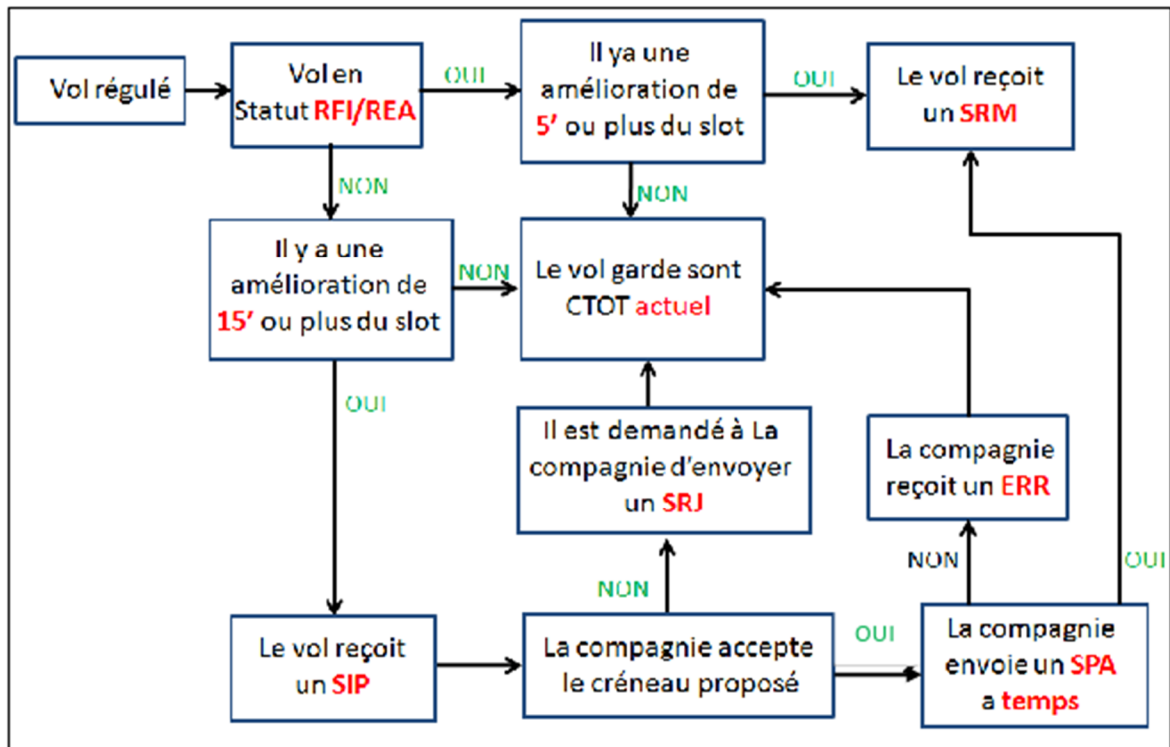


Figure II.5 : messages ATFCM (12)

II.4. Conclusion :

Ces solutions ont toutes pour objectif d'accroître la capacité du système de contrôle pour traiter un trafic en constante évolution. Cependant, compte tenu de la croissance exponentielle de la demande du trafic aérien ces dernières années le problème de congestion persiste. Les organismes de gestion de trafic aérien se sont orientés vers une autre approche pour réduire la congestion.

Ce nouveau concept « le concept A-CDM », nous dirige vers une nouvelle manière de gérer la plateforme aéroportuaire. Les fondations de ce concept sont le partage des informations, et la transparence dans les méthodes de travail, afin d'installer un climat collaboratif et une prise de décision commune entre les acteurs de la plateforme aéroportuaire dont l'objectif principal est l'utilisation optimale des ressources de l'aérodrome.

Chapitre III : le concept A-CDM

Chapitre III : le concept A-CDM

III.1. Introduction :

Pour répondre à la demande d'un secteur aérien en forte croissance et compte tenu des options limitées pour la plupart des aéroports et notamment l'aéroport d'Alger (Houari Boumediene), dans le renouvellement de leurs infrastructures, un concept comme l'A-CDM s'apparente à un passage indispensable pour gagner en efficacité opérationnelle.

L'amélioration continue du concept et l'ouverture à d'autres aéroports permettront également une amélioration des flux de trafic aérien sur l'ensemble du réseau mondial et une meilleure intégration des aéroports à ce réseau.

Au-delà de la pérennisation du concept sur la durée, l'enjeu est également d'élargir l'utilisation des données pour optimiser d'autres processus aéroportuaires, tels que le traitement des bagages et les flux passagers, afin d'asseoir pleinement l'A-CDM comme le fil conducteur du *smart airport* de demain.

Dans ce chapitre nous allons découvrir ce nouveau concept basé sur le partage d'information entre tous les partenaires aéroportuaire, le processus d'implémentation ainsi que son implémentation

III.1.1. Nécessité de collaborer :

La onzième conférence de navigation aérienne s'est tenue à Montréal du 22 septembre au 3 octobre 2003. Elle a adopté la recommandation 1/1 portant sur « approbation du concept opérationnel d'ATM mondiale ». Ce concept a ensuite été publié en tant que « concept opérationnel d'ATM mondiale sous forme de document OACI (doc 9854), première édition, 2005. Au cœur de ce concept figure la nécessité d'évoluer vers un environnement plus collaboratif, l'objectif est donc l'évolution vers un processus décisionnel holistique, coopératif et conjoint où les attentes de tous les membres de la communauté ATM seront harmonisées pour assurer l'équité et l'accès. (13)

Ce concept expose en outre une explication de haut niveau de la prise de décision en collaboration (CDM), notamment les points suivant :

- La CDM permettra à tous les membres de la communauté de gestion du trafic aérien (ATM) de participer aux prises de décisions en matière d'ATM qui les concernent c'est-à-dire la CDM ne se limite pas à un domaine spécifique tel qu'un aéroport ou les opérations en route.
- La CDM s'appliquera à toutes les couches de décision, des activités de planification à long terme aux opérations en temps réel
- La CDM s'appliquera de façon active ou, via des procédures concertées, de façon passive.

- Une gestion et un partage efficaces des renseignements permettront à chaque membre de la communauté ATM d'être au courant des informations pertinentes pour les décisions d'autres membres.
- Tout membre pourra proposer une solution (ce mode de travail est plus utile lorsqu'il est étayé par une gestion efficace de l'information).

Cette conférence (11) a ensuite exprimé la nécessité de définir les besoins ATM à partir du concept opérationnel d'ATM mondiale. Ce point est exposé en tant que recommandation 1/3 sur la définition des besoins ATM et qui cite «il est recommandé que l'OACI, de façon hautement prioritaire, définisse un ensemble de besoins fonctionnels et opérationnels pour le système ATM mondial à partir du concept opérationnel d'ATM) »

Le manuel des spécifications du système de gestion du trafic aérien (Doc 9882), a été élaboré sur la base de la recommandation susmentionnée. Ces spécifications expriment à plusieurs reprises la nécessité d'une prise de décision en collaboration à tous les horizons temporels et pour toutes les composantes du concept. Voici quelques unes des spécifications centrées sur la collaboration :

- Veiller à ce que les usagers de l'espace aérien soient inclus dans tous les aspects de la gestion de l'espace aérien par le biais du processus de prise de décision en collaboration
- Gérer tout l'espace aérien, et au besoin, être responsable de la modification des priorités relatives à l'accès et à l'équité qui aurait pu être définies pour certains volumes d'espace aérien. L'exercice de cette autorité devra être soumis aux règles et procédures établies dans le cadre de la prise de décision en collaboration.
- Etablir un processus coopératif pour permettre une gestion efficace de l'écoulement du trafic aérien grâce à l'utilisation de renseignements sur les débits, les conditions météorologiques et les moyens à l'échelle du système.
- Modifier les trajectoires privilégiées par les usagers de l'espace aérien lorsque c'est nécessaire pour satisfaire aux spécifications globales de performance du système ATM et/ou en collaboration avec l'utilisateur de l'espace aérien, d'une manière qui tienne compte de la nécessité pour l'utilisateur de satisfaire aux exigences d'efficacité du vol

A la suite de l'élaboration de ces spécifications, des éléments indicatifs ont été sollicités sur l'application d'une approche des décisions ATM axée sur les performances. Ce sujet est traité dans « le manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne (doc 9883) », qui donne des orientations et expose un processus visant à donner suite à la recommandation 3/3 (11ème conférence de l'OACI) et qui cite « il est recommandé que l'OACI, en consultation avec les autres membres de la communauté ATM :

- Formule les objectifs de performance du futur système ATM mondial
- Poursuivre la définition des paramètres de performance et des caractéristiques élémentaires connexes dans le contexte du comportement global du système ATM
- Coordonne et harmonise toutes les contributions connexes compte tenu du cadre de performance global établi par le groupe d'experts sur le concept

opérationnel de gestion du trafic aérien, y compris les définitions, les normes relatives aux exigences en matière de divulgation de l'information et les éléments indicatifs sur la surveillance. »

III.2. Description de la prise de décision en collaboration :

« à Le CDM est un processus appliqué à l'appui d'autres activités, telles que l'équilibre entre demande et capacité. La CDM peut être appliquée tout au long des activités, depuis la planification stratégique (par exemple investissements dans les infrastructures) jusqu'aux opérations en temps réel. La CDM n'est pas un objectif mais une façon d'atteindre les objectifs de performance des processus collaboratif. Comme la mise en œuvre de la CDM exigera probablement des investissements. Ceux-ci devront être justifiés conformément l'approche axée sur les performances ». (13)

III.2.1. L'élaboration et l'application d'un processus CDM :

Ce processus suit les phases suivantes :

- 1- Identification du besoin de CDM
- 2- Analyse CDM
- 3- Spécification et vérification du processus CDM
- 4- Justification de la CDM en termes de performances
- 5- Validation et mise en œuvre de la CDM
- 6- Fonctionnement, maintenance et amélioration de la CDM

Il est important que les résultats de toutes ces phases soient partagés entre les membres de la communauté concernée.

- La première phase consiste en l'identification du besoin d'appliquer la CDM pour améliorer les performances. Elle peut porter sur des processus/opérations actuels ou sur les lacunes de performances actuelles ou sur des processus futurs. Un exposé des besoins devrait mentionner le ou les processus auxquels la CDM devrait être appliquée et devrait préciser la situation actuelle, les membres de la communauté associés au processus et la ou les lacunes de performances actuelles ou projetées. La première évaluation devra être basé sur un expert décrivant comment et par quels moyens la CDM peut atténuer une lacune
- La 2eme phase, à savoir l'analyse CDM, une analyse plus approfondie sera effectuée qui devra identifier clairement les décisions à prendre, les membres de la communauté à associer à la prise de décision, les informations à utiliser, le processus à suivre, la manière et les moyens à utiliser pour améliorer le processus décisionnel et la façon dont une telle amélioration peut contribuer à améliorer la performance.
- La 3eme phase, aboutit à une spécification partagée et vérifiée du processus CDM en se basant sur l'analyse CDM, elle couvre :

- Les décisions à prendre, la façon de les prendre et de les finaliser
 - Les membres de la communauté associés à la prise de décision et leurs rôles/responsabilités dans la décision
 - Un accord sur les objectifs
 - Les règles, processus et principes de prise de décision
 - Les spécifications relatives aux informations, la qualité, la fréquence, les normes de données et les échéances.
 - Le processus de maintenance de la CDM : révision, suivi, et vérification.
- La 4eme phase consiste aux dressages des justificatifs de la décision de la mise en œuvre du processus CDM, des investissements nécessaires clairement, leurs coûts et leurs avantages, et ensuite partager ces résultats entres tous les membres de la communauté concernés.
 - La 5eme phase, couvre toutes les étapes requises pour la mise en route de la CDM. Elle comprend la formation et l'information du personnel, la mise en œuvre de systèmes, des réseaux d'information ...etc.
 - Et enfin, une fois opérationnelle, le concept CDM devrait faire l'objet d'un processus continu et partagé de révision, de maintenance et d'amélioration. Cela permettre d'améliorer la performance en continu.

