

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1



INSTITUT D'AERONAUTIQUE ET DES ETUDES SPATIALES  
Département de Navigation Aérienne



**Projet de fin d'études**

En vue de l'obtention du diplôme de Master en  
**Aéronautique Spécialité : Navigation Aérienne**



**Option : OPERATIONS AERIENNES**

**Thème**

**Optimisation du réseau de route aérienne par l'adoption du concept  
des routes directes (DCTs)**

Réalisé par :

- *BELAIDOUNI Abdelkarim*

- *HADDOUCHE*

*Mohammed Amine*

Dirigé par :

- *Dr. DRIOUCHE*

*Mouloud*

- *Mr. BENAÏSSA*

*Noureddine*

**IAES**

**2023 - 2024**

## RÉSUMÉ

Ce travail s'inscrit dans le cadre du développement de l'espace aérien algérien en utilisant les dernières recommandations de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), notamment l'utilisation du principe de l'espace aérien libre, qui constitue un pilier important pour attirer les différentes compagnies aériennes, augmenter la capacité de l'espace aérien algérien et faciliter la circulation du trafic aérien en maintenant la sécurité des aéronefs et en contribuant à la réduction des émissions de gaz toxiques , principalement sur les trois secteurs nord de la fir d'alger.

## ABSTRACT

This work is part of the development of the Algerian airspace using the latest recommendations of the International Civil Aviation Organization (ICAO), especially taking advantage of the principle of free airspace, which is an important pillar in attracting various airlines, increasing the capacity of the Algerian airspace and facilitating the movement of aircraft traffic by maintaining the safety of aircraft and contributing to the reduction of emissions of toxic gases, mainly on the three northern sectors of Algiers fir.

## ملخص

هذا العمل يدخل في إطار تطوير المجال الجوي الجزائري باستخدام اخر توصيات المنظمة العالمية للطيران المدني وبالخصوص الاستفادة من مبدأ المجال الجوي الحر الذي يعد ركيزة هامة في جلب مختلف شركات الطيران والرفع من سعة المجال الجوي الجزائري وتسهيل حركة مرور الطائرات وهذا بالمحافظة على سلامة الطائرات والمساهمة في انخفاض انبعاثات الغازات السامة، خاصة على مستوى القطاعات الشمالية الثلاثة للجزائر.

## REMERCIEMENTS

*Nous remercions DIEU (الله) le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Nous tenons à exprimer toutes nos reconnaissances à notre encadreur de mémoire Dr. DRIOUCHE Mouloud, ainsi que Mr. BENAÏSSA Noureddine, pour nous avoir encadrées, orientées, aidées et conseillées.*

*Nous remercions les membres du jury pour leur présence, leur lecture attentive de notre thèse ainsi que pour les remarques qu'ils nous adresseront lors de notre soutenance afin d'améliorer notre travail.*

*Nous remercions bien nos très chers parents, frères, sœurs, et familles, qui ont toujours été là pour nous.*

*Nous remercions nos amis et collègues pour leur encouragement.*

*À tous ces intervenants, et tous ceux qui nous avons rencontrés durant notre cursus nous présentons nos remerciements, nos respects et nos gratitude.*

## DEDICACE

Je dédie ce modeste travail

à ma chère grand-mère qui es à l'origine de toutes mes réussites et qui as attendu ma soutenance avec tant d'impatience et de soutien. Merci, **grand-mère**, de m'avoir donné la force et le courage merci pour toutes tes prières et tous tes messages de soutien nécessaires pour poursuivre mes rêves.

À mon **grand-père**, qui nous a quittés mais dont la sagesse, les encouragements et l'exemple de vie continuent de m'inspirer chaque jour. Merci, **grand-père**, pour l'amour et les valeurs que tu m'as transmises. Ton souvenir reste vivant en moi

À l'homme de ma vie, mon modèle éternel, ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir. Que Dieu te garde précieusement pour moi, **cher Abi**.

À la lumière de mes jours, la source de mon énergie, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, **ma chère maman que j'adore**.

A mes sœur **chaima**, **Saadia**, **Soundouss**, mes frères **Amine** et **Aissa**, mon beau-frère **Aissa**, ma belle-sœur **Asma**, mes nièces **Meriem** et **Israa**, mon neveu **Mohammed**, qui ont toujours été là pour moi comme une vraie source d'inspiration.

A toute **ma famille BELAIDOUNI** qui a m'a donné les plus précieux conseils.

A mon binôme **Mohammed** et mes frères **oussama**, **sofiane**, **Abed**, **yazid**, **ilies**, **riad rd**, **ibrahime**, **amazigh**, **406**, **soheyb**, **raouf**, **khalidou**, **isslam**, **ramzi**, **abdou brj**, **abdou chachra**, **ahmed**, **walid**, **imad**, **mehdi** et **waeil**.

A tous mes collègues et mes professeurs.

**BELAIDOUNI Abdelkarim**

## DEDICACE

Je dédie ce modeste travail

À mes **chers parents** qui ont été toujours à mes côtés et m'ont toujours

Soutenu tout au long de ces longues années d'études. En signe de reconnaissance, qu'ils trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude pour tout ce

Qu'ils ont consenti d'efforts et de moyens pour me voir réussir dans mes études.

À mes sœur **amira, meriem, maria**, mon frère **khalil**

À mes grands parents la source de la sagesse et des bonheurs

À tous mes oncles et tantes et leurs maris me soutiennent partout où je suis

À toute ma **famille HADDOUCHE ET ZOUAOUI** qui a m'a donné les plus précieux conseils.

A mes très chers cousins et cousines

A mon binôme **Abdelkarim** et mes frères **oussama, yazid, ilyes, riad rd, ibrahime, amazigh, soheyb, raouf, khalidou, mohammed, isslam, ramzi, abdou brj, abdou chachra, ahmed, walid, riad, imad, mehdi** et **waeil, mohammed**.

À notre encadreur de mémoire

À tous mes collègues et mes professeurs

À tous les gens qui me connaissent et que je connais

***HADDOUCHE Mohammed Amine***

## TABLE DES MATIERES

<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>2</b>
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>3</b>
<b>DEDICACE</b> .....	<b>4</b>
<b>TABLE DES MATIER</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	<b>11</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>13</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>13</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE :</b> .....	<b>14</b>
<b>CHAPITRE I : PLAN MONDIAL DE NAVIGATION AÉRIENNE (GANP)</b> .....	<b>16</b>
<b>I.1 INTRODUCTION :</b> .....	<b>16</b>
<b>I.2 Qu'est-ce que le GANP ?</b> .....	<b>17</b>
<b>I.2.1 Description:</b> .....	<b>17</b>
<b>I.2.2 Structure:</b> .....	<b>17</b>
<b>I.2.3 STRATÉGIQUE MONDIALE:</b> .....	<b>18</b>
<b>I.2.4 OBJECTIF GANP:</b> .....	<b>19</b>
<b>I.3 Les dix principes de politique clés de l'OACI en matière de navigation aérienne:</b> .....	<b>20</b>
<b>I.3.1 Engagement vis-à-vis de la mise en œuvre des Objectifs stratégiques et des domaines de performance clés de l'OACI :</b> .....	<b>20</b>
<b>I.3.2 La sécurité de l'aviation est la plus hate priorité :</b> .....	<b>20</b>
<b>I.3.3 Approche par paliers de la planification de la navigation aérienne: ...</b> .....	<b>20</b>
<b>I.3.4 Concept opérationnel d'ATM mondiale (GATMOC) :</b> .....	<b>21</b>
<b>I.3.5 Priorités de la navigation aérienne mondiale :</b> .....	<b>21</b>
<b>I.3.6 Priorités régionales et priorités des États en matière de navigation aérienne :</b> .....	<b>21</b>
<b>I.3.7 Mises à niveau par blocs du système de l'aviation (ASBU), modules et feuilles de route:</b> .....	<b>21</b>
<b>I.3.8 Usage des blocs et modules ASBU :</b> .....	<b>22</b>
<b>I.3.9 Avantages par rapport aux coûts et questions financières:</b> .....	<b>22</b>
<b>I.3.10 Examen et évaluation de la planification de la navigation aérienne :</b> .....	<b>22</b>
<b>I.4 Évolution du GANP à la planification régionale:</b> .....	<b>23</b>
<b>I.5 Extensibilité de la mise en œuvre GANP:</b> .....	<b>24</b>
<b>I.6 LA VISION du GANP:</b> .....	<b>24</b>

I.7 Environnement: .....	25
I.8 SUR LE SEUIL D'UN CHANGEMENT TRANSFORMATEUR: .....	25
I.9 Flexibilité de la mise en œuvre du GANP : .....	26
I.10 Le Plan mondial de navigation aérienne (GANP) et la mise à niveau par blocs (ASBU) : .....	27
I.10.1 Mises à niveau par blocs du système de l'aviation : .....	27
I.11 CONCLUSION: .....	34
<b>CHAPITRE II : GESTION DE L'ESPACE AÉRIEN (ASM).....</b>	<b>35</b>
II.1 Définition : .....	35
II.2 Description: .....	35
II.2.1 Niveau stratégique: .....	36
II.2.2 Niveau pré-tactique.....	36
II.2.3 Niveau tactique.....	37
II.3 Gestion des flux de trafic aérien (ATFM):.....	37
II.3.1 Définition: .....	37
II.3.2 Description : .....	38
II.4 Utilisation flexible de l'espace aérien(FUA): .....	40
II.4.1 Définition: .....	40
II.4.2 Description: .....	40
II.4.3 Gestion de l'espace aérien: .....	40
II.4.4 Avantages du FUA : .....	41
II.4.5 PRINCIPES DU FUA: .....	41
II.4.6 DES STRUCTURES ET DES PROCÉDURES D'ESPACE AÉRIEN SOUPLES ET ADAPTABLES:.....	42
II.5 LA COLLABORATION CIVILE/MILITAIRE.....	44
II.6 L'espace aérien: .....	46
II.6.1 Définition: .....	46
II.6.2 Subdivision de l'espace aérien :.....	46
II.6.3 Subdivision verticale de l'espace aérien.....	48
II.6.4 Zones à statut particulier : .....	49
<b>CHAPITRE III :ESPACE AÉRIEN DE ROUTE LIBRE (FRA) .....</b>	<b>50</b>
III.1 Définition:.....	50
III.2 Description: .....	51

<b>III.3 Facilitateurs :</b> .....	<b>52</b>
<b>III.4 Termes de la FRA :</b> .....	<b>52</b>
<b>III.5 Applicabilité limitée de la FRA:</b> .....	<b>56</b>
<b>III.5.1 Limitation dans le temps:</b> .....	<b>56</b>
<b>III.5.2 Structurellement limité:</b> .....	<b>56</b>
<b>III.6 Limites verticales de la FRA et leur publication :</b> .....	<b>56</b>
<b>III.7 Limites horizontales du FRA et leur publication :</b> .....	<b>57</b>
<b>III.8 Maximiser l'efficacité de la FRA :</b> .....	<b>58</b>
<b>III.9 Accès de/à l'espace aérien de région terminale :</b> .....	<b>58</b>
<b>Remarques :</b> .....	<b>58</b>
<b>III.10 Sectorisation :</b> .....	<b>58</b>
<b>III.11 Réservations de l'espace aérien :</b> .....	<b>60</b>
<b>III.12 Planification des vols :</b> .....	<b>61</b>
<b>III.12.1 Dispositions générales :</b> .....	<b>61</b>
<b>III.12.2 Format du plan de vol :</b> .....	<b>62</b>
<b>III.12.3 Utilisation de points intermédiaires non publiés pour la planification des vols :</b> .....	<b>62</b>
<b>III.12.4 Description de la route :</b> .....	<b>62</b>
<b>III.12.5 Facilitation de la planification des vols grâce à l'utilisation des DCT :</b> .....	<b>63</b>
<b>III.12.6 Modification du FL de croisière :</b> .....	<b>63</b>
<b>III.13 Zones transfrontalières de la FRA :</b> .....	<b>63</b>
<b>III.14 Avantages de FRA :</b> .....	<b>65</b>
<b>III.14.1 Pour les usagers de l'espace aérien :</b> .....	<b>65</b>
<b>III.14.2 Pour les prestataires de services de navigation aérienne :</b> .....	<b>66</b>
<b>III.15 Enjeux et défis :</b> .....	<b>67</b>
<b>III.16 Mesures d'atténuation:</b> .....	<b>68</b>
<b>III.17 Le concept des route directe DCTs :</b> .....	<b>69</b>
<b>III.17.1 Description:</b> .....	<b>69</b>
<b>III.17.2 Avantages de DCT:</b> .....	<b>70</b>

**CHAPITRE IV : OPTIMISATION DU RÉSEAU DE ROUTE AÉRIENNE PAR L'ADOPTION DU CONCEPT DES ROUTES DIRECTES (DCTS). .....** **72**

<b>IV.1 Introduction :</b> .....	<b>72</b>
----------------------------------	-----------

<b>IV.2 Les étapes à suivre pour la création d'une nouvelle route aérienne au niveau de l'établissement national de la navigation aérienne (ENNA) :</b> .....	<b>73</b>
---	-----------

IV.2.1 Etape 1 : Traitement de la demande : .....	73
IV.2.2 Etape 2 : Consultation avec les bureaux régionaux de l'OACI : .....	73
IV.2.3 Etape 3 : Consultation avec l'ANSP (ENNA) : .....	73
IV.2.4 Etape 4 : Etude technique (DCA) : .....	73
IV.2.5 Etape 5 : Etude commerciale (DRFC) : .....	73
IV.2.6 Etape 6 : Approbation des membres du groupe ATS : .....	74
IV.2.7 Etape 7 : Elaboration d'une étude de sécurité (SGS) : .....	74
IV.2.8 Etape 8 : Préparation de la demande de diffusion AIRAC: .....	74
IV.2.9 Etape 9 : Préparation du projet de publication (DIA) : .....	74
IV.2.10 Etape 10 : Accord de L'ANAC : .....	74
IV.2.11 Etape 11 : Publication de la nouvelle route aérienne: .....	74
IV.2.12 Etape 12 : Mise en vigueur et exploitation de la nouvelle route aérienne : .....	74
IV.3 Présentation de la FIR Alger : .....	75
IV.4 Secteurs de la FIR Alger : .....	75
IV.5 Evaluation de la capacité d'un secteur : .....	75
IV.6 Les contraintes influant sur la capacité d'un secteur de contrôle : .....	76
IV.7 Adaptation de la capacité à la demande : .....	76
IV.8 Adaptation de la demande de trafic aérien à la capacité : .....	76
IV.9 L'optimisation du réseau de route EST/OUEST OUEST/ EST pour les 3 secteurs Nord de la FIR Alger : .....	77
IV.10 Constat sur le réseau de route aériennes actuel : .....	77
IV.11 Faiblesses de réseau de route actuel : .....	79
IV.12 Optimisation des routes existant : .....	80
IV.12.1 Les départs / arrivées sur DAAG : .....	80
IV.12.2 L'optimisation du flux de trafic EST/OUEST par la dct MORJA CARBO : .....	83
IV.12.3 Actuel flux avec LUXUR PAGRE : .....	84
IV.12.4 Optimisation de flux de trafic EST / OUEST avec la DCT MORJA CARBO LUXUR : .....	85
IV.12.5 Une coordination avec le service ATFM pour refuser les plans de vol qui ne respecte pas la modification. ....	85
IV.12.6 Les avantages de l'optimisation : .....	85
IV.12.7 Conclusion : .....	87
LES ANNEXES : .....	88
ANNEXE A : CARTE DE CROISIERE .....	88