III.3. Définition du concept A-CDM : (14)

Le concept A-CDM (Airport collaborative decision making), ou prise de décision collaborative à l'aéroport, développé depuis une dizaine d'année est basé sur un partage d'informations opérationnelles en temps réel entre les différents acteurs de la plateforme, permettant de prendre des décisions en commun pour rechercher une utilisation optimale, en toutes conditions, des capacités de l'aéroport.

Chaque aéroport ayant sa propre organisation et reposant sur une gestion différente des flux d'informations ainsi que des moyens techniques spécifiques, la mise en œuvre d'une démarche A-CDM nécessite un pilotage expert, basé sur une parfaite maîtrise de l'ensemble des paramètres aéroportuaires et un diagnostic sur-mesure. Ce concept encourage les compagnies aériennes, les agents d'escales, les contrôleurs aériens, EGSA, ainsi que le NMOC à l'échange des informations ainsi qu'une coordination entre eux basé sur la transparence afin de rechercher ensemble une utilisation optimale, en toutes conditions des capacités aéroportuaires.

III.3.1. Les principaux acteurs de l'A-CDM sont :

- 1- Les contrôleurs aériens (ENNA)
- 2- Les compagnies aériennes (ex : AIR Algérie)
- 3- NMOC (Eurocontrol)
- 4- Opérateurs aéroportuaires (EGSA, à l'aéroport d'Alger SGSIA)
- 5- Assistance au sol (ex : swissport)

En plus de ces partenaires principaux d'autres peuvent aussi contribuer et faire partie du processus comme par exemple : les douanes, Naftal, ONM ...

III.3.1.1. Rôles et responsabilités :

Dans un processus de prise de décision en collaboration, les participants ont les rôles et les responsabilités suivantes :

- Consommer et interpréter les informations
- Fournir des informations, y compris la mise à jour et le partage de données déclenchés par les informations reçues
- Prendre une décision et partager le résultat de cette décision
- Exécuter une décision prise. Le participant qui exécute n'est pas nécessairement celui qui a pris la décision
- Fournir un service conforme aux décisions prises

III.3.2. Un esprit de collaboration et des échanges proactifs :

L'A-CDM est basé sur un partage de données entre tous les acteurs d'une plateforme aéroportuaire pour améliorer la gestion des flux de trafic aérien et la capacité, en réduisant notamment les délais dans les opérations des ressources, dans une logique de gain de productivité et de maîtrise des coûts.

Exploitants d'aéroport, compagnies aériennes, gestionnaires de services au sol, navigation aérienne, police, douanes ou encore services météorologiques, tous mettent en commun et harmonisent leurs processus de fonctionnement, partagent des données fiables et précises sur leurs opérations, et collaborent étroitement pour apporter les meilleures réponses aux enjeux de l'exploitation (performance économique, qualité de service, sécurité) et faire face de manière efficiente aux situations en conditions dégradées (sûreté, conditions météorologiques ...).

Grâce à l'A-CDM, chaque partie prenante peut optimiser sa prise de décision avec les autres acteurs impliqués en connaissant leurs préférences, leurs contraintes et la situation en temps réelle et à venir. Elle est facilitée par des procédures, mécanismes et outils adaptés.

Ce concept, Introduit et porté depuis une dizaine d'années par Eurocontrol, le concept s'est peu à peu mis en place au sein des grands aéroports européens et est aujourd'hui pleinement intégré et utilisé dans le fonctionnement de vingt cinq aéroports alors que d'autres préparent son intégration.

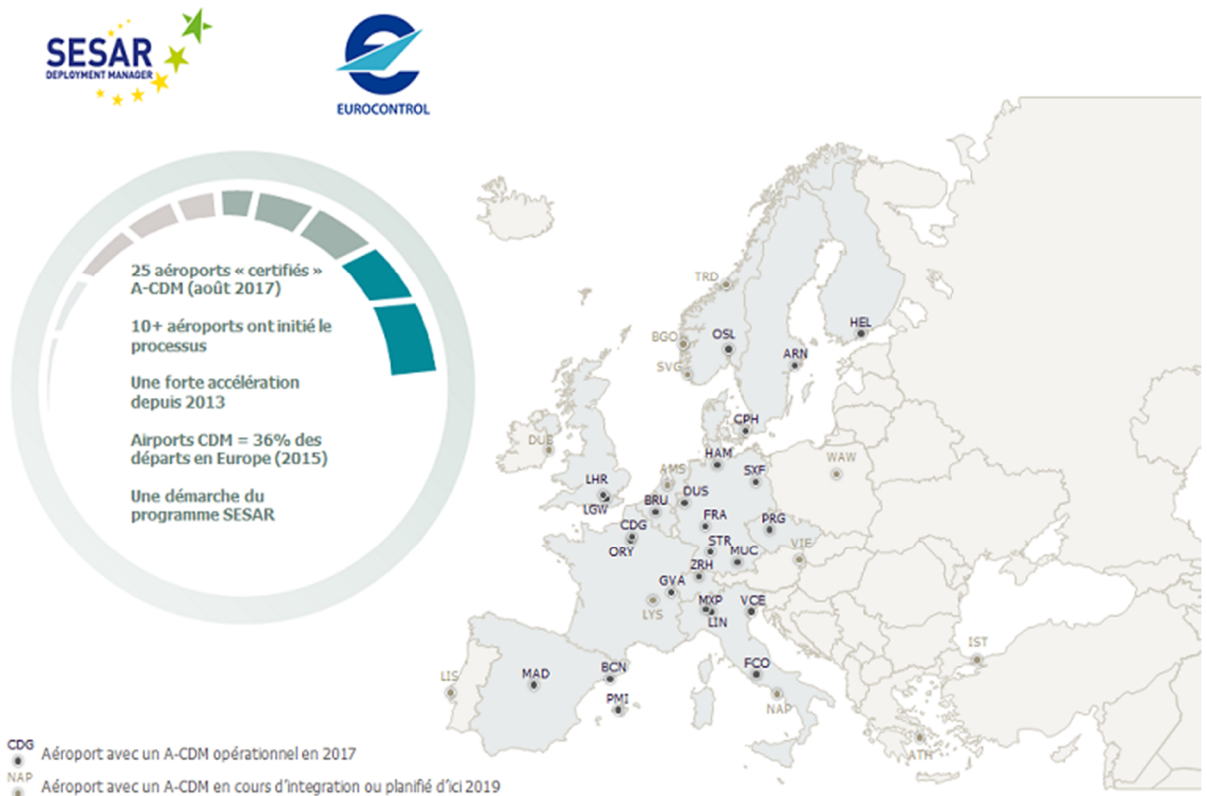


Figure III.1 : aéroport A-CDM (15)

III.4. Les éléments de l'A-CDM :

Eurocontrol a défini dans son cahier des charges les six éléments conceptuels à prendre en compte dans l'implantation de la démarche A-CDM et qui contribuent à atteindre les objectifs recherchés.

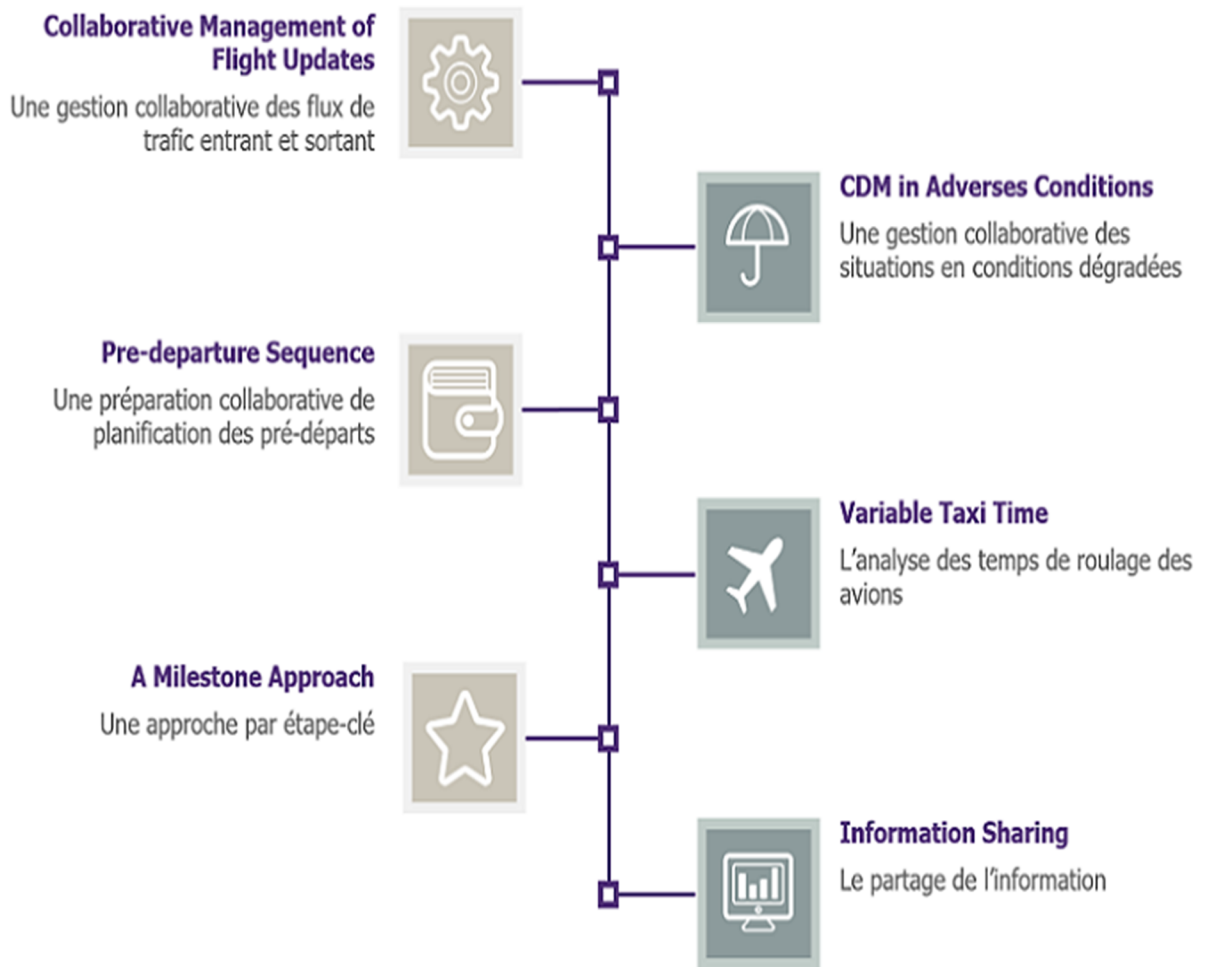


Figure III.2 : les éléments de l'A-CDM (15)

Un aéroport est considéré A-CDM lorsque tous ces éléments sont appliqués au sein de l'aéroport mais il n'y a pas aujourd'hui de réglementation internationale relative à ce concept, ni même encore d'accréditation ou de label officiel. EUROCONTROL délivre une certification aux aéroports A-CDM qui communiquent dès lors avec leur centre des opérations aériennes.

En dehors de l'Europe, d'autres aéroports comme Singapour et Auckland ont d'ores et déjà mis en place des démarches similaires pour harmoniser leurs processus collaboratifs, largement basées sur les recommandations d'Eurocontrol.

Et donc les six éléments sur lesquels se base l'A-CDM sont :

III.4.1. Partage d'information :

Le partage des informations est la base et les fondations du concept A-CDM tous les autres éléments se reposent sur ce principe. Les informations échangées devraient respecter des normes afin de garantir l'interopérabilité et de réduire au minimum les traductions de données

L'information partagée entre les partenaires doit être communiquée en utilisant un langage cohérent et uniforme, pour cela pour chaque événement signifiant (milestone) durant les différentes étapes du vol on associe des nouveaux acronymes.

- ELDT : estimated landing time
- EIBT : estimated in block time.

Et au lieu d'ETA :

- TOBT : Target off block time, c'est l'heure à laquelle les agents des opérations et assistants au sol prévoit que l'avion est prêt à être repousser
- TSAT : target startup approval time, c'est l'heure estimée de mise en route.

L'échange de données est crucial pour la CDM car les participants au processus de prise de décision doivent avoir les renseignements nécessaires pour prendre des décisions compatibles avec les objectifs visés. Toutefois, pour que l'échange d'informations soit efficace, il faut définir des normes d'information afin d'assurer la compatibilité et une compréhension commune entre les participants et les décideurs. Ces normes devraient aborder les aspects suivants :

- L'interopérabilité syntaxique : formats des données, protocoles de communication, etc. doivent être définis afin de garantir la réussite de l'échange de données entre systèmes. Il faut envisager les unités. Les formats devraient s'appliquer à des structures de données complexes, pas seulement aux éléments de données les plus simples.
- Définition des données : les éléments de données devraient être définis de façon cohérente dans l'ensemble des processus CDM qui utilisent ces données. Il faudrait éviter des éléments de données ambigus ou redondants.
- Exigences d'actualisation : il faudrait établir des exigences concernant la fréquence des actualisations cycliques des informations et définir les événements déclenchant des mises à jour des informations. Cet aspect couvre aussi les exigences, quant à l'actualisation des données dont le contenu dérive d'autres éléments de données actualisés.
- Qualité de l'information : la qualité de l'information couvre de nombreux aspects, notamment l'exactitude des données fournies, la précision avec laquelle elles sont fournies, la stabilité des données dans un environnement évolutif et la latence de la fourniture d'informations.

Les avantages du partage des informations :

Le partage d'information permet :

- D'avoir une bonne vision de la situation.
- D'aider à une meilleure planification des ressources.
- De créer une confiance entre les partenaires.

Le partage à temps des informations sur l'événement connu par chaque partenaire permet :

- D'améliorer la qualité de l'information puisque l'information la plus précise sera utilisée

Le partage des estimées peut :

- Améliorer les données de planification par tous les partenaires

III.4.2. l'approche milestone (approches par jalons) :

L'approche milestone décrit la progression d'un vol depuis la planification initiale jusqu'au décollage en définissant des jalons pour permettre une surveillance étroite des événements significatifs. La procédure d'A-CDM intègre tous les jalons en un tout et sert de base pour le signalement d'alertes, les publications et les adaptations nécessaires du système de TI (technologie de l'information). Combinée au partage d'informations, l'approche milestone constitue le fondement de tous les autres éléments du concept.

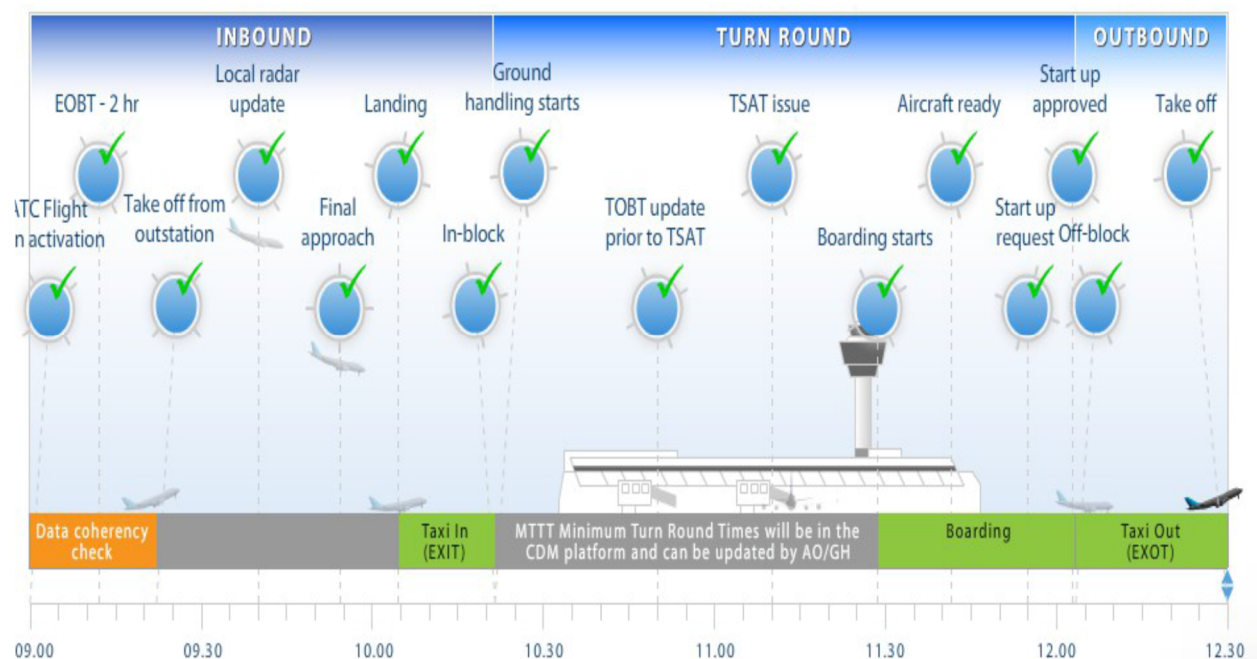


Figure III.3 : étape de l'approche milestone (14)

- Les étapes de l'approche millestone :

Etape1 : plan de vol activé, dans cette étape s'effectuera la vérification cohérente entre les données de l'aéroport (inclus les slots), et les données plan de vol. Envoyé par les opérations aériennes via l'IFPS, 3 heures avant l'EOBT.

Etape2 : vérification de la cohérence entre les estimés des opérations aérienne et des Assistanes au sol avec le plan de vol ATC, et donc une CTOTest généré 2 heures avant l'EOBT

Etape 3 : décollage de l'outstation. Après le décollage de l'outstation, l'estimé d'atterrissage (ELDT) sera calculé et utilisé pour calculer l'estimé in block (EIBT), qui mettra à jour la TOBT heure prévue de quitter le poste de stationnement.

Etape4 : mise à jour radar, dans cette étape l'aéronef entre dans la FIR de l'aéroport de destination cette information est délivrée par le CCR (centre de contrôle régional), ou bien le contrôle d'approche, sert à mettre à jour la TOBT

Etape5 : approche finale, information délivrée par les services de l'ATC, cette étape mettra aussi à jour l'ELTD, qui peut conduire à une nouvelle TOBT.

Etape 6 : ALDT (Actual Landing Time), c'est l'heure réelle à laquelle l'aéronef touche la piste d'atterrissage, elle sera utilisée pour la mise à jour de la TOBT.

Etape 7 : AIBT (Actual In Block Time), l'heure réelle in block, vérification de la compatibilité entre la TOBT et l'heure mentionnée dans le plan de vol ainsi que la mise à jour de la TOBT si nécessaire.

Etape8 : ground handling, dans cette étape l'assistance au sol commence, dans le cas d'un nouvel événement, les informations seront partagés à temps ce qui conduira à la mise à jour de la TOBT.

Etape 9 : confirmation de la TOBT, celle-ci est très importante puisqu'elle sera utilisée pour estimer la TSAT (Target Startup Approval Time), soit l'heure estimée de mise en route ainsi que l'heure de décollage.

Etape 10 : TSAT, heure estimée de mise en route. Celle-ci est calculés sur la base de :

- Toutes les TOBT de vol de la plateforme aéroportuaire
- Des contraintes locales
- Et du réseau aérien en entier.

Etape11 : début de l'embarquement, c'est le moment ou les passagers peuvent embarquer dans l'avion, dans un premier temps, cette information sera partagée pour déterminé l'ASBT (Actual Start Boarding Time) c'est-à-dire l'heure réel d'embarquement, ensuite vérifier si celle-ci respecte la TOBT et la mettre à jour si nécessaire.

Etape 12 : dans cette étape l'aéronef est prêt c'est-à-dire, tous les passagers ont embarqués, toutes les portes sont fermées, passerelles enlevées, pushback connecté, l'aéronef est prêt à rouler immédiatement après la réception de la clairance de mise en route.

Etape 13 : l'heure à laquelle l'équipage demande la mise en route

Etape 14 : demande de mise en route approuvé

Etape15 : off block, c'est l'heure à laquelle l'aéronef quitte son poste de stationnement. Apres la réception de la clairance de mise en route, normalement suivi par le repoussage.

Etape16 : ATOT, l'heure réelle de décollage, distribué et utilisé pour vérifier la prévision. Lorsque l'aéronef décolle de son aéroport de départ, cette heure sera utilisée pour calculer l'heure à la quelle il prévoit l'atterrissage à la destination.

➤ Les objectifs de l'approche milestone :

L'objectif principal de l'approche milestone est d'améliorer la conscience de la situation commune par tous les partenaires du déplacement d'un aéronef, plus précisément les objectifs sont :

- Déterminer les événements les plus importants dans le but de suivre la progression du vol et la distribution de ces événements sous forme d'approche milestone
- Définir des mises à jour des informations, distribution des nouveaux paramètres en temps réel pour le téléchargement des estimés, informer sur les messages d'alerte, de notification...etc.
- Spécifier la qualité de l'information en termes de précisions, stabilité, et prévisibilité dans une fenêtre de temps constamment en mouvement.
- Assurer la liaison entre les départs et les arrivées
- Activer la prise de décision précoce en cas de perturbation dans un événement
- Améliorer la qualité de l'information.
- Augmenter l'utilisation de l'infrastructure et la gestion des ressources
- Augmenter l'efficacité des opérations aériennes.

III.4.3. temps de roulage variable (VTT : variable taxi time) :

Dans certains aéroports complexes, l'emplacement des pistes et des aires de stationnement peut générer de grandes différences de temps de roulage. Un calcul des différentes permutations basé sur les données historiques, l'expérience opérationnelle et/ou un système de paysage intégré fournira un ensemble de temps de roulage individuels plus réaliste qu'une valeur par défaut standard. Le calcul du temps de roulage variables garantira des heures cibles très précises pour les aéronefs à l'arrivée et au départ.

La prévision du temps de roulage est en fonction de la distance entre le poste de stationnement et le seuil de piste et la vitesse moyenne de roulage. Cela comprend le temps d'occupation de la piste, le temps de roulage et celui du stationnement au poste.

On définit :

- EXIT : estimated taxi-in time for arriving aircraft (estimation du temps de roulage à l'arrivée).
- EXOT : estimated taxi-out time for departure aircraft (estimation du temps de roulage au départ).

Les deux illustrations suivantes montrent la différence du taxi time dans un aéroport CDM et un aéroport non CDM.