<b>ANNEXE B : CLASSIFICATION DE L'ESPACE AÉRIEN.....</b>	<b>89</b>
<b>ANNEXE C : SERVICES DE TRAFIC AÉRIEN.....</b>	<b>92</b>
<b>BIBLIOGRAPHIES: .....</b>	<b>96</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

AIP : Aeronautical Information Publication  
AIRAC : mise à jour périodique des données aéronautiques  
AIS : service d'information aéronautique  
AMC : par une cellule conjointe de gestion de l'espace aérien  
ANAC : agence nationale de l'aviation civile  
ANP : les plans régionaux de navigation aérienne  
ANSP : Air navigation service provider  
ASBU : aviation system block upgrades  
ASM : Gestion de Trafic Aérien  
ATC : Service de Contrôle Aérien  
ATC : Service de Contrôle Aérien  
ATFCM : gestion des flux des traffic aérienne  
ATFM : Gestion de Flux de Trafic Aérien  
ATM : Gestion de Trafic Aérien  
ATS : Air Traffic Services  
AUP : le plan d'utilisation de l'espace aérien  
AWY : Les voies aériennes  
CBA : la zone transfrontalière  
CCR : Centre de Contrôle Régional  
CDRs : routes conditionnelles  
CNS : Communication – Navigation – Surveillance  
CTA : La région de contrôle  
CTR : Les zones de contrôle  
DCA : Etude technique  
DCT : direct routing  
DIA : Préparation du projet de publication  
DRFC : Etude commerciale  
FIR : Région d'Information des Vols  
FL : nivaeu de vol

FLOS : Flight Level Orientation Scheme  
FPL : plan de vol  
FRA : Espace Aérien des Routes Directes  
GANP : Global Air Navigation Plan  
GASP : The Global Aviation Safety Plan  
GATMOC : Global Air Traffic Management Operational Concept  
GI : la gestion de l'information  
GPI : Glide Path Indicator  
HLAPB : High-Level Airspace Policy Body  
NMOC : Network Manager Operations Centre  
OACI : Organisation de l'aviation civile internationale  
OAT : Operational Air Traffic  
PANS : Procedures for Air Navigation Services  
PBN : plan national  
PIA : Domaine d'amélioration des performances  
PIRG : les groupes régionaux de planification et de mise en œuvre  
RAD : le document de disponibilité de route  
SGS : systèmes de gestion de la sécurité  
Sid : Itinéraire normalisé de départ  
SSP : programme national de sécurité  
Star : Itinéraire normalisé d'arrivée  
TMA : région de contrôle terminal  
TMA : La région de contrôle terminal  
TRA : réservée temporaire  
TSA : l'espace aérien ségrégué temporaire  
UIR : upper information region  
UTA : Région supérieure de contrôle

## LISTE DES FIGURES

Figure I.1: les 4 niveau du GANP .....	19
Figure I.2: Résumé Des Blocs Mis En Correspondance Avec Les Domaines D'amélioration Des Performances .....	29
Figure I.3 : Relations Temporelles Entre Les Blocs .....	30
Figure I.4:exemple de fil (fice) dans un domaine de performance .....	32
Figure II.1:Coordination entre les autorités civiles et militaires aux niveaux stratégique, pré-tactique et tactique .....	42
Figure II.2:Région transfrontalière (CBA) .....	44
Figure II.3:Route conditionnelle .....	44
Figure II.4:Subdivision De L'espace Aerien .....	47
Figure II.5:Espace Aérien Inférieur .....	48
Figure II.6:Espace Aérien Supérieur .....	48
Figure III.1:Espace Aerien En Route Libre .....	50
Figure III.2:Exemple De Routes Autorisées Et Non Autorisées Par La FRA A Prendre En Compte Lors De La Préparation Du Vol.....	51
Figure III.3: Le point de correspondance d'arrivée FRA (A).. .....	53
Figure III.4:Exemple De Point FRA (D) .....	54
Figure III.5:Points D'entrée (E)/De Sortie (X) Du FRA. ....	55
Figure III.6:Exemple De Point FRA (I).....	55
Figure III.7:Zone FRA Unique.....	64
Figure III.8:Zones Fra Multiples.....	64
Figure IV.1:Flux de trafic actuel .....	79
Figure IV.2:Les arrivés et les départs actuels sur l'aéroport d'alger .....	81
Figure IV.3:Les arrivés et les départs optimisés .....	82
Figure IV.4:L'optimisation de réseaux de route .....	83
Figure IV.5:Flux Luxur Pagne .....	84
Figure IV.6:L'optimisation DCT .....	85

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau IV.1:Les différents flux qui rentre par les points MORJA Et DIMAO .....	78
---	----

## INTRODUCTION GENERALE :

Depuis l'indépendance, le secteur du transport aérien en Algérie a connu une évolution spectaculaire, L'espace aérien algérien fait face à des défis de congestion et de gestion du trafic aérien croissant. Une des solutions proposées est l'optimisation de l'organisation et de la gestion de cet espace, en adoptant le concept d'utilisation flexible indépendamment des frontières nationales. Cela permettrait une liberté de mouvement pour tous les usagers, tout en tenant compte des besoins des États en termes de sûreté et de défense.

Une des mesures concrètes est la création de routes directes (DCT) dans l'espace aérien algérien. La mise en place de ces routes offrira plusieurs avantages :

- Les vols pourront emprunter des itinéraires plus directs, offrant un meilleur rendement en termes de consommation de carburant
- Les aéronefs pourront recourir à des routes de contournement pour éviter les zones de forte densité de trafic
- Cela contribuera à une meilleure gestion et optimisation du trafic aérien est-ouest en Algérie

Actuellement, il existe une hiérarchie dans les connexions aériennes en Algérie, avec des liaisons directes entre les grandes agglomérations du Nord et certaines villes sahariennes. L'adoption de routes directes permettrait de fluidifier davantage le trafic entre l'Est et l'Ouest du pays.

L'optimisation de l'espace aérien algérien par l'adoption de routes directes pour le trafic est-ouest s'inscrit dans une démarche globale visant à améliorer la gestion du trafic aérien, en offrant plus de flexibilité et d'efficacité aux compagnies aériennes. Cela contribuera à désenclaver les régions et à fluidifier les échanges aériens à l'échelle nationale.

Le développement des flux de trafic aérien en Algérie est un défi important qui nécessite une gestion efficace pour répondre à la croissance rapide du trafic et à la pression exercée sur l'espace aérien.

La croissance rapide du trafic aérien a entraîné des congestions et des retards de vol dans les aéroports et l'espace aérien.

Le but de notre étude est de contribuer à l'amélioration de la gestion du réseau de route aérienne dans la FIR d'Alger, en particulier dans les secteurs Nord-Est, Centre et Ouest. Pour atteindre cet objectif, on doit baser sur le concept de FREE ROUTING exactement les routes directes DCTs.

Le mémoire est organisé de la manière suivante, en premier lieu une introduction générale.

Chapitre I : Plan Mondial de Navigation Aérienne (GANP)

Chapitre II : Gestion de L'espace Aérien (ASM)

Chapitre III : Espace aérien de route libre (FRA)

Chapitre IIII : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs).

Nous terminons par une conclusion.

## **Chapitre I : Plan Mondial de Navigation Aérienne (GANP)**

### **I.1 INTRODUCTION :**

L'OACI est une organisation d'États membres dont l'objet est d'élaborer des principes et des techniques de navigation aérienne internationale, de favoriser la planification et la mise en œuvre du transport aérien international et d'encourager le développement de tous les aspects de l'aéronautique civile internationale.

Le Plan mondial de navigation aérienne (GANP) de l'OACI est un cadre global incluant des principes de politique clés en matière d'aviation civile afin d'aider les régions de l'OACI, les sous-régions et les États dans la préparation de leurs plans régionaux et nationaux de navigation aérienne.

L'objectif du GANP est d'accroître la capacité et d'améliorer l'efficacité du système mondial de l'aviation civile tout en améliorant la sécurité, ou pour le moins en la maintenant. Le GANP comprend aussi des stratégies pour atteindre les autres Objectifs stratégiques de l'OACI.

Le GANP inclut le cadre des mises à niveau par blocs du système de l'aviation (ASBU), ses modules et ses feuilles de route technologiques connexes, qui couvrent notamment les communications, la surveillance, la navigation, la gestion de l'information et l'avionique.

Les ASBU sont destinées à être utilisées par les régions, les sous-régions et les États qui souhaitent adopter les blocs pertinents ou des modules individuels pour mieux réaliser l'harmonisation et l'interopérabilité par leur application cohérente à travers les régions et le monde.

Le GANP, avec d'autres plans OACI de haut niveau, aidera les régions de l'OACI, les sous-régions et les États à établir leurs priorités en matière de navigation aérienne pour les 15 prochaines années.

Le GANP énonce dix principes de politique clés de l'OACI en matière d'aviation civile, qui guident la planification de la navigation aérienne aux échelons mondial, régional et national.

## I.2 Qu'est-ce que le GANP ?

### I.2.1 Description:

Le Plan mondial de navigation aérienne de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) (Doc 9750) est le document stratégique de navigation aérienne de plus haut niveau de l'OACI. Il sert également de plan pour piloter l'évolution du système mondial de navigation aérienne en conjonction avec le Concept opérationnel de gestion du trafic aérien mondial (Doc 9854) et le Manuel sur les exigences du système de gestion du trafic aérien (Doc 9882). Le Plan mondial de navigation aérienne (GANP) soutient également la planification de la mise en œuvre locale et régionale.

L'actuel GANP, la cinquième édition, couvre la période 2016-2030 et représente « une méthodologie stratégique glissante sur 15 ans qui exploite les technologies existantes et anticipe les développements futurs sur la base des objectifs opérationnels convenus entre l'État et l'industrie », selon l'OACI. Le programme de travail contenu dans le GANP est approuvé tous les trois ans par le Conseil de l'OACI.

Les mises à niveau en bloc présentées dans le GANP sont organisées par tranches de six ans sans chevauchement commençant en 2013 et se poursuivant jusqu'en 2031 et au-delà.

### I.2.2 Structure:

Le contenu du GANP est organisé selon une structure multicouche, chaque couche étant adaptée à différents publics. Cela permet une meilleure communication avec les responsables de haut niveau et techniques. La structure à quatre niveaux est composée des niveaux mondial (stratégique et technique), régional et national, et fournit un cadre pour l'alignement des plans régionaux, sous-régionaux et nationaux. La structure à quatre niveaux facilite la prise de décision en fournissant une orientation stratégique stable pour l'évolution du système de navigation aérienne et, en même temps, une pertinence opportune dans le contenu technique.

**I.2.2.1 STRATÉGIQUE MONDIALE :**

Le niveau stratégique mondial fournit aux décideurs une orientation stratégique de haut niveau pour piloter l'évolution du système mondial de navigation aérienne. À cette fin, le niveau stratégique mondial comprend une vision commune, des ambitions de performance mondiales et une feuille de route conceptuelle.

**I.2.2.2 TECHNIQUE MONDIALE:**

Le niveau technique mondial aide les responsables techniques à planifier la mise en œuvre des services de base et de nouvelles améliorations opérationnelles de manière rentable et en fonction des besoins spécifiques, tout en garantissant l'interopérabilité des systèmes et l'harmonisation des procédures. Il contient :

Deux cadres techniques globaux :

Le cadre des éléments de base (BBB), qui définit les bases d'un système de navigation aérienne robuste en définissant les services de navigation aérienne essentiels qui doivent être fournis à l'aviation civile internationale ; et une version mise à jour du cadre ASBU pour une mise en œuvre évolutive, qui offre à la communauté aéronautique les avantages en termes de performances attendus de la mise en œuvre d'améliorations opérationnelles spécifiques de la navigation aérienne.

Un cadre de performance associé, qui comprend un catalogue d'objectifs de performance et une liste d'indicateurs de performance clés ; et une méthode basée sur les performances pour la planification de la mise en œuvre des améliorations opérationnelles de la navigation aérienne, comprenant un catalogue d'objectifs et d'indicateurs de performance.

**I.2.2.3 RÉGIONAL :**

Le niveau régional répond aux besoins régionaux et sous-régionaux alignés sur les objectifs mondiaux. À ce titre, il contient les plans régionaux de navigation aérienne (ANP) de l'OACI et prend en compte d'autres initiatives régionales.

I.2.2.4 NATIONAL:

Le quatrième niveau, sous la responsabilité des Etats, se concentre sur la planification nationale. L'élaboration par les États, en coordination avec les parties prenantes concernées, de plans de navigation aérienne en tant que partie stratégique de leurs plans de développement nationaux et alignés sur les plans régionaux et mondiaux est cruciale pour réaliser la vision commune en cours d'élaboration dans le GANP. Ces plans de navigation aérienne devraient servir de documents de référence pour les investissements nationaux dans les infrastructures de navigation aérienne.