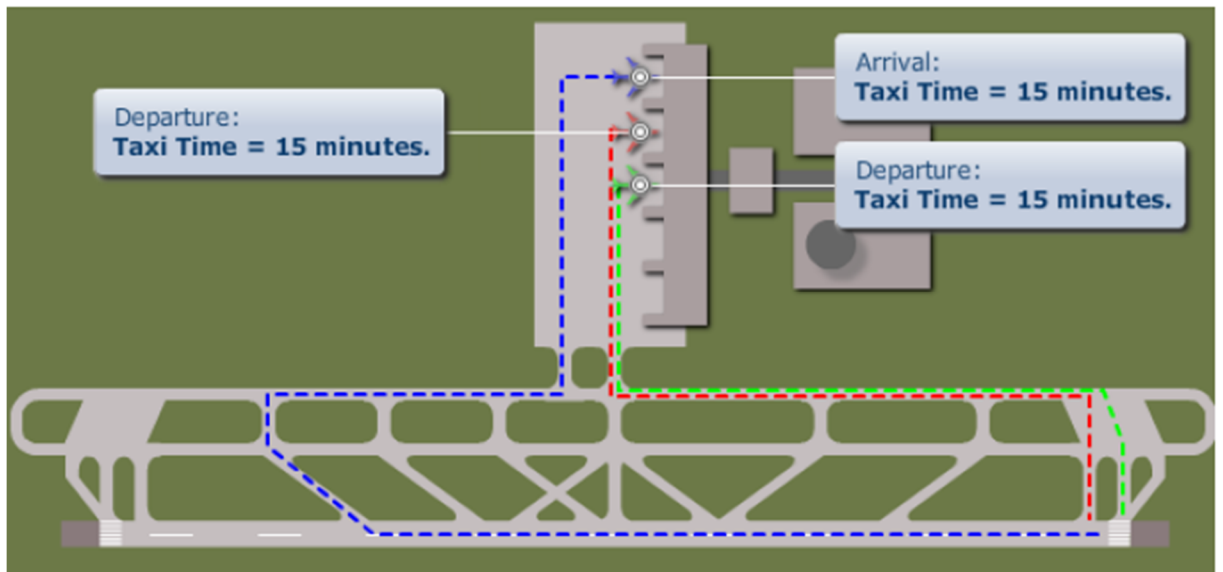


Figure III.4 : taxi time dans un aéroport non CDM (14)

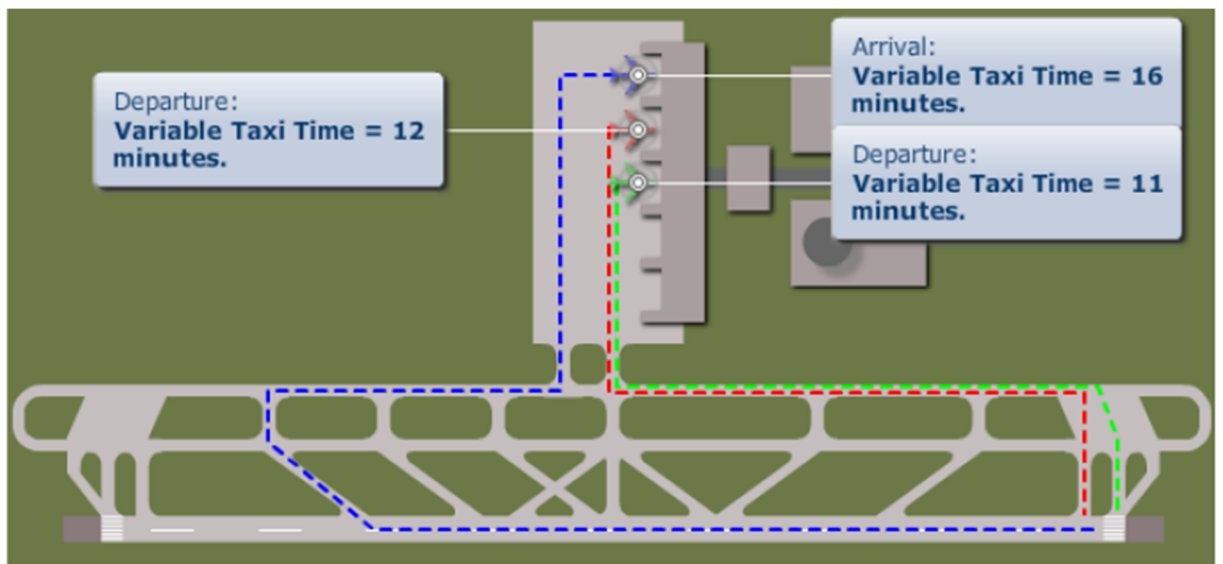


Figure5.3 : taxi time dans un aéroport CDM (14)

➤ Les avantages de temps de roulage variable :

Une estimation plus précise du temps de roulage améliore le calcul de certains éléments de l'approche milestone, ce qui :

- augmente la précision de l'estimée de l'heure de décollage TTOT
- Amélioration de la précision de l'estimée de l'heure de décollage améliore la planification de tout le réseau aérien
- Planifie la séquence de départ sur la base de TTOT qui est elle-même calculée sur la base de temps de roulage variable ce qui permet de créer une fluidité de mouvement dans la plate forme aéroportuaire et réduire la consommation du carburant.
- Améliore le calcul de la CTOT

III.4.4. séquences de pré-départ collaboratif :

De nos jours, dans la gestion du trafic aérien, le principe « premier arrivé, premier servi » est appliqué pour la séquence de pré-départ c'est-à-dire l'ordre dans le quel un aéronef est programmé pour quitter son poste de stationnement, et donc dès qu'un aéronef est prêt à rouler, il sera autorisé à le faire, ce qui peut créer une longue queue au point d'attente, ce qui engendre une grande consommation de carburant inutile, et la possibilité pour un aéronef de rater son slot.

Dans un aéroport CDM un nouveau principe est utilisé « premier programmé, premier servi » c'est-à-dire que le service ATC se repose sur les calculs de la TSAT celle-ci est calculée sur la base de la TOBT, de la CTOT, de la capacité opérationnelle et d'éventuelles restrictions locales. En tenant compte de la progression de l'aéronef basée sur la TOBT, de la situation du trafic opérationnel sur les aires de trafic, les voies de la circulation et les pistes proches, l'ATC peut fournir une TSAT qui place chaque aéronef dans une séquence temporelle pré-départ efficace depuis le poste de stationnement. Il en résulte des flux de trafic mieux régulés, plus continus vers les pistes et une réduction des files aux points fixes de pistes.

- Calcul de la séquence pré-départ :

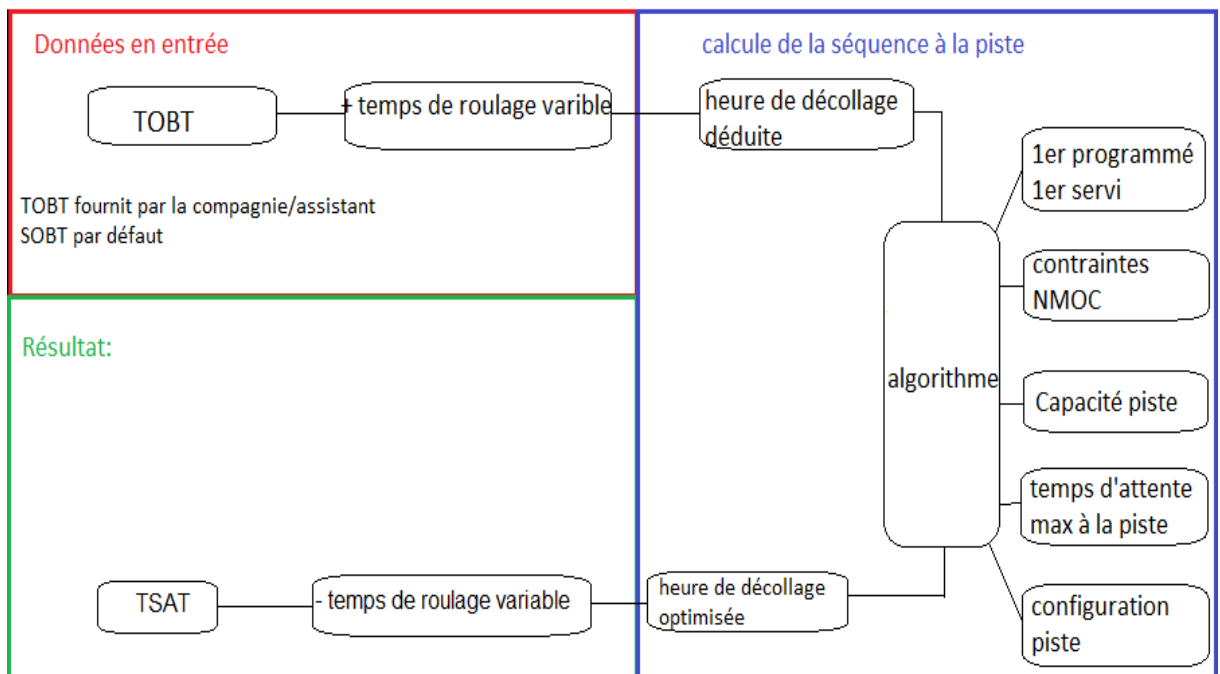


Figure III.6 : méthode de calcul de la TSAT

- Avantages de la séquence de pré-départ collaborative :
 - Améliore la transparence des séquences

- Améliore la prévisibilité des événements grâce à la TSAT et la TTOT
- Améliore la ponctualité
- Améliore la fluidité du trafic aérien

III.4.5. Condition défavorable :

Nombre d'événements différents, tant planifiés que non planifiés, peuvent perturber les opérations normales d'un aéroport et réduire sa capacité à des niveaux sensiblement inférieurs à ceux des opérations normales. Certaines conditions défavorables peuvent être prévues avec plus en moins de précision, tant dans leur portée que dans leurs effets probables. De la neige, des actions de grève permettant le maintien de service élémentaires, etc. relèveraient de cette catégorie. Il est plus difficile, en termes de procédures, de se préparer à un incendie ou à un incident/accident d'aéronef. En fait des procédures préétablies, trop détaillées peuvent constituer plus une entrave qu'une aide. L'élément « conditions défavorables » vise à permettre la gestion la plus optimale possible de la réduction de capacité et à faciliter, une fois les conditions défavorables passées, un retour rapide à la capacité normale, en tirant parti des résultats de l'amélioration du partage des informations générée par les éléments précédents. La cellule ou le coordinateur CDM, qui maîtrise parfaitement les principes de l'A-CDM, peut faciliter les opérations pendant les conditions défavorables.

III.4.6. Gestion collaborative des mises à jour des données de vol :

La coordination entre l'ATFCM et l'A-CDM pendant le processus d'escale, via un échange constant de messages de vol, est appelée gestion collaborative des mises à jour des données de vol (FUM), pour les vols à l'arrivée, envoyées par le réseau à l'aéroport pratiquant la CDM, ainsi que des messages d'information sur l'horaire des départs (DPI), pour les vols au départ, envoyé par l'aéroport au réseau. Le processus d'attribution des créneaux s'en trouve amélioré, les CTOT correspondent mieux aux heures cibles de départ bloc (TOBT), ce qui réduit les retards, les gaspillages de créneaux et améliore la gestion des ressources du réseau.