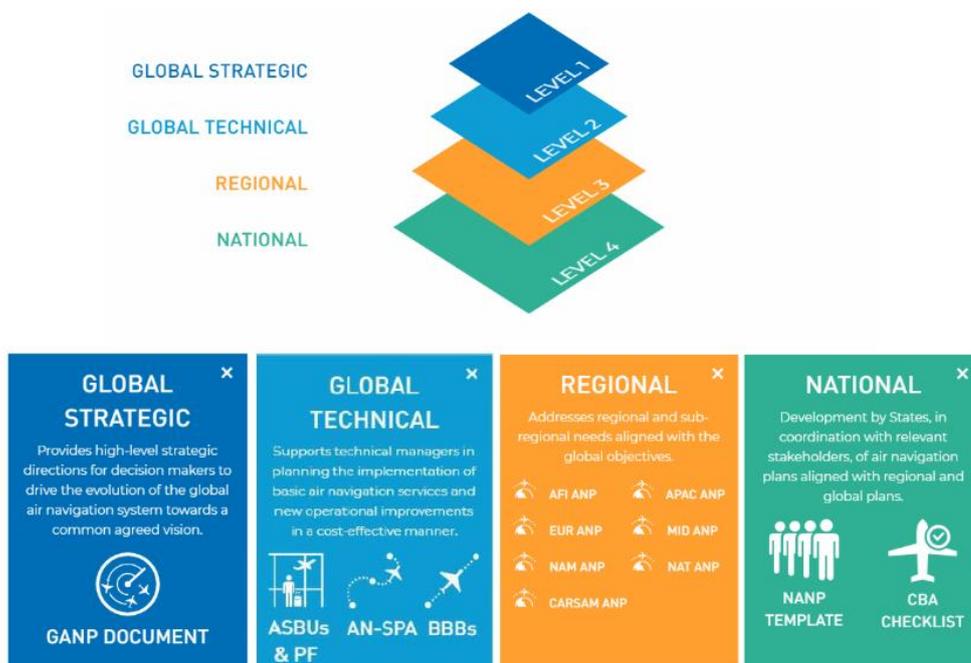


Figure I.1: les 4 niveau du GANP

I.2.3 OBJECTIF GANP:

Le GANP pilote l'évolution du système mondial de navigation aérienne pour répondre aux attentes toujours croissants de la communauté aéronautique. L'objectif du GANP est d'accueillir équitablement toutes les opérations des usagers de l'espace aérien d'une manière sûre, sécurisée et rentable tout en réduisant l'impact environnemental de l'aviation. À cette fin, le GANP propose une série d'améliorations opérationnelles pour accroître la capacité, l'efficacité, la prévisibilité et la flexibilité tout en garantissant l'interopérabilité des systems et l'harmonisation des

procédures. Le GASP soutient la mise en œuvre du GANP en promouvant la mise en œuvre efficace de la supervision de la sécurité et une approche de gestion de la sécurité en matière de supervision, y compris la gestion des risques de sécurité pour permettre l'innovation de manière gérée.

### **I.3 Les dix principes de politique clés de l'OACI en matière de navigation aérienne:**

#### **I.3.1 Engagement vis-à-vis de la mise en œuvre des Objectifs stratégiques et des domaines de performance clés de l'OACI :**

La planification de la navigation aérienne régionale de l'OACI et celle des États couvriront chacun des Objectifs stratégiques de l'OACI .

#### **I.3.2 La sécurité de l'aviation est la plus haute priorité :**

Dans la planification de la navigation aérienne et dans l'établissement et la mise à jour de leurs plans de navigation respectifs, les régions de l'OACI et les États tiendront dûment compte des priorités en matière de sécurité établies dans le Plan pour la sécurité de l'aviation dans le monde (GASP).

#### **I.3.3 Approche par paliers de la planification de la navigation aérienne:**

Le Plan pour la sécurité de l'aviation dans le monde et le Plan mondial de navigation aérienne de l'OACI guideront et harmoniseront l'élaboration des plans de navigation aérienne régionaux de l'OACI et ceux de chacun des États. Les plans de navigation aérienne régionaux de l'OACI, élaborés par les groupes régionaux de planification et de mise en œuvre (PIRG), guideront et harmoniseront aussi l'élaboration des plans de navigation aérienne de chaque État. Lorsqu'ils élaborent

leurs plans de navigation aérienne régionaux, les PIRG tiendront compte des problèmes intrarégionaux et interrégionaux qu'ils comportent.

### **I.3.4 Concept opérationnel d'ATM mondiale (GATMOC) :**

Le Concept opérationnel de gestion mondiale du trafic aérien (Doc 9854) entériné par l'OACI et les manuels connexes, dont le Manuel des spécifications du système de gestion du trafic aérien (Doc 9882) et le Manuel sur les performances globales du système de navigation aérienne (Doc 9883), continueront, au fur et à mesure de leur évolution, de constituer une base conceptuelle générale solide pour les systèmes mondiaux de navigation aérienne et de gestion du trafic aérien.

### **I.3.5 Priorités de la navigation aérienne mondiale :**

L'OACI devrait élaborer des dispositions et des documents de soutien et offrir une formation en ligne conforme aux priorités de la navigation aérienne mondiale décrites dans le présent plan.

### **I.3.6 Priorités régionales et priorités des États en matière de navigation aérienne :**

Les régions de l'OACI, les sous-régions et les différents États devraient établir, par l'intermédiaire des PIRG, leurs propres priorités de navigation aérienne, de manière à répondre à leurs besoins et circonstances particuliers conformément aux priorités de la navigation aérienne mondiale.

### **I.3.7 Mises à niveau par blocs du système de l'aviation (ASBU), modules et feuilles de route:**

Les ASBU, les modules et les feuilles de route constituent un appendice essentiel au GANP; il est à noter qu'ils continueront à évoluer à mesure que d'autres travaux seront menés pour affiner et actualiser leur contenu et, ultérieurement, pour élaborer des dispositions, des documents de soutien et des formations connexes.

### **I.3.8 Usage des blocs et modules ASBU :**

Indépendamment de sa perspective mondiale, le GANP ne vise pas une application mondiale de tous les modules ASBU. Lorsque des blocs et des modules ASBU sont adoptés par des régions, des sous-régions ou des États, ils devraient être suivis en conformité avec les exigences spécifiques de l'ASBU pour assurer l'interopérabilité et l'harmonisation mondiales de la gestion du trafic aérien. Certains modules ASBU seront essentiels au niveau mondial et pourront donc en définitive être soumis à des dates de mise en œuvre prescrites par l'OACI (démarche minimale).

### **I.3.9 Avantages par rapport aux coûts et questions**

#### **financières:**

La mise en œuvre de mesures visant la navigation aérienne, notamment celles qui sont recensées dans les ASBU, peut exiger, de la part des régions de l'OACI, des sous-régions, des États et de la communauté de l'aviation, d'importants investissements de ressources limitées. Lorsqu'ils envisagent l'adoption de différents blocs et modules, les régions de l'OACI, les sous-régions et les États devraient procéder à des analyses coûts-avantages afin de déterminer les perspectives de rentabilité de la mise en œuvre dans la région ou l'État en question. L'élaboration de nouveaux éléments indicatifs sur l'analyse coûts-avantages aidera les États à mettre en œuvre le GANP.

### **I.3.10 Examen et évaluation de la planification de la navigation aérienne :**

Tous les trois ans, l'OACI devrait revoir le GANP et, s'il y a lieu, tous les documents pertinents de planification de la navigation aérienne, en suivant le processus transparent établi. Les appendices au GANP devraient être analysés chaque année par la Commission de navigation aérienne, afin d'en assurer l'exactitude et l'actualité. L'avancement et l'efficacité des régions de l'OACI et des États par rapport aux priorités énoncées dans leurs plans de navigation aérienne régionaux et nationaux respectifs devraient faire l'objet de rapports annuels à l'OACI, selon un modèle constant de compte rendu. Cela aidera les régions et les États à ajuster leurs priorités

pour tenir compte de la performance réelle et à trouver des solutions à tous problèmes émergents de navigation aérienne.

#### **I.4 Évolution du GANP à la planification régionale:**

L'évolution du Plan mondial de navigation aérienne (GANP) à la planification régionale est un processus complexe qui implique une coordination efficace des mesures de mise en œuvre par les différentes parties prenantes, tant au niveau national que régional, pour garantir une approche harmonisée et intégrée. Le GANP est un outil de planification important pour établir des priorités mondiales afin de conduire l'évolution du système mondial de navigation aérienne et de définir les objectifs stratégiques pour améliorer la sécurité, l'efficacité et la durabilité de l'aviation civile. La planification régionale est conçue pour déterminer quels modules du GANP seront mis en œuvre à l'échelle régionale, dans quelles circonstances et selon des calendriers convenus.

Les arrangements de déploiement, y compris les dates d'application, pourront être convenus et appliqués collectivement par l'ensemble des parties prenantes intéressées. Pour certains modules, une applicabilité à l'échelle mondiale sera essentielle; ces modules pourraient donc en définitive faire l'objet de normes de l'OACI comprenant des dates de mise en œuvre obligatoires. De même, certains modules se prêtent bien à un déploiement régional ou sous-régional; les processus de planification régionale dans le cadre des PIRG sont conçus pour déterminer quels modules seront mis en œuvre à l'échelle régionale, dans quelles circonstances et selon des calendriers convenus.

La mise en œuvre du GANP devrait suivre des méthodes communes, définies dans des normes ou des pratiques recommandées, afin de donner une certaine flexibilité au processus de mise en œuvre, tout en assurant une interopérabilité mondiale de haut niveau. Le GANP est la stratégie visant à mettre en place un système mondial de la navigation aérienne interopérable, accessible à tous les utilisateurs pendant toutes les phases de vol, qui respecte les niveaux de sécurité convenus et offre des opérations économique optimales et durables du point de vue de l'environnement.

En résumé, l'évolution du GANP à la planification régionale implique une coordination efficace des mesures de mise en œuvre par les différentes parties prenantes, tant au niveau national que régional, pour garantir une approche harmonisée et intégrée. La planification régionale est conçue pour déterminer quels modules du GANP seront mis en œuvre à l'échelle régionale, dans quelles circonstances et selon des calendriers convenus. La mise en œuvre du GANP devrait suivre des méthodes communes, définies dans des normes ou des pratiques recommandées, afin de donner une certaine flexibilité au processus de mise en œuvre, tout en assurant une interopérabilité mondiale de haut niveau.

### **I.5 Extensibilité de la mise en œuvre GANP:**

L'extensibilité de la mise en œuvre du Plan mondial de navigation aérienne (GANP) est un aspect crucial pour son adaptation aux besoins changeants de l'aviation. Le GANP de l'OACI établit un horizon de planification mondiale ajustable de 18 ans, offrant ainsi une flexibilité temporelle pour son déploiement. L'évolution du GANP vers une planification régionale implique une coordination efficace des mesures de mise en œuvre par les différentes parties prenantes, tant au niveau national que régional, pour garantir une approche harmonisée et intégrée. Cette évolution nécessite une interaction entre les organismes de réglementation, les utilisateurs du système de l'aviation, les fournisseurs de services de navigation aérienne, et l'industrie des fournisseurs pour garantir des engagements de mise en œuvre. En résumé, l'extensibilité de la mise en œuvre du GANP implique une planification flexible sur le long terme, une coordination efficace des mesures de mise en œuvre à différents niveaux, et une adaptation constante pour répondre aux besoins opérationnels changeants de l'aviation, tout en favorisant des pratiques plus durables et efficaces.

### **I.6 LA VISION du GANP:**

La vision du GANP traduit les objectifs ultimes du système de navigation aérienne, aussi bien que les défis émergents et les opportunités découlant de l'aviation et des tendances technologiques. L'évolution dont cette vision est le moteur aura pour résultat un système mondial de navigation aérienne à haute performance qui répond aux attentes croissantes de la société.

### **I.7 Environnement:**

L'efficacité accrue des vols créera automatiquement des économies dans la consommation de carburant, permettant ainsi des avantages pour l'environnement sur une base par vol. Confrontée à des difficultés écologiques mondiales sans précédent exigeant un engagement de la part d'un vaste éventail de secteurs, l'industrie de l'aviation a établi des objectifs très ambitieux, à savoir : réaliser une croissance neutre en carbone à compter de 2020 et une réduction de 50% des émissions de CO<sub>2</sub> d'ici à 2050 par rapport au niveau de 2005. Les États membres de l'OACI ont adopté deux objectifs mondiaux ambitieux: une amélioration de 2% par an du rendement du carburant et une croissance neutre en carbone à compter de 2020, ainsi qu'un train de mesures qui incluent des améliorations opérationnelles aux fins de la réalisation de ces objectifs.

### **I.8 SUR LE SEUIL D'UN CHANGEMENT TRANSFORMATEUR:**

Les 20 prochaines années seront une période de changement transformateur pour le secteur de l'aviation, notamment pour les domaines de l'ATM et des opérations de vol. Malgré le caractère évolutif de ce changement, l'évolution connaîtra quand même des perturbations qui marqueront de nouvelles époques. L'arrivée de nouveaux types d'aéronefs, de véhicules et d'utilisateurs d'espace aérien introduit une nouvelle génération de modèles d'exploitation en aviation par l'application de technologies de pointe et de processus décisionnels opérationnels sophistiqués de manière intégrée. Le but est d'élargir les modèles de gestion traditionnels et accélérer la transition vers un système de gestion totale des performances dans lequel les utilisateurs d'espace aérien et autres parties prenantes seront en mesure de prendre des décisions collaboratives orchestrées et/ou chorégraphiées fondées sur leurs objectifs d'exploitation et de mission. Pour atteindre la dernière étape, la feuille de route conceptuelle rassemble les opportunités que les technologies numériques émergentes de l'ère d'information et de connectivité totale offrent à la communauté de l'aviation.

L'aviation est et continuera d'être une entreprise axée sur la sécurité. L'ATM a toujours eu pour mission d'assurer la sécurité et la gestion efficace du flux du trafic aérien, des opérations de vol et l'accès aux ressources de navigation aérienne, de manière à ce que les niveaux de sécurité convenus soient toujours respectés.

Compte tenu de l'augmentation prévue des volumes de trafic avec de multiples entreprises et des objectifs de mission, la gestion tactique des opérations de vol fondée sur une gestion statique, individuelle et unique des ressources de navigation aérienne ne sera plus suffisante.

Un nouveau paradigme basé sur la capacité de gérer, de décrire et de communiquer les contraintes avec des degrés de résolution de plus en plus détaillés, ainsi que la capacité d'accepter et de réagir aux intrants et aux données internes (comme par exemple, des plans de vol avec les besoins et les capacités souhaitées des fournisseurs de services) aussi bien qu'externes (par exemple, la météorologie) au système est crucial pour l'ATM. Un tel paradigme est également essentiel pour profiter de l'effet de levier des ressources de navigation aérienne disponibles et maximiser les performances inhérentes du système.