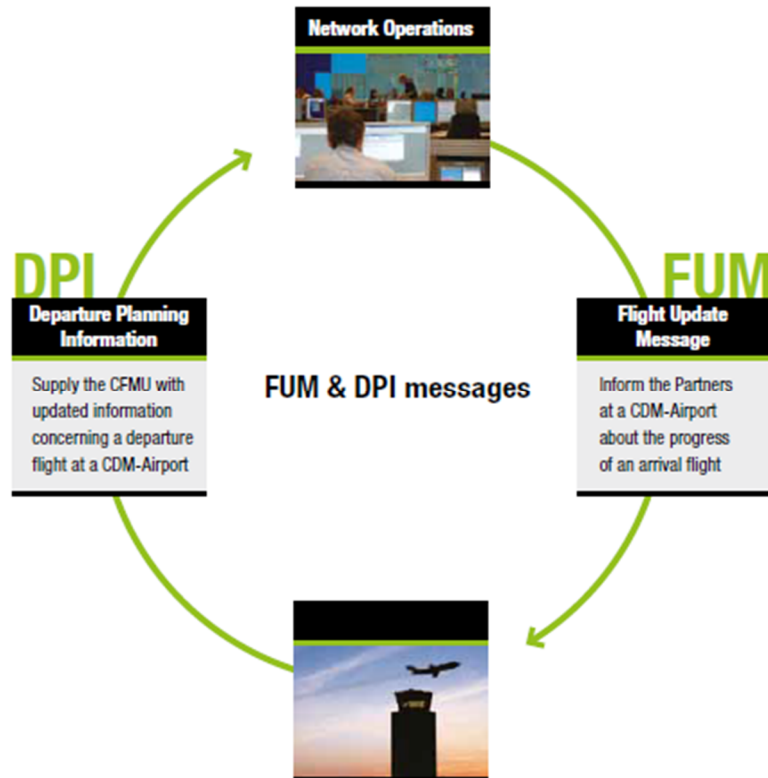


Figure III.7 : l'échange des messages de vols entre CFMU et ATFM (16)

Différents messages DPI sont envoyés à NMOC, l'informant de l'heure de décollage prévu TTOT

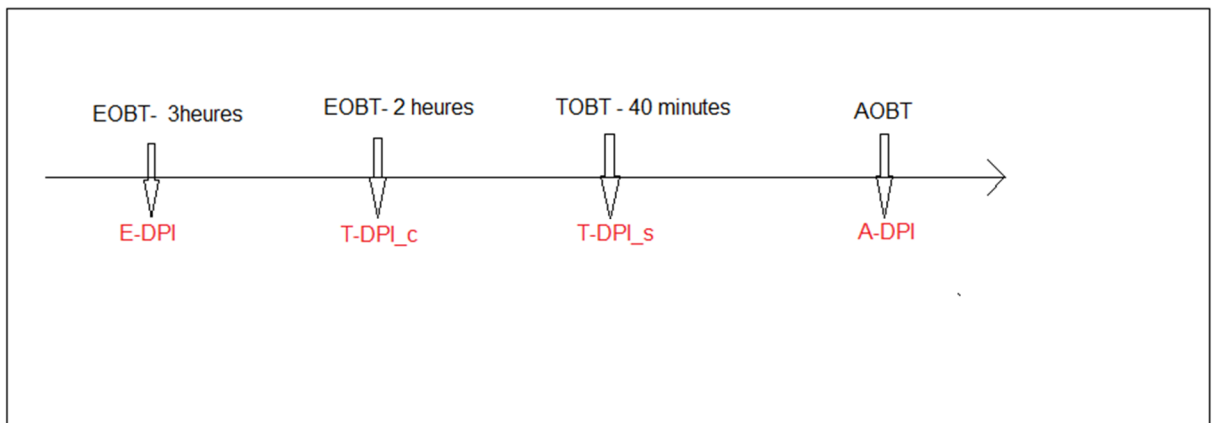


Figure III.8 : envoi des DPI

Message DPI	Signifie	Heure de décollage basée sur
E-DPI	Early (tôt)	SOBT et TOBT + temps de roulage variable + attente piste
T-DPI_c	Target confirmed	SOBT et TOBT + temps de roulage variable + attente piste
T-DPI_s	Target suspended	TSAT + temps de roulage variable + attente piste
A-DPI	ATC	AOBT + temps de roulage variable + attente piste
C-DPI	Canceled	Annulation

Tableau III.1 : message DPI

- Les objectifs de la gestion collaborative des mises à jour des données de vol :
 - Assurer l'exhaustivité des informations entre en route et les opérations de l'aéroport.
 - Améliorer la prévisibilité des opérations au sol grâce aux informations initiales améliorées sur les vols entrants.
 - Améliorer les estimations des temps de décollage, permettant une vue plus précise et plus prévisible de la situation du trafic aérien, ce qui entraîne une meilleure allocation des slots ATFM

III.5. L'impact de l'A CDM :

Lorsque le concept A CDM est implanté dans un aéroport, tous les partenaires doivent se réunir pour parler de l'impact et de l'organisation d'un tel projet, mais aussi chaque partenaire doit penser à sa propre organisation et comment procéder à la coordination entre eux. Deux principaux problèmes peuvent causer des difficultés :

- 1- nouvelle procédure, la conséquence de partager plus d'information
- 2- l'impact du changement de culture sur les ouvriers et l'organisation

- Nouvelle procédure :

L'implémentation requière une période d'entraînement pour le personnel afin qu'ils comprennent ce nouveau concept et cette nouvelle coordination entre les organismes, cet entraînement doit être supervisé par des expert afin d'évaluer l'impact individuel et collectif de cette nouvelle procédure

- Changement de culture :

Lorsque l'implémentation commencera les vrais problèmes remonteront à la surface et ceci lorsque le staff commencera à discuter avec les autres partenaires de leurs travaux, les méthodes de travailles sont différentes et il y'a des divergences d'opinion même entre deux collègues et cette différence de méthodologie sera le plus grand challenge de l'implémentation

Les plus importantes exigences qui permettent le changement de culture sont :

- 1- Transparence de l'information
- 2- Documentation concise
- 3- Meeting
- 4- Stimulation par la direction

III.6. Du concept à l'implémentation :

L'ACDM est un concept qui va promouvoir une étroite collaboration entre les partenaires en utilisant une information de qualité, instantanée et comprise de la même manière par tous les partenaires. Pour permettre l'implémentation il y'a tout un processus à suivre décrit comme suit :

- 1- Règles et procédures
- 2- Exigence des informations entrantes et sortantes
- 3- Interface humain-machine

Tout d'abord, Les règles et procédures montrent ce qu'on doit faire de l'information reçue, qu'est-ce que génère l'information sortante et l'envoyer et quelle action accomplir en réponse à l'information spécifique.

Ensuite, Les exigences entrante et sortante décrivent les besoins de l'information et permettent l'accomplissement des tâches proprement.

Et enfin, Le processus d'implémentation peut être géré par un humain, utilisant que le téléphone et papier, ce manuel démontre que le coût de l'implémentation est faible pour un grand bénéfice pour tous les partenaires.

- Local et régional : (16)

L'ATM peut être influencé par un événement qui peut se produire à des milliers de km de l'aéroport et pas seulement du trafic local, l'ACDM apportera des bénéfices à tous les partenaires grâce à la qualité de l'information sur chaque décision prise ce qui permettra l'optimisation, l'efficacité, et la simplicité de la capacité disponible

Avec l'augmentation de l'implémentation des CDM les bénéfices augmentent également, ces bénéfices augmenteront les processus de l'ATM et diminueront la perte de slot ATFM

III.6.1. Etape d'implémentation : (16)

- 1- Le partage d'information : et la base de l'ACDM par conséquent elle doit être implémentée en 1^{er}
- 2- Approche millestone : ce concept introduit une nouvelle procédure pour surveiller l'évolution du vol et mettre à jour l'information planifiée.
- 3- Variabilité du taxi time : ce qui entraîne une meilleure estimation de l'heure de décollage
- 4- Séquence de près départ collaborative : est l'ordre au quel un aéronef quitte son poste de stationnement, l'objectif est de créer une fluidité dans l'ordre de départ de poste de stationnement à la piste
- 5- A CDM en conditions défavorables : les conditions défavorables sont lorsque la capacité est réduite
- 6- Gestion collaborative des mises à jour : augmente la qualité échangée entre le monde extérieur et l'ATM network via le NMOC

III.6.1.1. Etablissement d'un ACDM :

Pour commencer l'implémentation on doit suivre les étapes suivantes :

- 1- L'accord de tous les partenaires
- 2- Dresser les objectifs
- 3- Dresser l'organisation
- 4- Rédiger le plan
- 5- Commencer l'implémentation

III.6.2. Processus général de l'implémentation de l'ACDM :

Il existe cinq phases distinctes et fondamentales à suivre à partir du moment où un aéroport décide d'implémenter le concept CDM, qui sont :

- 1- Phase d'information : de nombreuses consultations, et de décisions d'organisation, basées sur les avantages de l'A-CDM, doivent être prise, avec une solide analyse commerciale, afin d'obtenir le soutien de tous les partenaires et surtout leurs accord.
- 2- Phase d'analyse : des enquêtes plus approfondies peuvent être menées en effectuant une analyse GAP (analyse d'écart), celle-ci détermine le fonctionnement et les besoins techniques de développement pour être à la hauteur des exigences minimales du CDM avec la plateforme CDM, et les processus connexes et les procédures opérationnelles, effectuée par EUROCONTROL ou des consultants indépendants. Cette analyse GAP est considérée comme étant la mesure de référence. Si les résultats ne sont pas satisfaisants, les partenaires de l'aéroport peuvent décider d'effectuer une analyse des avantages et des coûts (CBA), afin de mieux comprendre les bénéfices et les investissements prévus. Le CBA peut être menée par des consultants indépendants ou par un expert économique disponible pour les parties de l'aéroport. L'objectif de la GAP est de déterminer ce qui doit être implémenté. Le CBA peut contribuer à prendre une décision sur la question de savoir si le CDM sera mis en œuvre dans un aéroport. Une fois que la décision de mettre en œuvre est positive la phase suivante pourra débuter.

- 3- Mise en œuvre : dans cette phase un processus ascendant pour mettre en œuvre les éléments qui constituent le concept opérationnel de l'aéroport CDM, 1) partage d'information, 2) approche milestone, 3) temps de roulage variable, 4) séquence de pré-départ collaborative, 5) condition défavorable, sont implémentés, l'ordre de mise en œuvre est important, car tout les éléments s'ajoutent au précédent à l'exception du sixième éléments (la gestion collaborative des mises à jour de vol), ou transmission des messages DPI au réseau, peut être implémenté en même temps que l'approche milestone .
- 4- Validation et fonctionnement des éléments CDM : ceci est une condition préalable pour être admissible à des tests d'évaluation opérationnelle par réseau et enfin recevoir le statut d'aéroport CDM.

III.6.3. Pourquoi l'aéroport d' Alger "houari Boumediene" ? :

L'Algérie a décidé d'implémenter le concept CDM à l'aéroport d'Alger pour différente raison :

Tout d'abord, l'aéroport d'Alger est un aéroport international classé numéro 1 en Algérie en terme de trafic aérien, il englobe 39.3 % (4) du trafic aérien à lui seul, suivi de l'aéroport de Hassi messaoued qui accumule seulement 10% en 2016 (4), mais en plus, le nombre du trafic aérien ne cesse d'augmenter d'année en année

Ce trafic n'est pas toujours constant car on à des périodes ou la demande est beaucoup plus importante, par exemple durant les vacances d'été de ce fait le mois d'août reste le mois le plus chargé en termes de trafic aérien

Année \ Mois	2013	2014	2015	2016
Janvier	6164	6479	6707	7554
Février	5959	6239	6129	6942
Mars	6315	6920	7167	7524
Avril	6671	7148	7055	7543
Mai	6834	7145	7080	8036
Juin	7046	7331	7423	7299
Juillet	7244	6878	7728	8126
Août	7025	8185	8341	8696
Septembre	6995	7132	7229	7748
Octobre	6877	6933	7230	7895
Novembre	6293	6166	7314	7849
Décembre	6704	6548	7705	7946
Total	80128	83104	87103	93158

Tableau III.2 : nombre de mouvement à l'aéroport d'Alger (17)

Ensuite, la gestion de cet aéroport devient de plus en plus difficile à cause du manque de capacité de l'infrastructure (parking aéronef insuffisant, alors que les compagnies aériennes algérienne continuent d'augmenter leurs flottes), d'où la construction de nouvelle aérogare avec une plus grande capacité et l'extension de la piste 27/09 pour accueillir de nouveaux types d'aéronefs (A380), ce qui fait qu'il doit être parfaitement organisé et gérer.

L'ouverture de la nouvelle aérogare, dont les essais débiteront en novembre 2018, et son inauguration se fera en mars 2019

Et enfin le nombre des retards accumulés dans cet aéroport devient très important et très handicapant que sa soit pour la compagnie aérien, mais surtout pour les passagers

III.6.3.1. obstacles de mises en œuvre (exigence) :

Le premier obstacle que l'aéroport d'Alger va rencontrer, sera le manque de technologie, en effet l'Algérie travaille sur son passage de l' AIS (service d'information aéronautique), vers l'AIM (gestion de l'information aéronautique)

le service AIS repose principalement sur des produits imprimés sur papier et envoyés par poste (AIP, AIC, etc.) et des messages textuels (NOTAM), de plus, leurs vérifications et leurs tenues à jour se font manuellement ce qui peut entraîner des erreurs et incohérences et surtout nuire à la ponctualité et la qualité de l'information qui ne peut toujours être garantie.