### **I.9 Flexibilité de la mise en œuvre du GANP :**

Le GANP de l'OACI établit un horizon de planification mondiale ajustable de 18 ans. Le cadre qui en résulte est destiné avant tout à faire en sorte que le système de l'aviation soit mis à jour et renforcé, que les programmes d'amélioration de la gestion du trafic aérien (ATM) soient véritablement harmonisés et que les barrières à de futurs gains de l'aviation en matière d'efficacité et d'environnement puissent être supprimées à un coût raisonnable. En ce sens, l'adoption de la méthode ASBU clarifiera considérablement la façon dont les ANSP et les usagers de l'espace aérien devraient planifier l'équipement futur. Indépendamment de la perspective mondiale du GANP, il n'est pas prévu que tous les modules ASBU doivent obligatoirement être mis en œuvre dans chaque État et chaque région. Beaucoup des modules figurant dans le GANP sont des ensembles spécialisés qui ne devraient être mis en œuvre qu'aux emplacements où ils répondent à un besoin opérationnel précis où l'on peut raisonnablement prévoir la concrétisation des avantages correspondants. La flexibilité inhérente à la méthode ASBU permet aux États de mettre en œuvre des modules en fonction de leurs besoins opérationnels particuliers. En utilisant le GANP, les planificateurs régionaux et nationaux devraient identifier les modules qui apportent des améliorations opérationnelles nécessaires. Les mises à niveau par blocs ne dictent pas quand ni où un module particulier doit être mis en œuvre, mais cela pourrait changer dans l'avenir si une progression non uniforme empêchait le passage

d'aéronefs d'une région de l'espace aérien à une autre. L'examen régulier de l'avancement de la mise en œuvre et l'analyse des entraves potentielles assureront en définitive la transition harmonieuse d'une région à l'autre selon les grands flux de trafic, et elles faciliteront l'évolution constante vers les objectifs du GANP en matière de performances.

## **I.10 Le Plan mondial de navigation aérienne (GANP) et la mise à niveau par blocs (ASBU) :**

### **I.10.1 Mises à niveau par blocs du système de l'aviation :**

#### **I.10.1.1 Introduction :**

Le Plan mondial de navigation aérienne présente une méthode de planification et de mise en œuvre basée sur une approche d'ingénierie de systèmes, qui résulte d'une collaboration et d'une consultation de grande ampleur entre l'OACI, ses États membres et les parties prenantes de l'industrie.

L'OACI a élaboré le cadre mondial de mise à niveau par blocs principalement pour assurer le maintien et le renforcement de la sécurité de l'aviation, l'harmonisation effective des programmes d'amélioration de l'ATM et l'élimination à un coût raisonnable des obstacles à l'efficacité de l'aviation future et à la réalisation d'avantages du point de vue de l'environnement.

Les mises à niveau par blocs incorporent une perspective à long terme qui cadre avec les trois documents connexes de l'OACI en matière de planification de la navigation aérienne. Elles assurent la coordination d'objectifs opérationnels clairs côté air et côté sol compte tenu des exigences en matière d'avionique, de liaisons de données et d'ATM à remplir pour réaliser ces objectifs. La stratégie globale permet une transparence à l'échelle de l'industrie et apporte aux exploitants, constructeurs d'équipements et ANSP la certitude indispensable pour ce qui est des investissements.

#### **I.10.1.2 Qu'est-ce qu'une mise à niveau globale du système aéronautique ?**

Une mise à niveau globale d'un système aéronautique désigne un ensemble d'améliorations qui peuvent être mises en œuvre globalement à partir d'un moment donné afin d'améliorer les performances du système de gestion du trafic aérien. Une mise à niveau globale se compose de quatre éléments:

**I.10.1.2.1 Module :**

Un module est un ensemble (performance) ou une capacité pouvant être déployé(e). Un module offre un avantage compréhensible en termes de performances, lié à un changement dans les opérations, étayé par des procédures, des technologies, des réglementations/normes, le cas échéant, et une analyse de rentabilité. Un module est également caractérisé par l'environnement opérationnel dans lequel il peut être appliqué.

Il est important que chacun des modules soit à la fois flexible et évolutif, au point que leur application puisse être gérée dans le cadre de n'importe quel ensemble de plans régionaux, tout en offrant les avantages escomptés. La base préférentielle pour le développement des modules reposait sur le fait que les applications pouvaient s'adapter à de nombreux besoins régionaux au lieu d'être imposées comme une application unique. Malgré cela, il est clair que de nombreux modules développés dans le cadre des mises à niveau par blocs ne seront pas nécessaires pour gérer la complexité de la gestion du trafic aérien dans de nombreuses régions du monde.

**I.10.1.2.2 Fil conducteur :**

Une série de modules dépendants dans le cadre des améliorations du bloc représente un fil conducteur cohérent dans le temps entre les capacités de base et les capacités plus avancées, ainsi que les performances associées. La date prise en compte pour l'attribution d'un module à un bloc est celle du CIO. Un fil conducteur décrit l'évolution d'une capacité donnée à travers les mises à niveau successives des blocs, de la capacité de base à une capacité plus avancée et aux performances associées, tout en représentant les aspects clés du concept global de gestion du trafic aérien.

**I.10.1.2.3 Bloc:**

Un bloc est constitué de modules qui, combinés, permettent des améliorations significatives et donnent accès à des avantages.

La notion de blocs introduit une forme de quantification des dates par intervalles de cinq ans. Toutefois, des descriptions détaillées permettront de fixer des dates de mise en œuvre plus précises, qui souvent ne correspondent pas à la date de référence exacte de la mise à niveau d'un bloc. L'objectif n'est pas d'indiquer quand la mise en

œuvre d'un module doit être achevée, à moins que les dépendances entre les modules ne suggèrent logiquement une telle date d'achèvement.

#### I.10.1.2.4 Domaine d'amélioration des performances (PIA) :

Des ensembles de modules dans chaque bloc sont regroupés pour fournir des objectifs opérationnels et de performance en relation avec l'environnement auquel ils s'appliquent, formant ainsi une vue d'ensemble de l'évolution prévue. Les PIA facilitent la comparaison des programmes en cours.

Les quatre domaines d'amélioration des performances sont les suivants:

- Des aéroports plus écologiques
- Des systèmes et des données globalement interopérables - grâce à une gestion de l'information interopérable à l'échelle du système.
- Capacité optimale et vols flexibles - grâce à la gestion du trafic aérien en collaboration à l'échelle mondiale.
- Rajectoire de vol efficace - grâce à des opérations basées sur la trajectoire

Figure I-2 illustre les relations entre les modules, les fils, les blocs et les domaines d'amélioration des performances

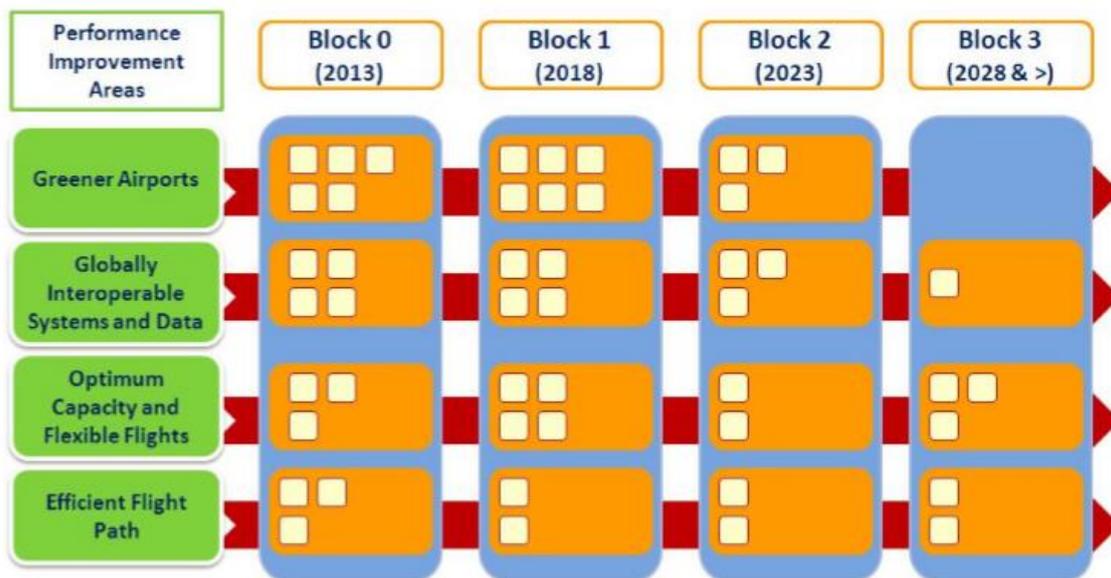
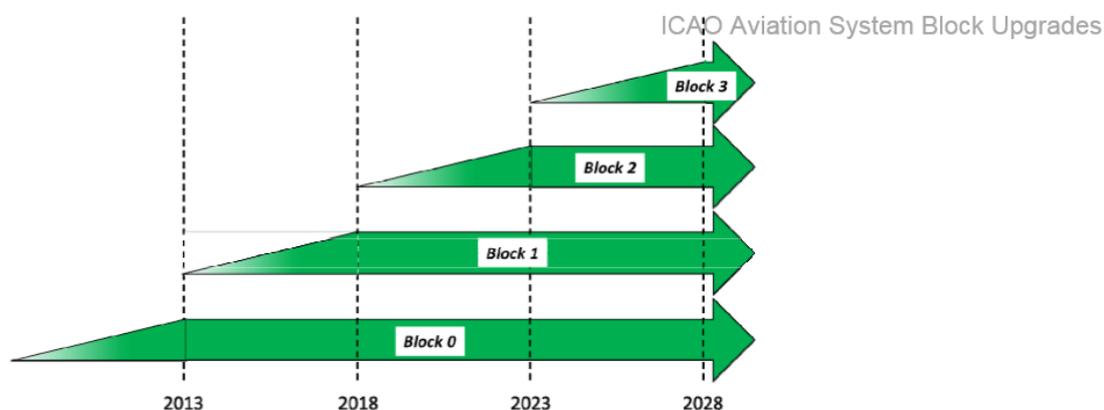


Figure I.2: Résumé Des Blocs Mis En Correspondance Avec Les Domaines D'amélioration Des Performances

Il convient de noter que chaque bloc comporte une date cible. Chacun des modules qui forment les blocs doit satisfaire à un examen de l'état de préparation qui porte sur la disponibilité des normes (y compris les normes de performance, les approbations, les documents d'avis et d'orientation, etc.), l'avionique, l'infrastructure, l'automatisation au sol et d'autres capacités habilitantes. Afin d'offrir une perspective communautaire, chaque module doit avoir été mis en service dans deux régions et comprendre des approbations et des procédures opérationnelles. Cela permet aux États qui souhaitent adopter les modules de tirer parti de l'expérience acquise par ceux qui utilisent déjà ces capacités.

La figure I-3 illustre le calendrier de chaque module par rapport à l'autre. Il convient de noter que les premiers enseignements tirés sont inclus dans la préparation de la date d'entrée en vigueur de la capacité opérationnelle initiale. Pour la 12e conférence sur la navigation aérienne, il est admis que les blocs 0 et 1 représentent les modules les plus avancés. Les blocs 1 et 2 fournissent la vision nécessaire pour s'assurer que les premières mises en œuvre sont sur la voie de l'avenir.



**Figure I.3 : Relations Temporelles Entre Les Blocs**

### **I.10.1.3 la différence entre la méthodologie actuelle et la méthodologie ASBU:**

#### **I.10.1.3.1 Methodologies actuelle:**

- Portée limitée équipements au sol des ANSP
- Planification à court et à moyen terme
- Processus de mise en œuvre par GPI

#### **I.10.1.3.2 Méthodologie ASBU :**

- Portée étendue aux utilisateurs et aux régulateurs de l'espace aérien
- Planification à court, moyen et long terme
- Processus de mise en œuvre par blocs et modules correspondants

### **I.10.1.4 les avantages de la methodologies ASBU:**

- Elle prend en compte toutes les questions connexes cille les systèmes air/sol, les procédures air/sol, les exigences air/sol et le formulation de d'analyse de rentabilité
- Planification multiple, flexible et scalaire
- Les modules fournissent une série d'améliorations mesurables, opérationnelles de la performance qui peuvent être introduites lorsque nécessaire

### **I.10.1.5 Comprendre les modules et les fils:**

Chaque bloc est constitué de modules distincts, comme le montrent les illustrations qui précèdent et celles qui suivent. Les modules ne doivent être mis en œuvre que si, et seulement si, ils répondent à un besoin opérationnel dans un État donné, et ils sont appuyés par des procédures, des technologies, des règlements ou des normes, selon les besoins, ainsi que par une analyse de rentabilité.

Un module est généralement constitué d'un groupe d'éléments qui définissent les composantes de mise à niveau CNS destinées aux systèmes de communication, moyens au sol du contrôle de la circulation aérienne (ATC), outils d'aide à la décision des contrôleurs, ainsi qu'aux aéronefs. La combinaison des éléments sélectionnés fait en sorte que chaque module représente une capacité de performance déployable, cohérente et complète.

Une suite de modules interdépendants faisant partie de blocs consécutifs est donc considérée comme représentant un fil de transition cohérent dans le temps, allant de capacités de base à des capacités plus avancées, avec les performances correspondantes. Les modules sont donc identifiés à la fois par un numéro de bloc et par un sigle de fil, comme le montre la Figure 4. Dans cet exemple illustré de fil FICE, on peut voir que les modules dans chaque bloc consécutif ont le même acronyme (FICE), indiquant qu'ils sont des éléments du même processus d'amélioration opérationnelle.

Chaque fil décrit l'évolution d'une capacité donnée à travers les calendriers des blocs successifs, à mesure que chaque module est mis en œuvre et réalise une capacité de performance dans le cadre du Concept opérationnel d'ATM mondiale (Doc 9854).

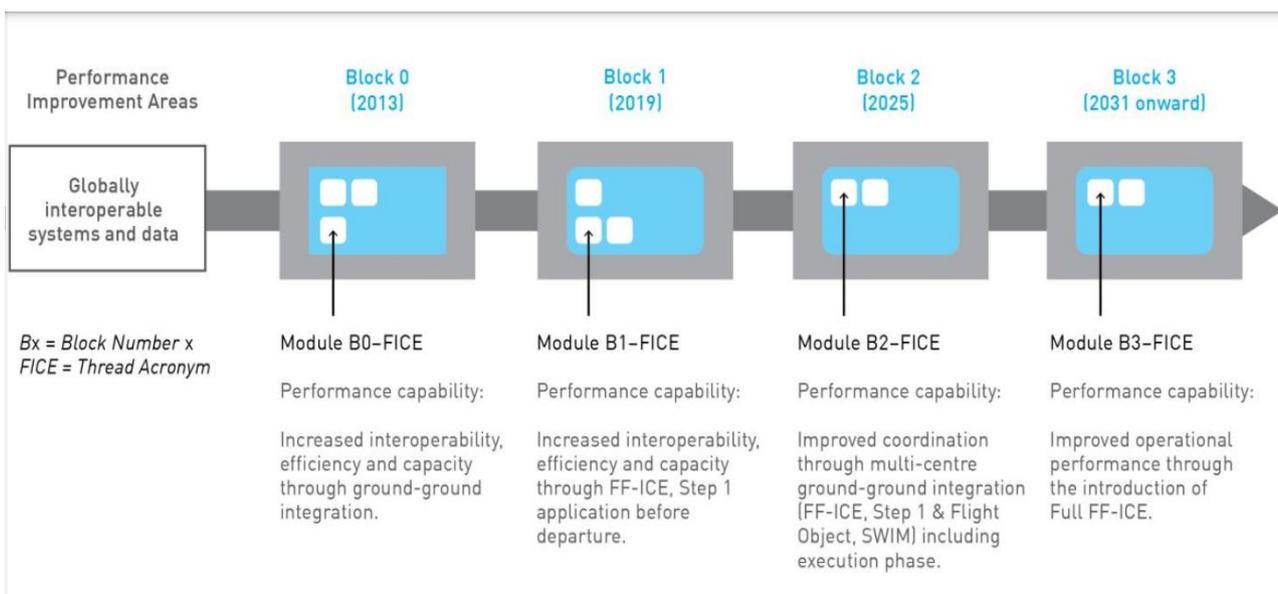


Figure I.4: exemple de fil (fice) dans un domaine de performance

### I.10.1.6 Feuilles de route technologiques des mises à niveau par blocs:

Les feuilles de route technologiques complètent les modules des ASBU en fournissant des calendriers pour les technologies qui répondront aux exigences des systèmes de communications, navigation et surveillance (CNS), de la gestion de l'information (GI) et de l'avionique du système mondial de navigation aérienne.

Ces feuilles de route fournissent des orientations relatives à la planification (et l'état) des infrastructures en indiquant, selon la technologie concernée, la nécessité et l'état de préparation:

- De l'infrastructure en place.
- Des normes et éléments indicatifs de l'OACI.
- Des démonstrations et validations.
- De la capacité opérationnelle initiale (IOC) des technologies émergentes.
- De la mise en œuvre mondiale.

Si les divers modules ASBU définissent les améliorations opérationnelles prévues et guident la mise au point de tous les éléments requis pour la mise en œuvre, les feuilles de route technologiques définissent la durée de vie des technologies spécifiées qui sont nécessaires à la concrétisation de ces améliorations. Plus important encore, elles sont à la base de l'interopérabilité mondiale.

Les décisions d'investissement doivent être prises bien à l'avance de l'acquisition et du déploiement de l'infrastructure technologique. Les feuilles de route technologiques apportent la certitude nécessaire à ces décisions, car elles déterminent les technologies requises au préalable pour apporter les améliorations opérationnelles et les avantages correspondants. Il s'agit d'une question cruciale en raison du caractère irréversible des investissements dans l'infrastructure aéronautique; toute lacune dans l'interopérabilité technologique entraînera des conséquences à moyen et à long terme.

Les feuilles de route sont également utiles pour la planification de la durée de vie de l'équipement (entretien, remplacement et en fin de compte déclassement). Les investissements dans les systèmes CNS représentent la base de référence nécessaire à la réalisation des améliorations opérationnelles et des avantages correspondants.

Il faut noter que, d'après les réalisations des 30 dernières années, le cycle de déploiement CNS typique pour des objectifs de grande ampleur est de l'ordre de 20 à 25 ans (incluant le déploiement au sol et les installations par anticipation et en rattrapage).

Comme aucune stratégie ne peut prévoir tous les événements qui surviendront en aviation, les feuilles de route technologiques devront être révisées systématiquement et actualisées selon un cycle triennal.

Les feuilles de route sont présentées en Appendice 5 sous forme de diagrammes indiquant les interdépendances entre les divers modules et les technologies habilitantes et capacités

connexes. Ces diagrammes sont accompagnés de brèves explications pour en aider la compréhension et celle des difficultés à résoudre.

### **I.11 CONCLUSION:**

L'initiative de mise à niveau globale des systèmes d'aviation devrait constituer le cadre d'un programme mondial de modernisation des systèmes de gestion du trafic aérien. Offrant une structure basée sur les avantages opérationnels attendus, elle devrait soutenir les processus d'investissement et de mise en œuvre, en établissant une relation claire entre la technologie nécessaire et l'amélioration opérationnelle.

Toute fois, les mises à niveau globales ne joueront le rôle qui leur est dévolu que si des feuilles de route technologiques solides et cohérentes sont élaborées et validées. En outre, toutes les parties prenantes à la modernisation de la gestion du trafic aérien à l'échelle mondiale devraient accepter d'aligner leurs activités et leur planification sur les mises à niveau par blocs correspondantes. Le défi de la douzième conférence sur la navigation aérienne sera d'obtenir une approbation solide et mondiale des mises à niveau des blocs du système aéronautique ainsi que des feuilles de route technologiques correspondantes dans le plan mondial de navigation aérienne révisé, selon le concept "One Sky" (un seul ciel).

## **Chapitre II : Gestion de L'espace Aérien (ASM)**

### **II.1 Définition :**

Une fonction de planification dont l'objectif principal est de maximiser l'utilisation de l'espace aérien disponible par un partage dynamique du temps et, parfois, par la ségrégation de l'espace aérien entre diverses catégories d'utilisateurs de l'espace aérien sur la base de besoins à court terme.

Processus par lequel les options d'espace aérien sont sélectionnées et appliquées pour répondre aux besoins de la communauté ATM.

### **II.2 Description:**

L'objectif de l'ASM est de parvenir à l'utilisation la plus efficace de l'espace aérien en fonction des besoins réels et, si possible, d'éviter une ségrégation permanente de l'espace aérien tout en optimisant les performances du réseau. Les intérêts concurrents concernant l'utilisation de l'espace aérien rendent le processus très complexe. Lorsqu'il est nécessaire de séparer différents types de trafic par organisation de l'espace aérien (par exemple des avions effectuant des exercices militaires), la taille et la forme des zones ainsi que la régulation horaire sont faites de manière à minimiser l'impact sur les opérations. À cette fin, les réservations d'espace aérien sont normalement planifiées à l'avance et les modifications sont apportées de manière dynamique chaque fois que cela est possible.

En Europe, l'ASM repose sur la mise en œuvre du concept d' utilisation flexible de l'espace aérien (FUA) et est organisé hiérarchiquement en trois niveaux :

- **Stratégique** (ASM niveau 1) - Politique de l'espace aérien national et international
- **Pré-tactique** (ASM niveau 2) - Allocation quotidienne de l'espace aérien
- **Tactique** (ASM niveau 3) - Utilisation de l'espace aérien en temps réel

### **II.2.1 Niveau stratégique:**

Le niveau stratégique de l'ASM implique des activités de planification de haut niveau. À ces fins, un organe politique de haut niveau pour l'espace aérien (HLAPB) est créé et chargé de :

- Formulation et révision de la politique nationale ASM.
- Évaluation périodique de l'espace aérien national et du réseau de routes.
- Mise en place de structures d'espace aérien flexibles (par exemple, SUA ), y compris la réalisation d'évaluations de sécurité et d'examen périodiques pertinents.
- Coordination d'événements majeurs tels que des exercices militaires à grande échelle qui nécessitent un espace aérien séparé supplémentaire
- Mise en place et revue des procédures d'attribution de l'espace aérien (niveau 2) et de gestion tactique (niveau 3).

Le HLAPB est normalement un organe mixte civilo-militaire avec un niveau élevé de représentation des entités militaires (ministère de la Défense) et civiles (ministère des transports).

### **II.2.2 Niveau pré-tactique**

Le niveau pré-tactique de l'ASM implique des activités d'attribution quotidienne de l'espace aérien afin de répondre de manière optimale aux demandes des différents utilisateurs de l'espace aérien. Cela est normalement effectué par une cellule conjointe de gestion de l'espace aérien (AMC) civile et militaire. Le degré de discrétion et d'autorité de l'AMC est déterminé par le HLAPB au niveau stratégique.

L'AMC collecte les demandes de réservation d'espace aérien, les traite selon les procédures et priorités établies et produit le plan d'utilisation de l'espace aérien (AUP).

La portée du niveau pré-tactique s'étend normalement de D-6 (soit six jours avant les activités) jusqu'à D-1 (lorsque l'AUP est promulguée). Durant la période du J-6 au J-2, les informations disponibles sur le plan de l'espace aérien sont publiées dans le projet d'AUP. Cela facilite la coordination en cas de demandes contradictoires afin que des solutions appropriées puissent être trouvées à l'avance.

Après la promulgation de l'AUP à J-1, une modification de l'attribution de l'espace aérien pourrait être nécessaire en raison, par exemple, d'annulations ou de nouvelles demandes. Dans ce cas, une AUP mise à jour (UUP) est créée et promulguée pendant la période de validité de l'AUP.

### **II.2.3 Niveau tactique**

Le niveau tactique comprend les activités liées à la mise en œuvre de l'AUP/UUP, telles que l'activation et la désactivation des SUA, la réallocation de l'espace aérien, la résolution de problèmes spécifiques de l'espace aérien et de situations entre les unités ATS civiles et les unités de contrôle militaires. Des exemples de telles situations incluent les vols OAT traversant des routes ATS, les vols GAT traversant des TRA, la désactivation de zones dangereuses en raison d'aéronefs en détresse devant traverser cet espace aérien, etc.

Les utilisateurs de l'espace aérien, qui ont précédemment demandé de l'espace aérien, informent l'AMC de tout changement dans leur planification (par exemple, activité terminée plus tôt que prévu, annulée ou réduite en temps ou en volume) afin que l'espace aérien puisse être disponible pour une ou plusieurs périodes supplémentaires par rapport à celles prévues.

Le niveau tactique de l'ASM repose sur l'utilisation de données en temps réel, incluant les données de vol (plans de vol, estimations, etc.) ainsi que les intentions et plans des contrôleurs. Des outils de support système sont souvent disponibles, par exemple des fonctionnalités de coordination électronique, des messages OLDI (par exemple XRQ - demande de passage), etc

## **II.3 Gestion des flux de trafic aérien (ATFM):**

### **II.3.1 Définition:**

Service établi dans le but de contribuer à un flux de trafic aérien sûr, ordonné et rapide en garantissant que la capacité ATC est utilisée dans la mesure du possible et que le volume du trafic est compatible avec les capacités déclarées par l'autorité ATS compétente.

### **II.3.2 Description :**

L'objectif de l'ATFM est d'assurer un flux de trafic optimal lorsque la demande devrait dépasser la capacité disponible du système ATC. Il comprend les activités liées à l'organisation et à la gestion du trafic de manière sûre, ordonnée, rapide et maintenue dans les limites des capacités. La capacité ATC reflète la capacité du système à fournir un service et est exprimée en nombre d'aéronefs entrant dans une partie spécifiée de l'espace aérien au cours d'une période de temps donnée.

L'ATFM aide l'ATC à atteindre ses principaux objectifs ainsi qu'à atteindre l'utilisation la plus efficace de l'espace aérien et de la capacité aéroportuaire. Pour être efficace, elle nécessite une coopération et une coordination avec les unités ATC et les utilisateurs de l'espace aérien. Un flux optimal du trafic aérien n'est pas toujours possible en raison de diverses contraintes, telles que les exigences contradictoires des utilisateurs, les limitations du système de navigation aérienne et les conditions météorologiques inattendues. Dans ce cas, des mesures d'assouplissement, telles que le contrôle du flux du trafic aérien, devront être envisagées, en particulier lorsque le système ATC ne peut plus gérer pleinement le volume du trafic aérien. De telles mesures entraînent fréquemment des retards de vols avant le départ, des attentes en vol, l'utilisation de niveaux de vol non rentables, des réacheminements et des déroutements, des perturbations des horaires de vol, des pénalités économiques et de carburant pour les exploitants d'aéronefs, des embouteillages sur les aérodromes ou dans les aéroports et mécontentement des passagers.

Les principales causes des embouteillages sont :

- Accumulation de trafic pendant des périodes spécifiques de l'année (ou de la semaine ou de la journée) en raison des schémas de vacances et des habitudes de déplacement. Cela peut également être dû à des procédures locales, par exemple des restrictions nocturnes dans les aérodromes, des procédures de réduction du bruit, etc., qui tendent à concentrer le trafic sur une période de temps étroite.
- Différences dans les capacités des différents systèmes ATC. Cela s'explique souvent par un manque de personnel, mais peut également être dû à des procédures inefficaces (par exemple, des procédures inadéquates pour le transfert de contrôle) ou à des équipements inadéquats (par exemple,

manque/équipement de surveillance insuffisant ou systèmes de traitement de données obsolètes) qui ne peuvent pas faire face à la croissance du trafic aérien.

- Préavis insuffisant des demandes de trafic probables, ce qui peut entraîner des surcharges à certains points ou à des heures spécifiques

Des mesures visant à contrôler le flux du trafic aérien doivent être prises dans certains cas afin de garantir un équilibre raisonnable entre la demande de trafic et la capacité à répondre à cette demande. Ces mesures sont de nature restrictive et devraient donc être réduites au minimum et, dans la mesure du possible, être appliquées de manière sélective (mais sans être discriminatoires) de manière à affecter uniquement la partie du trafic qui pose problème et elles ne devraient être appliquées que pour la période pendant laquelle la demande prévue de trafic aérien dépassera la capacité dans ces zones.

**L'objectif de la mise en œuvre d'un service ATFM est le suivant :**

- Réduire les retards au sol et en route.
- Maximiser la capacité et optimiser le flux du trafic aérien.
- Fournir un choix éclairé entre le retard au départ, le réacheminement et/ou le choix du niveau de vol.
- Le réacheminement et/ou la sélection du niveau de vol ;
- Alléger les réacheminements en vol non planifiés ; et aider les unités ATS à planifier et à gérer la charge de travail future dans le cadre de la gestion de la circulation aérienne.
- Fournir des solutions améliorées en cas de prévision de conditions météorologiques défavorables.
- Équilibrer la demande et la capacité des secteurs ATC.

**II.4 Utilisation flexible de l'espace aérien(FUA):****II.4.1 Définition:**

Le concept EUROCONTROL d'utilisation flexible de l'espace aérien ( FUA ) est le suivant :

L'espace aérien n'est plus désigné comme un espace aérien purement « civil » ou « militaire », mais considéré comme un continuum et attribué en fonction des besoins des utilisateurs.

Toute ségrégation nécessaire de l'espace aérien est temporaire, basée sur une utilisation en temps réel au cours d'une période de temps spécifique.

Les volumes contigus d'espace aérien ne sont pas limités par les frontières nationales.

**II.4.2 Description:**

Pour répondre à la demande croissante du public en matière de transport aérien et au besoin croissant de services de trafic aérien, les ministres des Transports de la CEAC ont adopté une stratégie En-Route le 24 avril 1990.

L'un des objectifs majeurs de la gestion de l'espace aérien était la mise en œuvre du concept d'utilisation flexible de l'espace aérien (FUA). Ce concept FUA a été introduit en mars 1996 après avoir été élaboré par des représentants civils et militaires des États de la CEAC ainsi que par des représentants des exploitants d'aéronefs.