Cependant l'AIM est basée sur la fourniture et le partage de l'information aéronautique à grande échelle avec une efficacité accrue, dans lequel l'échange des renseignements fait appel à des formats normalisés basés sur des normes de technologie de l'information très répandues (UML, XML/GML).

Formation du personnel : un des plus grands défis de l'A-CDM est le « facteur humain » c'est-à-dire le changement de mentalités, car les fondations de ce concept est le partage d'information, et d'une manière transparente "Si je suis honnête et je partage tout ce que je sais, est-ce que ça ne va pas affecter mon business"

Les experts : malgré la formation du personnel, un pilotage expert doit être mis en place dans l'aéroport concerné, car chaque aéroport est différent et un processus de mesure doit être établi.

III.7. Exemple d'un aéroport CDM (Charles de Gaulle) :

La mise en place opérationnelle du concept de prise de décision collaborative à l'aéroport de Charles de Gaulle a été effectuée le 16 novembre 2010 (18), préconisée par Eurocontrol, c'est l'aboutissement d'une démarche initiée en 2005 incluant l'ensemble de la communauté aéroportuaire unie au service d'un même projet : partager en temps réel l'information pour fluidifier l'écoulement du trafic sur cet aéroport aussi bien en conditions nominales qu'en situations dégradées.

Les acteurs sont tous engagés à différents degrés de par leurs décisions dans la maîtrise de l'écoulement du trafic de l'aéroport. Dans ce contexte, il est apparu évident à chacun d'adhérer à une démarche collaborative CDM afin d'améliorer le fonctionnement local de Paris Charles de Gaulle mais également son intégration dans le réseau aérien européen.



Figure III.9 : Les acteurs de l'A-CDM à Charles de gaules (18)

Pour permettre le déploiement du CDM sur la plateforme de paris-Charles de gaulle, l'ensemble des partenaires compagnie aérienne, gestionnaire d'aéroport et navigation aérienne ont développé sur la plateforme une culture du partage d'informations ainsi que des outils et procédures communs sur les sujets suivants :

- Le partage de l'information et la collaboration opérationnelle entre les acteurs.
- La mise en place d'une séquence des départs collaborative.
- L'optimisation de la capacité en situation nominale.
- La gestion des conditions dégradées.

III.7.1. Collaboration opérationnelle :

Sur la plateforme de paris-Charles de gaulle, la collaboration opérationnelle est présente en conditions nominales et elle est renforcée lors des situations dégradées, elle se déroule en temps réel mais également en temps différé lors des retours d'expérience communs.

Concrètement, En situation nominale, la collaboration entre les acteurs se concrétise par deux points de situation quotidiens, tous les soirs à 19h30 une conférence téléphonique pré-opérationnelle, et préparation de la journée j+1, en second lieu a 13h30, conférence téléphonique post-opérationnelle, et débriefing de la matinée. Les conclusions de ces réunions téléphoniques, faites entre le responsable opérationnel des aires aéronautiques d'Aéroports de paris, le chef de l'approche des services de la navigation aérienne et le responsable opérationnel du centre de contrôle des opérations d'air France sont systématiquement disponibles sur le site web CDM quelques minutes après la fin de la réunion.

Ce site web met aussi à disposition les informations en temps réel sur l'exploitation :

- Tableau de bord en temps réel
- Trafic arrivées/départs
- Suivi météo (dans le cadre du projet CDM, météo France offre un accès direct à l'aérogamme de CDG).

En plus de cela, un représentant CDM est disponible 24h/24.

Lorsque les conditions sont dégradées, les acteurs opérationnels se réunissent au sein d'une salle de décision dédiée : le plateau CDM. Son principal enjeu est l'amélioration de la communication entre les acteurs pour faciliter les analyses communes et les prises de décisions.

Le plateau CDM est équipé de 16 positions pour l'accueil du personnel de l'aéroport de paris, des services de la navigation aérienne, des compagnies aériennes ou des assistants. Il est également équipé d'un mur d'images (comme le montre la photo ci-dessous), permettant par exemple la retransmission d'indicateurs sur le trafic ou encore des prévisions météorologiques, informations essentielles lors des conditions givrantes.

Enfin sur Charles de gaulle, la collaboration entre les différentes organisations à également lieu a posteriori, au cours des réunions mensuelles d'exploitation où l'ensemble des protagonistes opérationnels sont invités pour échanger sur les situations passées et proposer le cas échéant des axes d'amélioration.



Figure III.10 : plateau CDM à l'aéroport Charles de gaulle (19)

III.7.2. Gestion des départs collaborative (GLD-C) :

La GLD-C est un ensemble d'outils et de procédures qui permettent de créer sur paris-Charles de gaulle une séquence des vols au départ disponible en conditions nominales et dégradées.

L'outil GLD calcule un horaire réaliste de départ bloc pour chaque vol qui tient compte :

- la programmation du COHOR (association pour la coordination des horaires sur paris Charles de gaulle)
- des créneaux/régulations de départ définis par le NMOC.
- l'ensemble des contraintes qui peuvent s'appliquer sur le vol : capacités des pistes, conditions météorologiques, impératif des compagnies.

Cette séquence est automatiquement partagée avec le gestionnaire du réseau européen ce qui permet une meilleure intégration des opérations de paris Charles de gaulle et un traitement privilégié de celle-ci : les vols en provenance d'un aéroport CDM reçoivent moins de contraintes de la part du gestionnaire, la ponctualité des vols s'en trouve améliorée.

Les avantages de la GLD :

- garantir une fluidité de trafic au sol
- réduction du temps d'attente au seuil de piste lors des heures de pointes du trafic
- anticipation et optimisation des ressources

Le système GLD garantit également une fluidité de trafic au sol, une réduction du temps d'attente au seuil de piste lors des fortes pointes de trafic. Ceci a engendré des gains opérationnels et environnementaux très conséquents sur paris Charles de gaulle :

- Une amélioration de la sécurité
- Une amélioration de la ponctualité
- Une diminution de la consommation de carburant et des émissions de gaz à effet de serre : l'attente au point de parking moteurs éteints est privilégiée, l'attente au seuil de piste est donc maîtrisée

III.7.2.1. Les horaires clés dans la gestion d'un vol :

Au jour j, le programme des vols de l'aéroport paris Charles de gaulle est pris en référence et correspond aux créneaux alloués par COHOR. Les compagnies doivent en parallèle déposer un plan de vol pour utiliser cet horaire de départ, plan de vol qui peut éventuellement donner lieu à un créneau NMOC si le vol traverse un secteur régulé ou si la capacité de l'aéroport de destination est limitée, en cas de retard autre qu'ATC, par rapport à leur créneau aéroportuaire, elle doivent le signaler par l'envoi d'une heure estimée de départ, et mettre à jour les horaires (heure programmé, ED, slot NMOC) sont intégrés dans le calcul de la séquence départs blocs.

Les heures clés sont :

EOBT Estimated off block time	Heure départ bloc plan de vol	L'EOBT est l'heure de départ bloc affichée sur le plan de vol
CTOT Calculated take off time	Créneau NMOC	Le CTOT correspond à l'allocation d'un créneau de décollage par NMOC, il peut être dû à une contrainte en route ou aéroportuaire.
SOBT Scheduled off block time	Heure programmé COHOR	Au jour J le programme des vols de la journée sert de référence aux assistants et compagnies aériennes en affichant une SOBT. Cette heure correspond au slot attribué par COHOR. Tout retard par rapport à la SOBT du jour J doit entraîner l'émission d'une Estimée Départ (ED)
TOBT Target off block time	Traduction de l'estimée départ compagne	La TOBT est la traduction par la GLD de l'ED (estimée départ), transmise par la compagnie via SITA et capturée par le système d'information C'est l'heure cible que se fixe la compagnie comme heure de départ bloc (portes closes/ passerelle enlevée/ push-back prêt/ avion prêt à rouler dès autorisation).
TSAT Target start- up approval time	Heure départ bloc autorisée	La TSAT est l'heure de départ bloc séquencée, calculée par la GLD en fonction de différents critères (pression piste, capacité aéroportuaire, CTOT, TOBT...) à laquelle un avion peut s'attendre à être autorisé à quitter le bloc (mise en route et repoussage) par l'ATC avec le principe « premier programmé, premier servi »

Tableau III.3 : heure clé de la GLD (19)

En se basant sur l'heure programmée SOBT (si le vol est à l'heure), ou sur l'estimée départ TOBT (si le vol est retardé).

La GLD calcule en permanence l'heure d'autorisation de départ bloc TSAT, en coordination avec les contraintes de NMOC (créneaux CTOT), son objectif est d'être prêt à l'heure cible : SOBT ou TOBT.

III.7.3. Les estimées départs :

Les gains de la GLD dépendent de notre capacité à fournir des horaires de départ fiables et précis, partagés par tous les acteurs de la plateforme (compagnies, assistants, contrôle aérien, aéroport).

Le principe est de calculer une heure de départ bloc autorisée à partir de données d'entrée fiables. Pour cela, les compagnies et assistants doivent :

- Soit respecter les heures du programme des vols (SOBT)
- Soit transmettre des estimées départs (ED) pour annoncer un retard

Dans la GLD l'ED est envoyé par la compagnie aérienne ou l'assistant aéroportuaire, et traduite par la GLD en TOBT comme le montre le schéma ci-dessous :

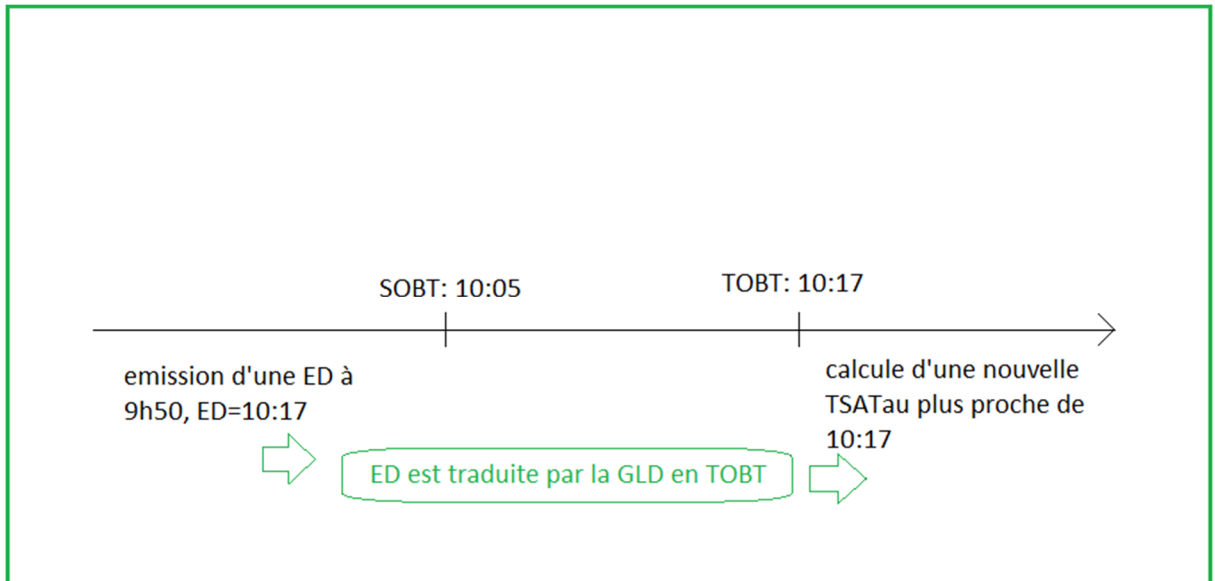


Figure III.11 : estimée départ dans la GLD

Il en résulte une TSAT par vol, calculée en permanence pour se rapprocher le plus de la SOBT/TOBT, en cas de non respect de la TSAT, le vol est sorti de la séquence, et il devra envoyer une nouvelle ED pour être réintégré dans la séquence.

Objectifs de la ED :

- Fiabilité : 100% des vols retardés doivent émettre au moins une ED. la nouvelle ED est obligatoirement supérieure à l'heure courante et à la SOBT.
- Anticipation : le nombre d'ED par vol n'est pas limité, l'important est d'informer de son retard avant d'atteindre son heure cible en vigueur (SOBT ou TOBT).

III.7.4. Le site internet CDM :

Le site internet <https://www.cdmparis.net> est un nouvel outil aéroportuaire qui est accessible à tous les acteurs de la plateforme, grâce un pseudo (login) et mot de passe propre à chaque partenaire, il permet de visualiser en temps réel les informations sur l'exploitation de la plateforme. C'est le lieu privilégié du partage d'information, qui offre notamment depuis 2009 la visualisation de la séquence départs blocs calculée par la GLD. Aujourd'hui, on y trouve principalement :

1- Tableau de bord en temps réel qui nous montre :

- Configuration pistes + les prévisions de changement
- Affichage des capacités pistes : départs et arrivées + stratégie du contrôle aérien et commentaires.
- Indications des régulations NMOC
- Etat du dégivrage : ouverture des baies.
- Diverses informations d'exploitation : aérogares, parkings, accès

- Visualisation du chat météo opérationnel
- Affichage des dernières nouvelles en temps réel

2- Rapport de conférence :

Les comptes rendus des conférences téléphoniques quotidiennes sont mis en ligne sur une page spécifique du site web

3- Visualisation de l'état de trafic :

Des graphes, réactualisés toutes les minutes, permettent de visualiser l'état du trafic à l'arrivée et au départ (blocs, décollages et atterrissages). Le trafic réalisé peut être comparé à la prévision, à la capacité, voire même découpé selon plusieurs jalons de temps

Visualisation de la gestion locale des départs :

- 1- La séquence de départs blocs, calculée par la GLD est affichée en temps réel sur le site web CDM.
- 2- Deux listes de vols sont visualisables :
 - Short list = vols dans les 3 prochaines heures, rafraîchie automatiquement toutes les minutes,
 - Long list : vols du jour j en heures glissantes non rafraîchie automatiquement
- 3- Accès aux onglets « séquence départs blocs », possibilité d'afficher le journal d'un vol.
- 4- Onglet « alertes » affiché les alertes des vols actifs avec heures de début et de fin d'alerte

Pre departure sequence mai 01 2011 - 16:13 UTC - 18:13LT

Listed : 153 Sequenced with Flight Plan : 171 Ready for departure : 12 On Taxi : 10

Short List - 03:00 Long List - 00:05 to 18:00 Add Column Show cancelled

Period Listed from 05/01/2011 at 16:08 to 05/01/2011 at 19:13 Period displayed : to Display period Reset

	Actual	Next	Change
Capa/Pressure N	38/15 (d)	--/--	---
Capa/Pressure S	38/15 (d)	--/--	---
Config	E	--	---

Page 1 of 2 (163 items) [1]

AO	Flight No	CallSign	Dest	SOBT	EOBT	TOBT	TSAT	AOBT	CTOT	TTOT	ATOT	Stand Ar	Term	Rwy	Status	Milestone	Detail
XLF	756		SVQ	05/01... 17:30	--	21:30	--	--	--	--	--	Q	T3	N	Seque... Plan	ONEL...	Detail
EZY	2786	EZY78...	MXP	05/01... 16:05	16:05	16:10	16:10	16:08	--	16:15	--	B	2B	S	Seque... Plan	OFFB...	Detail
AF	1080	AFR10...	LHR	05/01... 16:00	16:00	16:09	16:10	16:03	--	16:24	--	E	2E	N	Seque... Plan	OFFB...	Detail
SK	1560	SAS15...	CPH	05/01... 16:10	16:10	--	16:10	16:03	--	16:13	--	Y	1	N	Seque... Plan	OFFB...	Detail
SU	256	AFI256	SVO	05/01... 16:10	16:10	--	16:10	16:08	--	16:30	--	E	2E	N	Seque... Plan	OFFB...	Detail
LS	316	EXS316	LBA	05/01... 16:10	16:10	--	16:10	--	--	16:25	--	Q	T3	N	Seque... Plan	OKST...	Detail
WW	5252	BM130A	EMA	05/01... 16:10	16:10	--	16:10	16:13	--	16:21	--	T	1	N	Seque... Plan	OFFB...	Detail
AF	1112	AFR21...	LIN	05/01... 16:15	16:15	--	16:15	--	--	16:25	--	E	2F	S	Seque... Plan	OKST...	Detail
AF	7708	AF708...	NCE	05/01... 16:15	16:15	16:25	16:15	--	--	16:26	--	F	2F	S	Seque... Plan	OKST...	Detail
AF	2482	AFR24...	PRG	05/01... 16:15	16:15	--	16:15	--	--	16:26	--	D	2D	N	Seque... Plan	OKST...	Detail
AF	2226	AFR02...	YCE	05/01... 16:15	16:15	--	16:15	--	--	16:25	--	F	2F	S	Seque... Plan	OKST...	Detail
LG	8020	LGL8020	LUX	05/01... 16:15	16:15	--	16:15	--	--	16:27	--	G	2D	N	Seque... Plan	OKST...	Detail
YY	8246	VLG8246	AIC	05/01... 16:15	16:15	--	16:15	--	--	16:34	--	Q	T3	S	Alert NOCLR	ONEL...	Detail
AF	2522	AFR25...	MUC	05/01... 16:15	16:15	16:20	16:20	--	--	16:28	--	E	2D	S	Seque... Plan	OKST...	Detail

PDS MODULE

Flight Loc Flight Msg Flight Alert

Data Alert

AFR2214 **AFR2214**

Date : 05/01/2011
Aircraft type : 320
Registration : FGOCV
Stand : F34
QFU : 08L
EXOT : 00:13
Holding Time : 00:03
TTOT : 16:46
CFMU Taxitime: 00:00
SID : LANV11H

PDS Delay : 00:00:00

Last Alert : -----
Last DPI : T_DPI_c
15:50
TTOT DPI: 16:45
TTOTsh : -N/A-

Arrival
Flight No : AFI739
From : VIE
SIBT : 15:40
EIBT : 15:31
ALDT : 15:22
AIBT : 15:33

SABR SBAR SML

Figure III.12 : visualisation de la séquence départs blocs (19)

AO	Flight n°	Call sign	Dest	SOBT	TOBT	CTOT	TSAT	AOBT	Stand area	Terminal	Rwy	Status	Mile stones
----	-----------	-----------	------	------	------	------	------	------	------------	----------	-----	--------	-------------

Figure III.13 : affichage des colonnes par défaut

Quatre colonnes supplémentaires peuvent être affichées : ATOT, EOBT, TTOT, retard séquence (TSAT, TOBT)
Le détail d'un vol est accessible en cliquant sur « détail » à droite des colonnes
Possibilité de tri par colonne et de choix d'affichage des colonnes

Interaction de la GLD avec NMOC :

La GLD envoie les messages DPI à NMOC de façon automatique, les principales informations diffusées sont les horaires clés SOBT, EOBT, TOBT, TSAT et TTOT.

NMOC utilise ces informations en complément de celles des plans de vol pour l'allocation des créneaux, mais la cohérence de tous les horaires jouera maintenant un rôle primordial.

Pour avoir une meilleure visualisation du trafic, toute variation horaire à +/- 5 minutes, est communiqué à NMOC via les messages DPI :

- Les DPI ne dispensent pas de la mise à jour des plans de vol
- Dès qu'un exploitant met à jour ses horaires de départ (TOBT), l'envoi d'un message DPI se fait de façon automatique.
- La visualisation de la séquence départs blocs sur le site CDM@CDG permet de consulter les messages DPI envoyés, via les pages de détails des vols.

III.7.5. Bénéfices de l'implémentation du concept A-CDM à l'aéroport de paris Charles de gaules entre janvier 2014 et janvier 2015 : (20)

- Une utilisation plus efficace des aires de stationnement et des portes résultant d'une baisse de l'encombrement au sol
- Des services au sol capable d'adopter leurs ressources à la demande réelle grâce à des temps d'arrivés plus précis
- Une précision moyenne dans les prévisions de décollage portée à 2 minutes par départ. Un écart de précision réduit de 13 à 8 minutes.
- Des temps de roulage réduits de 2 minutes par avion en moyenne
- Une satisfaction passagère en hausse grâce à une meilleure prédictibilité dans l'attribution des parkings et une baisse de changements de porte à la dernière minute.

En plus de ces bénéfices, l'aéroport de paris a pu faire une économie de (19)

- 20300 tonnes de Cos
- 5400 kg de SO₂
- 6500 tonnes de carburants
- 470000 minutes de roulages
- 5 millions d'euro d'économie de carburants

III.8. Conclusion :

Ce concept, est un moyen d'arriver à l'atténuation des retards et de la congestion aérienne, cependant sa mise en place requière beaucoup de travail d'abord sur le facteur humain qui est la clé de la réussite de ce projet, pour qu'il accepte et surtout adhère à ce nouveau mode de fonctionnement, en suite suivre chaque étape de l'implémentation en suivant les directives et les conseils des experts.

Conclusion générale :

Le retard est, et restera le point noir du transport aérien, malgré tous les moyens et études misent en œuvre pour l'atténuer

Dans ce mémoire, nous avons fait une introduction à un nouveau mode, basé sur le partage d'information précise et en temps réel entre toute la communauté des usagers du trafic aérien qui est « le concept A-CDM soit prise de décision collaborative à l'aéroport »

Ce concept nouvellement introduit en Europe, a déjà fait ses preuves dans les plus grands aéroports européens selon les derniers rapports d'évaluation, en termes de coût, et d'efficacité

Aujourd'hui le trafic aérien à l'aéroport d'Alger « Houari Boumediene », a atteint un tel stade d'avancement, que l'implémentation de ce concept est devenu indispensable pour une meilleure gestion et une utilisation optimal des ressources aéroportuaire

Cependant cette implémentation requière du temps et beaucoup de travailles pour atteindre l'objectif final qui est la diminution des retards

L'Algérie n'a toujours pas commencé la phase 1 de l'implémentation qui est la phase d'information et surtout la prospection pour avoir l'accord de tous les partenaires et elle devra faire face à des problèmes organisationnels, de procédures et surtout de facteurs humains.

Perspective :

L'implémentation du concept A-CDM à l'aéroport d'Alger pourrait accomplir un réel changement dans notre aéroport là où la désorganisation et les retards prennent beaucoup de place, tout en utilisant ces propres ressources avec un coût d'implémentation moindre face aux moyens nécessaires pour l'augmentation de la capacité particulièrement après la construction de la nouvelle aérogare.

Afin de permettre le succès de ce processus, les partenaires de la plateforme aéroportuaire doivent comprendre l'urgence et la nécessité d'introduire ce genre de concept, c'est pour cette raison que lors de la 1ere phase de l'implémentation, une solide analyse commerciale et des futurs bénéfiques doit être faites, afin de sensibiliser les partenaires et les motivés afin de mettre tout leurs savoir et leurs bonne volontés à l'accomplissement de ce concept et cela malgré les difficultés qu'ils vont forcément croiser

Le plus grand challenge c'est le changement de culture et la coordination qui doit exister entres tous les partenaires, car chaque fonctionnaire a sa propre méthode de travaille et sa propre vision de la situation, cependant il devra par la suite travailler en équipe et veiller à atteindre les objectifs de tous les acteurs de la plateforme aéroportuaire

Nous espérons que l'objectif principal derrière la mise en place du concept A-CDM qui est la réduction des retards et de la congestion aérienne sera atteint et que les voyageurs pourront enfin se rendre à l'aéroport sans crainte que leur vol ne soit retardé ce qui pourrait chambouler tout leur programme.