L'introduction du concept FUA repose sur le principe fondamental selon lequel l'espace aérien constitue un continuum qui doit être utilisé au quotidien pour répondre aux besoins des utilisateurs.

**II.4.3 Gestion de l'espace aérien:**

Le concept FUA a été développé aux trois niveaux de gestion de l'espace aérien qui correspondent aux tâches de coordination civilo-militaire. Chaque niveau de gestion de l'espace aérien a un impact sur les autres :

- **Niveau 1 - Stratégique** - définition de la politique nationale de l'espace aérien et mise en place de structures d'espace aérien prédéterminées ;

- **Niveau 2 - Pré-tactique** - allocation quotidienne de l'espace aérien en fonction des besoins des utilisateurs ;
- **Niveau 3 - Tactique** - utilisation en temps réel de l'espace aérien permettant des opérations sûres de trafic aérien opérationnel et de trafic aérien général (OAT et GAT).

#### **II.4.4 Avantages du FUA :**

La mise en œuvre du concept FUA a déjà bénéficié à l'aviation civile et militaire avec :

- Économie de vol accrue grâce à une réduction de la distance, du temps et du carburant ;
- La mise en place d'un réseau amélioré de routes des services de la circulation aérienne (ATS) et la sectorisation associée permettant :
  - Une augmentation de la capacité du contrôle du trafic aérien (ATC).
  - Une réduction des retards dans le trafic aérien général.
- Des moyens plus efficaces de séparer le trafic aérien opérationnel et général.
- Coordination civilo-militaire améliorée en temps réel.
- Une réduction des besoins en matière de ségrégation dans l'espace aérien.
- La définition et l'utilisation de réservations temporaires d'espace aérien plus conformes aux exigences opérationnelles militaires et qui répondent mieux aux besoins militaires spécifiques.

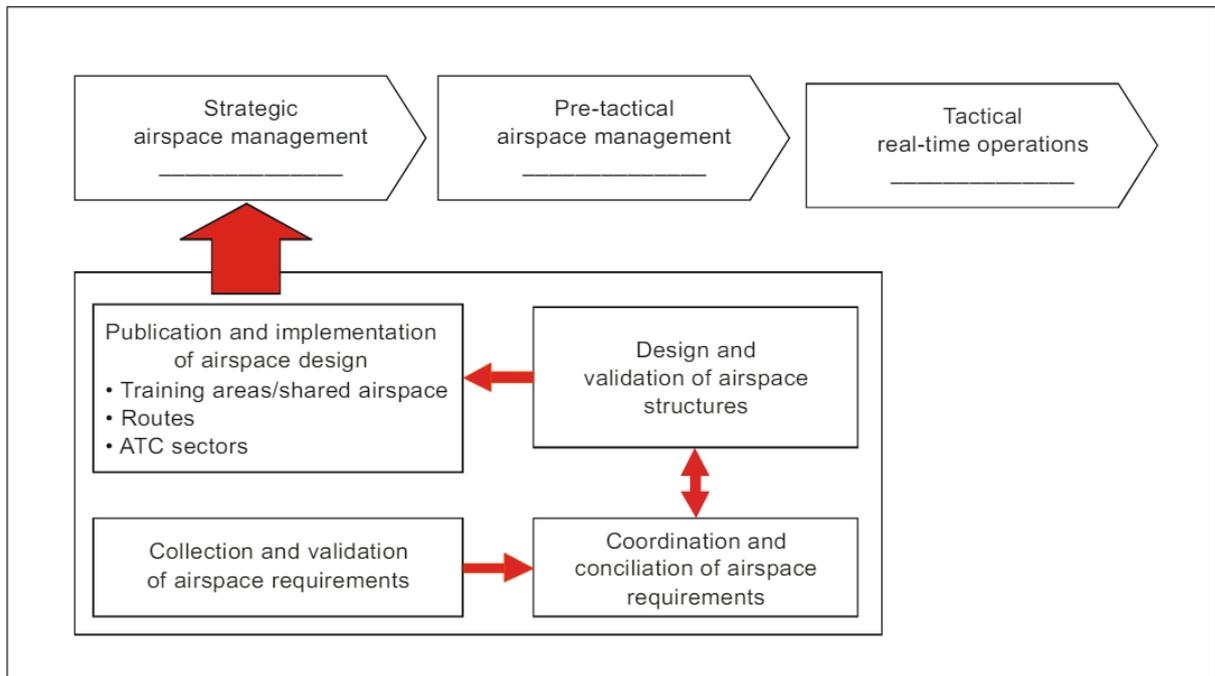
Toutefois, les progrès dans ce domaine sont inévitablement lents et il n'est pas raisonnable de s'attendre à ce que le concept FUA s'étende un jour à l'ensemble de l'espace aérien « militaire ».

#### **II.4.5 PRINCIPES DU FUA:**

Un concept FUA devrait englober les principes suivants :

- La coordination entre les autorités civiles et militaires devrait être assurée aux niveaux stratégique, pré-tactique et tactique (**voir Figure II-1**) afin d'accroître la sécurité et la capacité de l'espace aérien et d'améliorer l'efficacité des opérations des aéronefs.

- La cohérence entre l'ASM, la gestion des courants de trafic aérien (ATFM) et l'ATS devrait être établie et maintenue aux trois niveaux de l'ASM.



**Figure II.1:Coordination entre les autorités civiles et militaires aux niveaux stratégique, pré-tactique et tactique**

Les réservations d'espace aérien devraient être de nature temporaire, appliquées uniquement pour des périodes limitées et fondées sur l'utilisation réelle de l'espace aérien.

Le concept de FUA devrait, dans la mesure du possible, être appliqué au-delà des frontières nationales et/ou des limites des régions d'information de vol (FIR).

#### **II.4.6 DES STRUCTURES ET DES PROCÉDURES D'ESPACE AÉRIEN SOUPLES ET ADAPTABLES:**

Un concept FUA peut être basé sur le potentiel offert par des structures et des procédures d'espace aérien flexibles et adaptables qui sont particulièrement adaptées à l'allocation et à l'utilisation temporaires comme les routes conditionnelles, la zone réservée temporaire (TRA), l'espace aérien ségrégué temporaire (TSA) et la zone transfrontalière (CBA).

Itinéraire conditionnel. Une route conditionnelle (Figure II-2) est une route ATS non permanente ou une partie de celle-ci qui peut être planifiée et utilisée dans des

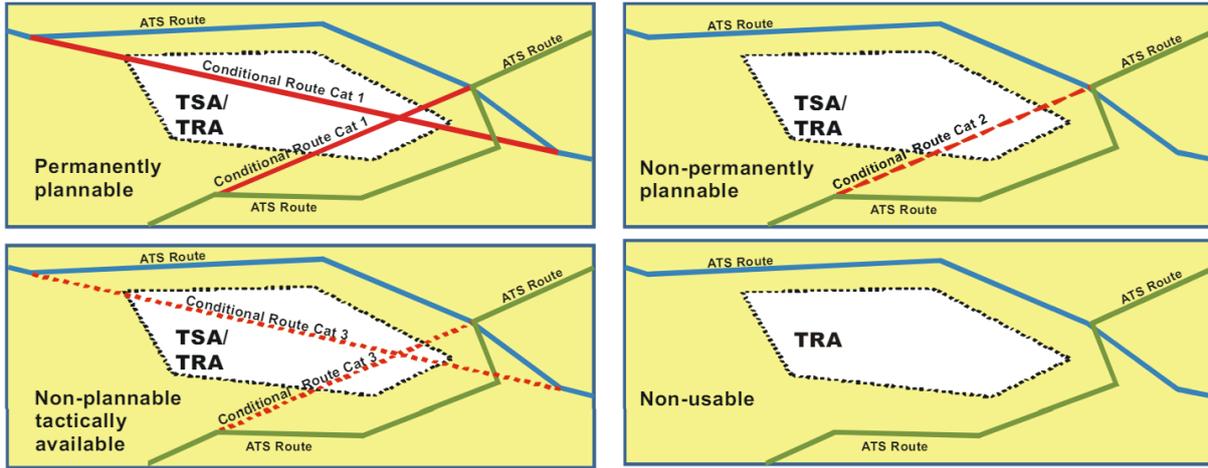
conditions spécifiées. En fonction de sa disponibilité prévue, des possibilités de planification des vols et du niveau d'activité attendu de l'éventuelle TSA associée, une route conditionnelle peut être classée dans les catégories suivantes:

- Catégorie 1 : planifiable en permanence .
- Catégorie 2 : planifiable de façon non permanente .
- Catégorie 3 : non planifiable.

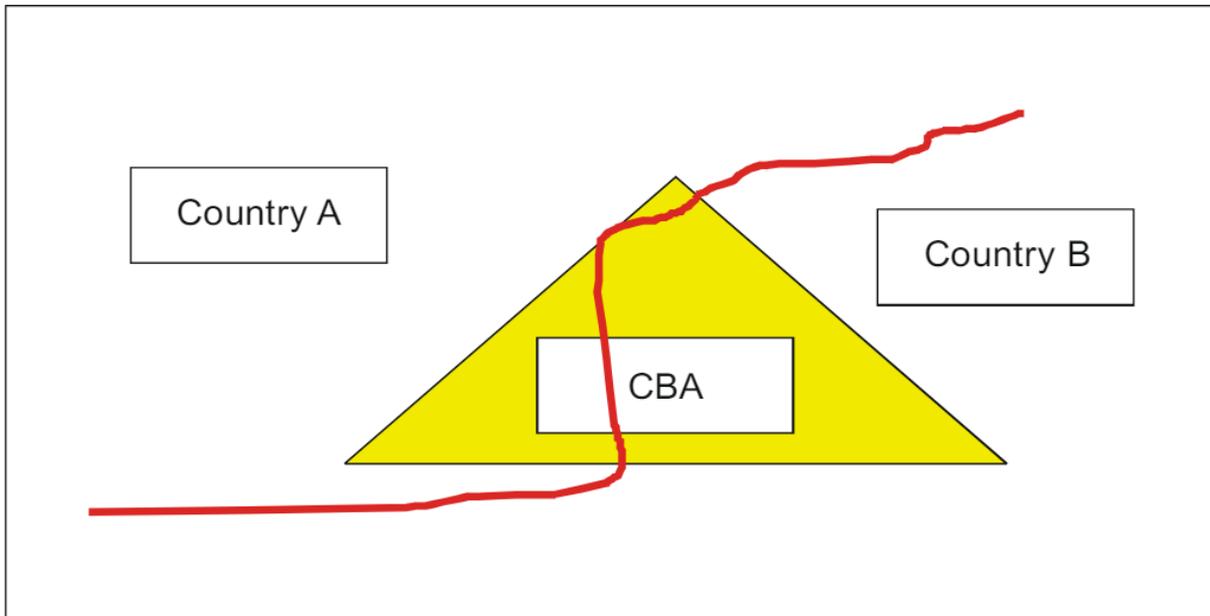
Zone réservée temporaire (TRA). Une TRA (Figure II-2) est un espace aérien temporairement réservé et alloué à l'usage spécifique d'un utilisateur particulier pour une période de temps déterminée et à travers lequel d'autres trafics peuvent être autorisés à transiter sous réserve d'une autorisation de l'ATC.

Espace aérien temporairement séparé (TSA). Une TSA (Figure II-2) est un espace aérien temporairement séparé et alloué à l'usage exclusif d'un utilisateur particulier pendant une période de temps déterminée et par lequel les autres trafics ne sont pas autorisés à transiter.

Zones transfrontalières (CBA). Une CBA (figure II-3) est une réservation/ségrégation de l'espace aérien établie pour des besoins opérationnels spécifiques au-dessus des frontières internationales. Les CBA sont établies pour permettre l'entraînement militaire et d'autres vols opérationnels de part et d'autre d'une frontière. Les CBA n'étant pas limitées par les frontières nationales, elles peuvent être situées de manière à bénéficier à la fois à l'aviation civile et à l'aviation militaire. Les CBA, combinés à l'utilisation potentielle de routes conditionnelles qui les traversent, permettent d'améliorer la structure de l'espace aérien dans les zones frontalières et contribuent à l'amélioration du réseau de routes ATS. Des accords politiques, juridiques, techniques et opérationnels entre les États concernés sont nécessaires avant l'établissement des CBA. Les accords formels pour l'établissement et l'utilisation des CBA doivent aborder les questions de souveraineté, de défense, de légalité, d'opérations, d'environnement et de recherche et sauvetage.



**Figure II.2:Route conditionnelle**



**Figure II.3:Région transfrontalière (CBA)**

**II.5 LA COLLABORATION CIVILE/MILITAIRE**

Historiquement, les accords d'État entre les unités d'aviation militaire et les ANSP se sont concentrés sur les besoins de la défense de l'État, la sécurité et les procédures d'urgence, ainsi que sur les exigences en matière de préparation et de réponse militaires. Il existe aujourd'hui un besoin clairement défini d'établir des procédures qui soutiennent l'intégration efficace de l'aviation militaire et civile dans les opérations quotidiennes.

La collaboration commence par une bonne communication. Les parties prenantes de l'ATM devraient se rencontrer régulièrement pour mieux comprendre les besoins, les souhaits, les contraintes et les défis auxquels chaque opérateur et fournisseur de services est confronté lorsqu'il opère dans l'espace aérien de l'État. Une bonne communication et une compréhension mutuelle permettent de construire une collaboration sur des bases solides. Une bonne communication et une bonne collaboration entre civils et militaires sont la clé du succès de l'ATM dans le monde entier.

Les parties prenantes de la GTA devraient aborder et décider de chaque processus de changement sur une base collaborative. La prise de décision est optimisée lorsque les intérêts de toutes les parties prenantes de l'ATM sont représentés et que l'impact des changements requis est évalué et équilibré par rapport aux besoins et aux problèmes de l'aviation militaire, civile et d'État.

Les opérations aériennes de tous types contribuent de manière significative à l'économie d'un État et, à ce titre, leur croissance doit être protégée et encouragée. À cet égard, chaque État bénéficiera d'un engagement fort en faveur de la collaboration entre civils et militaires. La collaboration en matière de conception et de gestion de l'espace aérien de l'État, d'exigences techniques, de collecte et de diffusion de données et d'informations permettra à l'aviation civile de prospérer et à l'aviation militaire d'accomplir les missions qui lui incombent. En outre, l'aviation est une activité mondiale dont l'impact économique dépasse les frontières des États. L'engagement ferme des États en faveur de la collaboration entre civils et militaires favorisera l'harmonisation des approches internationales en matière d'aviation et l'élaboration d'accords nationaux et internationaux qui profiteront tant aux États qu'aux parties prenantes de l'aviation civile Internationale.