Annexe A :

A.1. Présentation de l'ENNA :

L'établissement National de la Navigation Aérienne (E.N.NA), est un établissement qui assure le service public de la sécurité de la navigation aérienne pour le compte et au nom de l'état, placé sous la tutelle du ministère des transports, il 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. Il est chargé en outre du contrôle et du suivi des appareils en vol ainsi que de la sécurité aérienne.

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

- Ministère des transports.
- OACI : Organisation de l'Aviation civile internationale.
- EUROCONTROL : Organisation européenne pour la sécurité de la navigation aérienne.
- AEFMP : organisation régionale réunissant l'Algérie, l'Espagne, la France, le Maroc, et le Portugal.
- ENAC : Ecole nationale de l'aviation civile de Toulouse.
- ASECNA : Agence pour la sécurité de la navigation aérienne en Afrique et à Madagascar.
- IAES : Institut d'aéronautique et des études spatiales de Blida

A.2. Les missions de l'ENNA :

Les principales missions de l'établissement :

- Veiller au respect de la réglementation des procédures et des normes techniques relatives à la circulation en vol et au sol des aéronefs, aussi l'implantation des aéroports et les installations relevant de sa mission.
- Participer à l'élaboration des schémas directeurs et aux plans d'urgence des aéroports : établir les plans des servitudes aéronautiques et radio électriques en coordination avec les autorités concernées. Veiller à leur application.

- Assurer l'installation et la maintenance des moyens de télécommunications, de radionavigation, de l'aide à l'atterrissage, des aides visuelles et des équipements annexes.
- Contrôler la circulation aérienne pour l'ensemble des aéronefs évoluant dans son espace aérien qu'ils soient en survol, à l'arrivée sur les aérodromes ou au départ de ces derniers.
- Assurer la sécurité de la navigation dans l'espace aérien national (relevant de la compétence de l'Algérie), ainsi qu'au dessus et aux abords des aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique (CAP).
- Diffuser l'information aéronautique (en vol et au sol), et météorologique nécessaires à la navigation aérienne.
- Assurer le service de sauvetage et de lutte contre les incendies sur les plates-formes aéroportuaires.
- Contribuer à l'effort du développement en matière de recherches appliquées dans les techniques de la navigation aérienne.
- Concentrer, diffuser ou retransmettre au plan international les messages d'intérêt aéronautique ou météorologique.
- Calibrer les moyens de communication, de radionavigation et de surveillance au moyen de l'avion laboratoire.

A.3. Organisation de l'ENNA

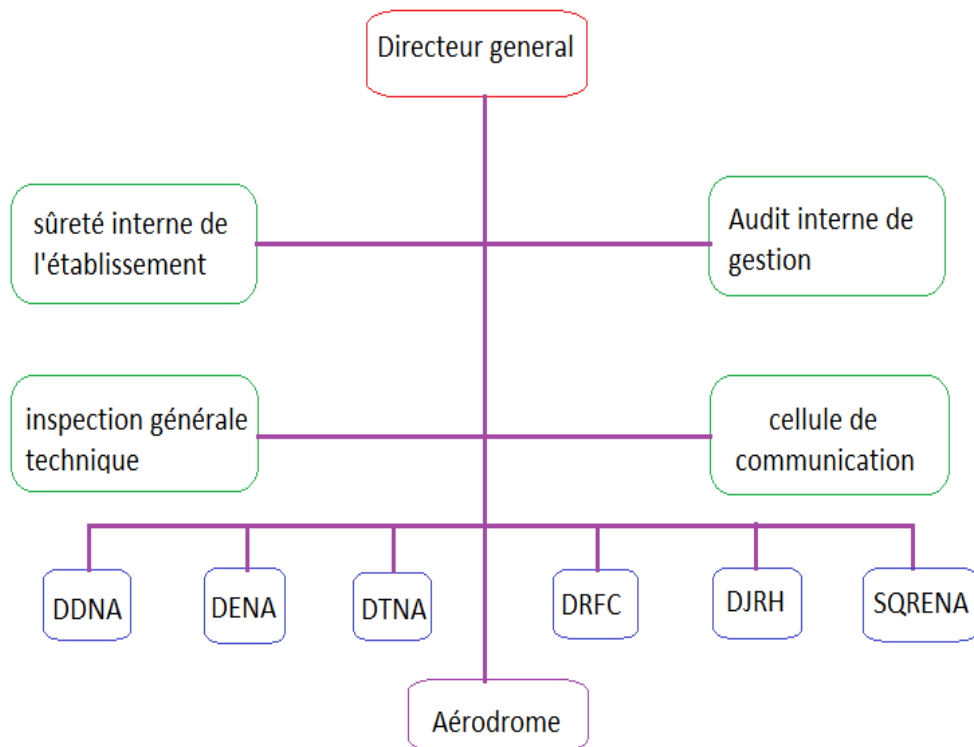


Figure1 : Organisation de l'ENNA.

DDNA : Direction de Développement de la Navigation Aérienne.

DENA : Direction d'Exploitation de la Navigation Aérienne.

DTNA : Direction Technique de la Navigation Aérienne.

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

DJRH : Direction Juridique et Ressources Humaines.

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

AERODROMES :

- 21 Aérodromes nationaux.
- 11 Aérodromes internationaux.

A.3.1. Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne :

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (DENA) est chargée d'assurer

La sécurité et la régularité de la navigation aérienne, de veiller à la bonne gestion technique au niveau des aérodromes. Ses principales missions se résument comme suit :

- Gérer et contrôler l'espace aérien (en route et au sol)
- Mettre à la disposition de tous les exploitants le service de l'information aéronautique ainsi que les informations météorologiques.
- Gérer les services de la télécommunication aéronautique.
- Assurer le service de sauvetage et de lutte contre les incendies aux aérodromes.

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne se compose de six (06) Départements et d'un Centre de Contrôle Régional :

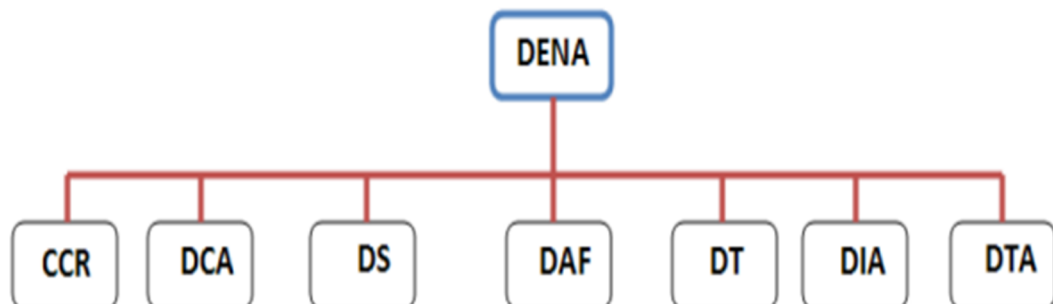


Figure 2 Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne

DCA : Département Circulation Aérienne.

DS : Département Système.

DAF : Département Administration et Finances.

DT : Département Technique.

DIA : Département Informations Aéronautiques.

DTA : Département Télécommunications Aéronautiques.

CCR : Centre de Contrôle Régional.

A.3.1.1. Présentation 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 (Chararba, Oued Semar), un aéronef après sa montée est transféré au centre de contrôle régional (CCR), 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 laquelle alors, aucun aéronef civil ne doit évoluer. En revanche, les militaires peuvent demander de bénéficier de la CAG.

Ce centre répond à des exigences techniques et fonctionnelles qui ont apportées une importante amélioration des services du contrôle aérien en Algérie.

Le CCR comprend :

- Une salle opérationnelle de contrôle avec : 14 positions de contrôle, une position de supervision opérationnelle et deux position FMP.
- Une salle technique disposant d'une position de supervision technique.

A.3.2. Département de la circulation aérienne (DCA) :

Le département de la circulation aérienne est chargé du contrôle et de la coordination des différents aérodromes et le centre de contrôle régional d'Alger, ainsi que les études liées au développement de la navigation aérienne, basé sur les normes OACI, on sein de ce département on trouve trois services :

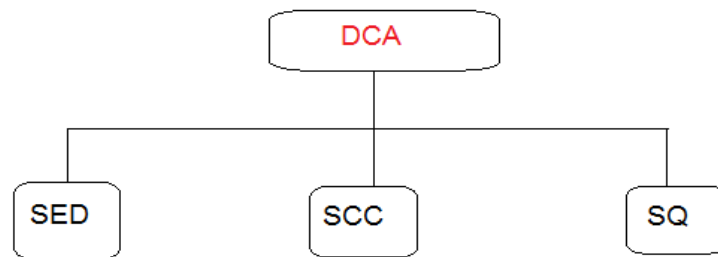


Figure3 : service du département de la circulation aérienne

SED : service étude et développement

SCC : service contrôle et coordination

SQ : service qualité

A.3.2.1. Service étude et développement (SED) a pour tache :

- Etude et élaboration des schémas de la circulation aérienne
- Etude et élaboration des plans de servitudes aéroportuaires de dégagement
- Les procédures de départ (SID : standard instrument departure), et d'arrivés (STAR : standard arrival), d'approche initiale, finale et d'approche à vue.
- Etude et élaboration des routes ATS
- Traitement des données et statistiques de trafic aérien pour les besoins d'études.

A.3.2.2. Service contrôle et coordination (SCC) qui est tenu :

De Maintenir à jour le fichier informatisé concernant l'état de tous les aérodromes sur le territoire national, d'analyser les anomalies d'exploitation relatives aux incidents, accidents concernant les aéronefs et leurs équipages. Ce service veille à l'application des normes OACI, il est également chargé d'autres missions relatives à l'exploitation des aérodromes confiés par la DENA.

A.3.2.3. Service qualité (SQ) est tenu :

De maintenir à jour le fichier du personnel de la circulation aérienne sur tout le territoire national, il gère le profil de carrière de ce personnel et veille à la mise en place d'une politique de formation et de recyclage

Référence bibliographique :

- (1) <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/FR/traffic-growth-and-airline-profitability-were-highlights-of-air-transport-in-2016.aspx>
- (2) <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/IS.AIR.PSGR>
- (3) <http://fr.april-international.com/global/conseils-informations/les-principales-causes-de-retard-des-avions>
- (4) <https://enna.dz/statistiques.html>
- (5) Marianne Raffarain, « le contrôle aérien en France : congestion et mécanisme de prix », thèse d'état, université Paris-1-Panthéon-Sorbonne (décembre 2012).
- (6) mémoire de fin d'étude « gestion de flux du trafic aérien », Institut d'aéronautique et des études spatiales, Blida (2012).
- (7) F.Drareni, « décongestion des secteurs de contrôle en route par le processus d'allocation des créneaux aux départs », thèse de doctorat, Institut d'aéronautique et des études spatiales, université de Blida01 (février 2009).
- (8) LIU Xiaoming. LIU YAN. MAYI. « congestion », séminaire de méthode, (23 février 2006).
- (9) F.drareni. cours ATM, Institut d'aéronautique et des études spatiales, (2015).
- (10) W.Belloulou, y.Gheffar, « Régulation des flux de trafic aérien », thèse d'ingénieur recherche opérationnelle, Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene (2006).
- (11) Document OACI 9971 part II (ATFM) (seconde édition 2014)
- (12) S.Chafai, cours ATFM, Institut d'aéronautique et des études spatiales
- (13) Document OACI 9971 part I (CDM), (première édition 2012).
- (15) <https://www.transportshaker-wavestone.com/a-cdm-fait-decoller-les-aeroports/>
- (16) Airport CDM implementation Manual (avril 2012)
- (17) Département de circulation aérienne à l'aéroport d'Alger (ENNA)
- (18) <https://www.cdmparis.net/Pages/PARIS-CHARLES%20DE%20GAULLE.aspx>
- (19) <https://www.icao.int/SAM/Documents/2015-ACDM/Brochure%20de%20communication%20CDMCDG.pdf>
- (20) <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/publication/files/a-cdm-impact-assessment-2016.pdf>