Cette circulaire fournit plusieurs exemples de collaboration civile/militaire réussie entre États, qui se traduisent par des avantages pour la gestion de l'espace aérien et les opérations du système ATM. Ces exemples démontrent que la collaboration :

- permet d'atteindre des niveaux de sécurité plus élevés .
- augmente la capacité de l'espace aérien .
- renforce la sécurité nationale.
- accroît l'efficacité opérationnelle grâce à :
  - l'interopérabilité des aéronefs civils et militaires.
  - la réduction des distances parcourues .

- L'établissement de profils de vol optimaux .
- La réduction de la consommation de carburant et des émissions de carbone.

## **II.6 L'espace aérien:**

### **II.6.1 Définition:**

L'espace aérien est la portion de l'atmosphère contrôlée par un pays au-dessus de son territoire, y compris ses eaux territoriales ou, plus généralement, toute portion tridimensionnelle spécifique de l'atmosphère. Il est organisé pour fournir une sécurité optimale à tous les aéronefs qui y évoluent.

### **II.6.2 Subdivision de l'espace aérien :**

#### **II.6.2.1 Espace aérien contrôlé :**

**Il comprend:**

##### **II.6.2.1.1 Région supérieure de contrôle (UTA):**

Il s'agit d'espaces supérieurs contrôlés, dont la limite sont : FL 245 - FL 460

##### **II.6.2.1.2 La région de contrôle CTA :**

Espace aérien **contrôlé** situé au dessus d'une limite déterminée par rapport à la surface (200 m ou 700fts)/ MSL ou ASFC et qui comprend:

- **La région de contrôle terminal TMA :**

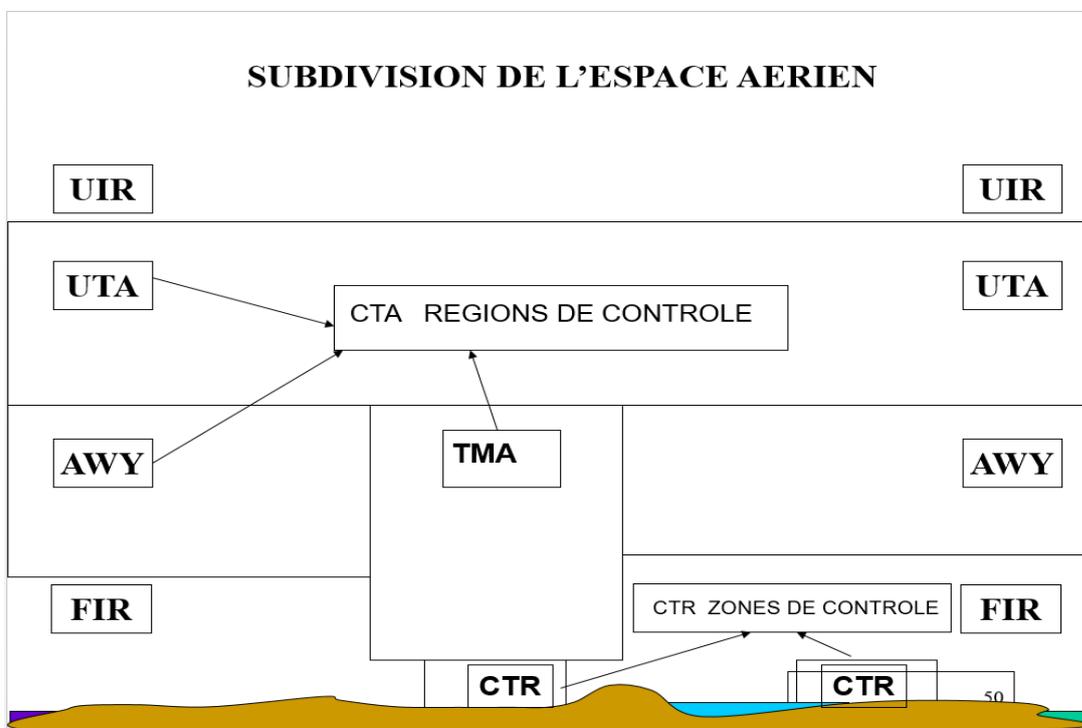
Située au carrefour des voies aériennes, Permet de protéger les trajectoires de départ et d'arrivée d'un AD.

- **Les voies aériennes AWY :**

Elles se présentent sous la forme de routes qui relient les TMA entre-elles, équipées d'aide à la navigation, la largeur des voies aériennes est fixée à 10NM

**II.6.2.1.3 Les zones de contrôle CTR :**

c'est un espace aérien contrôlé s'étendant verticalement à partir de la surface jusqu'à une limite supérieure spécifiée. Les limites latérales d'une zone de contrôle sont d'au moins 9,3 km (5 MN) à partir du centre de l'aérodrome



**Figure II.2:Subdivision De L'espace Aerien**

**II.6.2.2 Espace aérien non contrôlé**

**II.6.2.2.1 Définition :**

Espace de trafic moindre, où l'intervention des services de la CA Est limitée à l'information et l'Alerte.

**II.6.2.2.2 Région Inférieure d'information de vol FIR :**

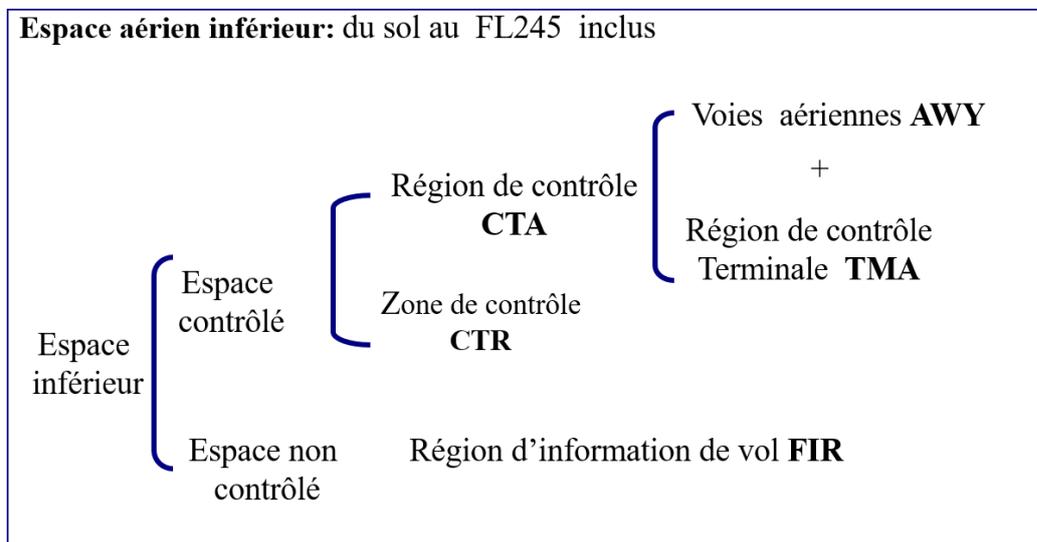
Régions dans lesquelles les services d'Information de vol et d'alerte sont assurés

**II.6.2.2.3 Région supérieure d'information de vol UIR :**

Englobe l'espace aérien situé à l'intérieure des limites latérales d'un certain nombre de FIR.

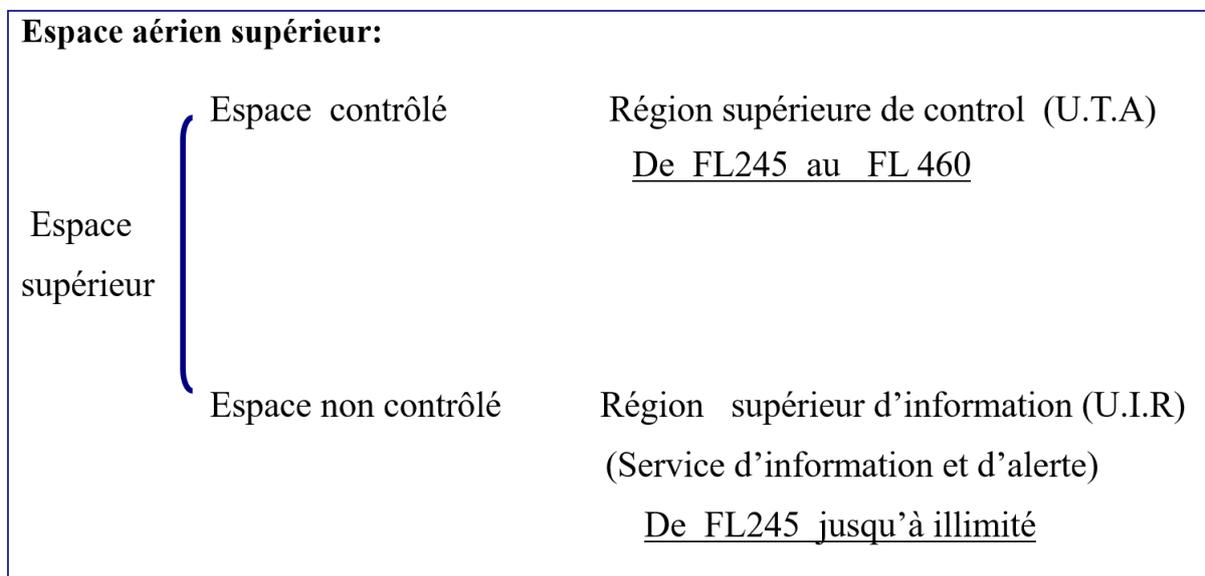
**II.6.3 Subdivision verticale de l'espace aérien**

**II.6.3.1 Espace aérien inférieur :**



**Figure II.3: Espace Aérien Inférieur**

**II.6.3.2 Espace aérien supérieur :**



**Figure II.4: Espace Aérien Supérieur**

**II.6.4 Zones à statut particulier :**

Comme l'utilisation de l'espace aérien fait l'objet de demandes très nombreuses et très diverses ; et comme il existe au sol des zones "sensibles" qu'il est nécessaire de protéger contre d'éventuelles perturbations de la part des aéronefs en survol , il est admis que les états auront besoin de réglementer certaines parties de l'espace aérien d'une manière plus ou moins stricte:

**II.6.4.1 Zone Interdite P (Prohibited):**

Espace aérien de dimension définie, dans les limites duquel le vol des aéronefs est interdit.

**II.6.4.2 Zone Réglementée R (Reglemented) :**

Espace aérien de dimension définie à l'intérieur duquel les aéronefs en CAG sont subordonnés a des conditions spécifiées.

**II.6.4.3 Zone Dangereuse D (Dangerous):**

Espace aérien de dimension définie à l'intérieur duquel se déroulent, pendant des périodes spécifiées ,des activités qui peuvent être dangereuses pour les aéronefs  
Conformément à la définition de ces différents termes, la zone dangereuse implique le degré minimal de réglementation, tandis que la zone interdite constitue la forme la plus stricte

Dans les régions qui ne sont soumises à aucun droit de souveraineté (au-dessus de la haute mer ) seules les zones dangereuses peuvent être établies par l'organisme responsable des activités qui motivent leur établissement.

## Chapitre III :Espace aérien de route libre (FRA)

### III.1 Définition:

L'espace aérien de route libre (FRA) est un espace aérien spécifié dans lequel les utilisateurs peuvent librement planifier un itinéraire entre un point d'entrée défini et un point de sortie défini. Sous réserve de disponibilité de l'espace aérien, la route peut être planifiée directement de l'un à l'autre ou via des way points intermédiaires (publiés ou non), sans référence au réseau de routes ATS. Au sein de cet espace aérien, les vols restent soumis au contrôle aérien.

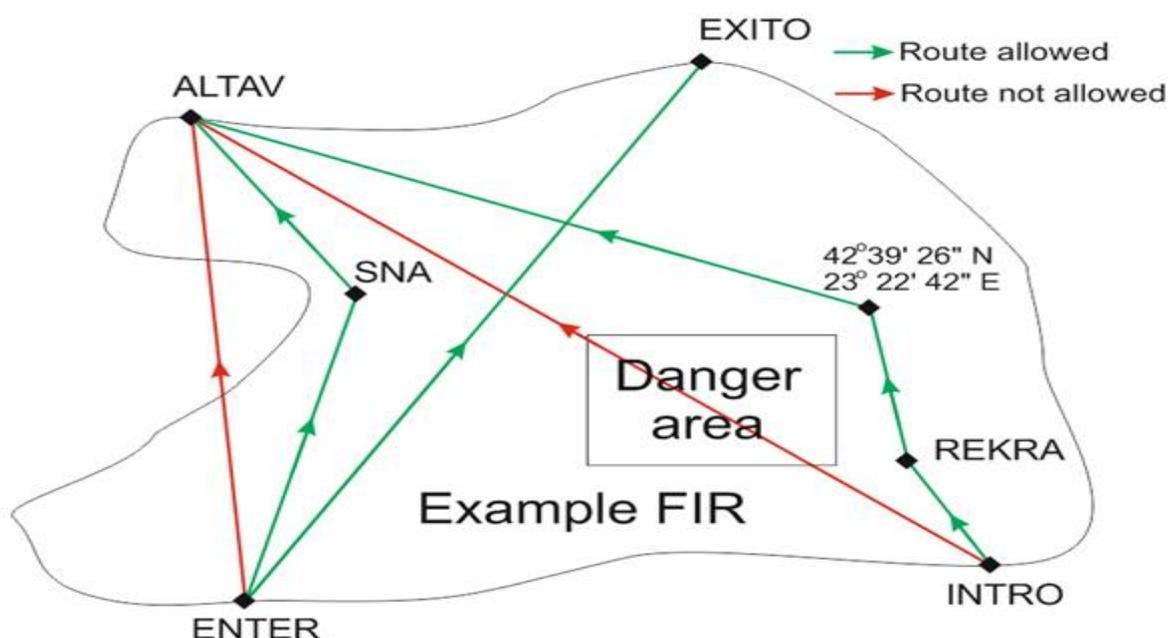


Figure III.1: Espace Aerien En Route Libre

### III.2 Description:

L'espace aérien à route libre (FRA) est un concept de fourniture de services de la circulation aérienne dans lequel un opérateur peut choisir sa route sous réserve de quelques limitations seulement (par exemple, des points d'entrée et de sortie fixes et la nécessité d'éviter les zones dangereuses, les TRA ou les TSA) contrairement à la situation où les voies aériennes standard doivent être utilisées. Dans la plupart des cas, la ligne droite entre un point d'entrée et un point de sortie sera choisie. Si, pour une raison quelconque, cela n'est pas approprié (par exemple, une zone dangereuse doit être évitée), des points de virage supplémentaires peuvent être spécifiés. Il peut s'agir d'aides à la navigation, de points de navigation publiés ou de points avec des coordonnées spécifiées.

Le diagramme suivant donne un aperçu des principales règles de la FRA :



**Figure III.2:Exemple De Routes Autorisées Et Non Autorisées Par La FRA A Prendre En Compte Lors De La Préparation Du Vol.**

Dans l'exemple de la FIR représenté, INTRO et ENTER sont des points d'entrée, ALTAV et EXITO sont des points de sortie, SNA est un VOR et REKRA est un point

RNAV. Lorsque le FRA sera mis en œuvre, les routes vertes seront acceptées et les routes rouges seront rejetées par le système de traitement des plans de vol de l'ATC. Les motifs de rejet comprennent la traversée d'une zone dangereuse (INTRO-ALTAV) et le fait que la route demandée ne reste pas à l'intérieur du FRA (ENTER-ALTAV). Les routes approuvées peuvent être directes, d'un point d'entrée à un point de sortie (par exemple ENTER-EXITO) ou avec des points intermédiaires (aides à la navigation (SNA), points publiés (REKRA) ou points choisis au hasard (42°39'26" N, 23°22'42" E).

### **III.3 Facilitateurs:**

Les éléments facilitateurs sont les suivants :

- Support système approprié - amélioration pour les besoins de la planification des vols et de l'ATFCM.
- Procédures - procédures améliorées, le cas échéant, pour les opérations au sein de FRA et à ses interfaces.
- Adaptations des structures de l'espace aérien.
- Adaptations des procédures de gestion de l'espace aérien.

Aucune exigence supplémentaire en matière d'équipement ou de modification des procédures de planification des vols n'est prévue pour les exploitants d'aéronefs. Néanmoins, des modifications des systèmes de planification de vol peuvent être nécessaires pour garantir que tous les avantages de la FRA puissent être exploités.

### **III.4 Termes de la FRA :**

La zone FRA est un terme générique utilisé pour exprimer la dimension de l'espace aérien de libre route établi.

L'opération FRA est un terme générique utilisé pour exprimer l'opération de vol à l'intérieur de l'espace aérien de route libre établi, conformément aux procédures de l'espace aérien de route libre et sans référence au réseau de routes ATS fixes, s'il est disponible.

Le point de correspondance d'arrivée FRA (A) est un point significatif publié jusqu'auquel les opérations FRA sont autorisées pour le trafic à l'arrivée vers des aérodrômes spécifiques.

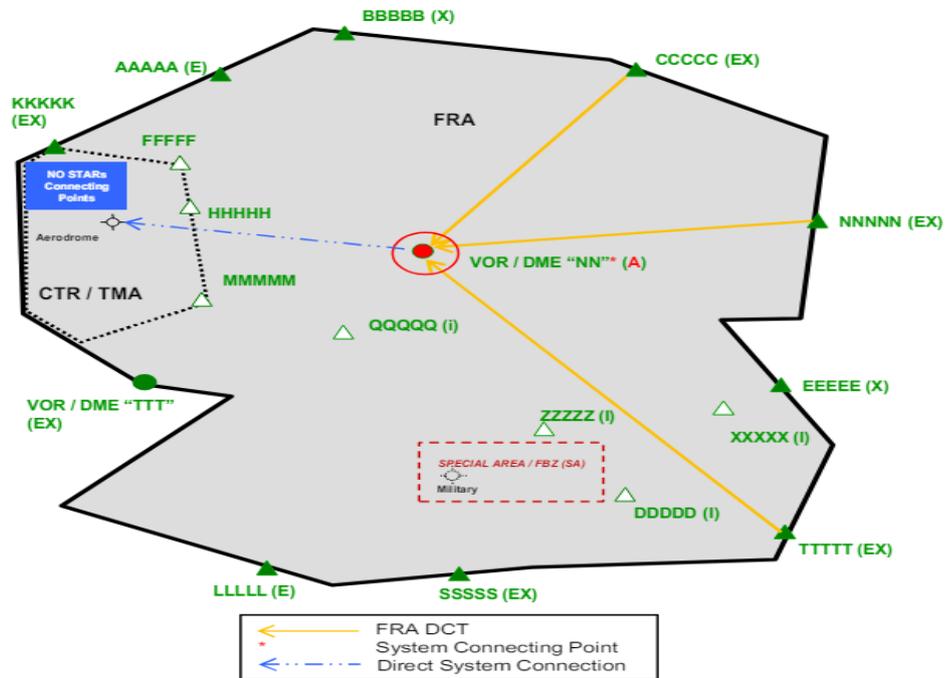


Figure III.3: Le point de correspondance d'arrivée FRA (A).

Le point de correspondance de départ FRA (D) est un point significatif publié à partir duquel l'exploitation FRA est autorisée pour le trafic au départ d'aérodromes spécifiques.

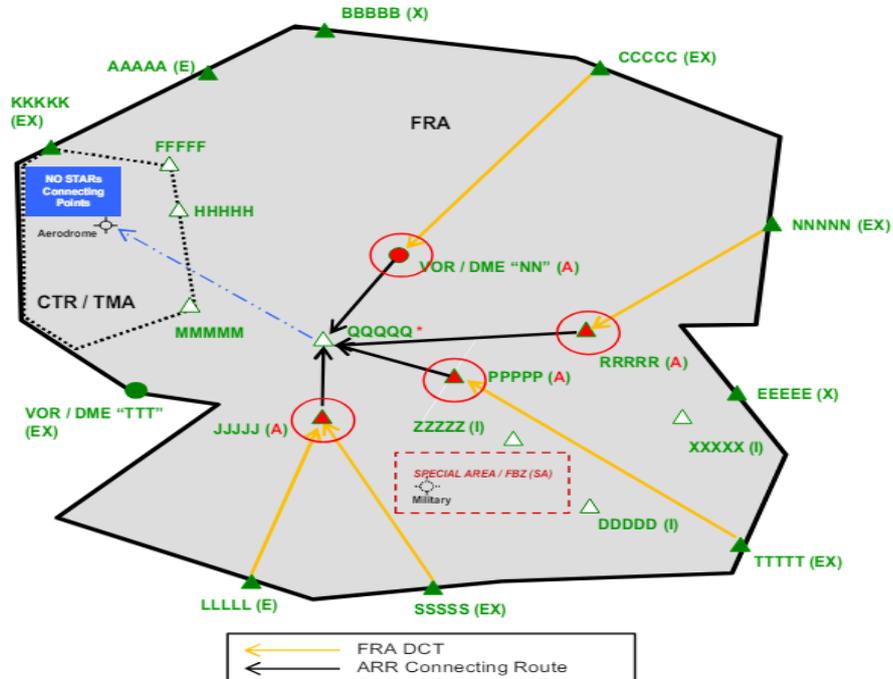


Figure III.4: Exemple De Point FRA (D)

Le point d'entrée horizontal FRA (E) est un point significatif publié sur la limite horizontale de l'espace aérien de la route libre à partir duquel les opérations FRA sont autorisées.

Le point de sortie horizontal FRA (X) est un point significatif publié sur la limite horizontale de l'espace aérien de la route libre vers lequel les opérations FRA sont autorisées.

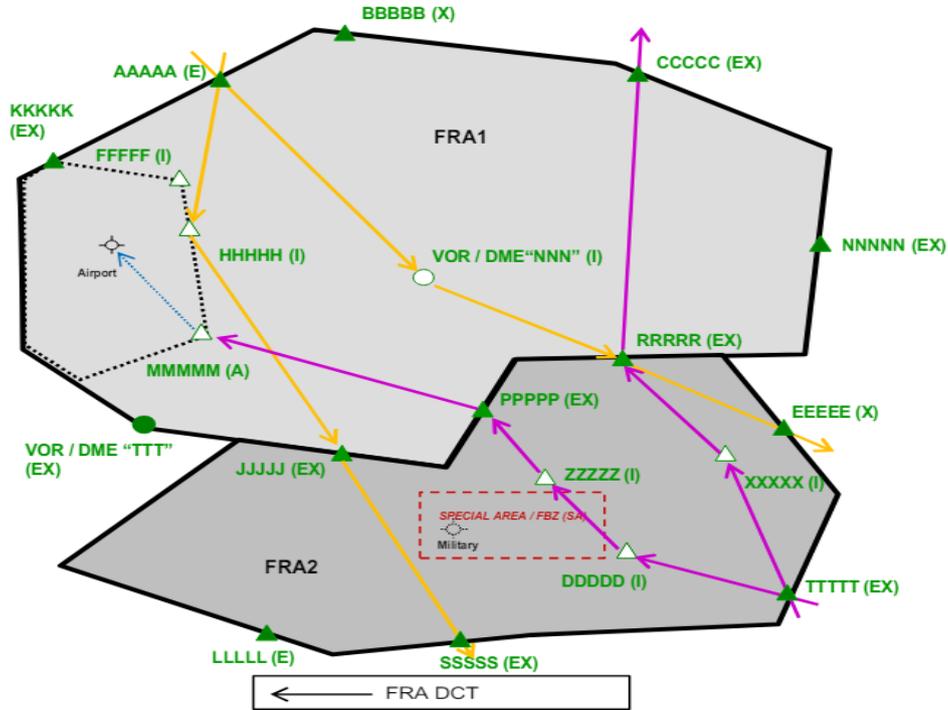


Figure III.5:Points D'entrée (E)/De Sortie (X) Du FRA.

Le point intermédiaire FRA (I) est un point significatif publié ou un point non publié, défini par des coordonnées géographiques ou par un relèvement et une distance, par lequel les opérations FRA sont autorisées.

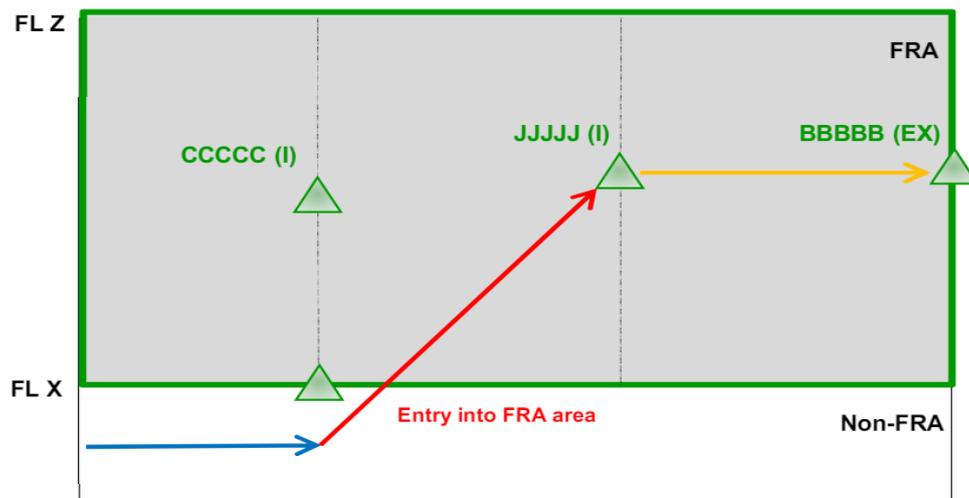


Figure III.6:Exemple De Point FRA (I)

Le FRA transfrontalier est un espace aérien de route libre spécifié qui comprend une partie et/ou la totalité des zones de responsabilité d'au moins deux unités ATC adjacentes (par exemple, CCR, UAC, etc.) ou des zones FRA où des procédures communes sont appliquées sans tenir compte des frontières nationales et/ou opérationnelles.

### **III.5 Applicabilité limitée de la FRA:**

#### **III.5.1 Limitation dans le temps:**

Même si l'objectif est de mettre en œuvre le FRA de manière permanente, une mise en œuvre limitée pendant des périodes définies pourrait faciliter une mise en œuvre rapide. Des procédures de transition entre l'exploitation des lignes FRA et des lignes ATS fixes doivent être établies.

#### **III.5.2 Structurellement limité:**

Dans un espace aérien complexe, la mise en œuvre complète de FRA pourrait avoir un effet préjudiciable sur la capacité. Dans ce type d'espace aérien, les États/FAB/ANSP peuvent décider de mettre en œuvre le FRA sur une base structurellement limitée, par exemple en restreignant les points d'entrée/sortie horizontaux FRA disponibles pour certains courants de trafic, ce qui pourrait accroître la prévisibilité et réduire le nombre de conflits potentiels.

### **III.6 Limites verticales de la FRA et leur publication :**

Le présent concept de FRA vise à faciliter la mise en œuvre harmonisée de la FRA, quel que soit le lieu ou le moment où un État/FAB/ANSP décide de le faire. Dans ce contexte, il n'y a pas de recommandation spécifique sur la FL minimale de cette mise en œuvre.

Les limites verticales de la FRA doivent être publiées dans les publications nationales de l'AIS.

La fixation de la limite inférieure de la FRA ne doit pas avoir d'incidence négative sur les zones adjacentes où la FRA n'est pas encore mise en œuvre ou où elle n'est appliquée que de manière limitée.

Néanmoins, l'objectif étant d'harmoniser la structure de l'espace aérien sur l'ensemble du réseau européen, les recommandations suivantes sont formulées :

La limite verticale inférieure doit être coordonnée au niveau du réseau européen pour assurer l'interconnectivité avec l'espace aérien adjacent, et elle peut varier dans différentes zones ou à différents moments au sein d'un FRA particulier.

Le niveau minimum doit être le plus bas possible, compte tenu de la complexité de l'espace aérien et de la demande.

### **III.7 Limites horizontales du FRA et leur publication :**

Les limites horizontales du FRA sont publiées dans les publications nationales de l'AIS. Afin de tirer pleinement parti de son applicabilité, les limites horizontales seront de préférence basées sur les exigences opérationnelles, et pas nécessairement sur les limites FIR/UIR ou AoR de l'unité ATC.

Les points d'entrée/sortie horizontaux du FRA doivent être publiés dans les publications AIS nationales avec une référence claire au FRA et à la nature du point (entrée, sortie ou point d'entrée/sortie).

Dans les zones où la forme des limites latérales d'une FIR/UIR ou de l'AoR d'une unité ATC est telle que des routes directes pourraient conduire à une sortie de courte durée dans l'espace aérien adjacent, tous les efforts doivent être faits pour garantir que l'applicabilité du FRA est organisée en fonction des exigences opérationnelles et que des dispositions appropriées sont prises avec les unités ATC/États adjacents. Si de telles situations sont inévitables, la publication appropriée des points d'entrée/sortie horizontaux FRA est assurée.

Si le FRA est mis en œuvre dans des FIR/UIR adjacentes, la publication du FRA doit clairement refléter cette application transfrontalière. La publication des points d'entrée/sortie horizontaux de FRA sur la frontière commune FIR/UIR n'est pas nécessaire d'un point de vue opérationnel.

Les points d'entrée/sortie horizontaux FRA vers/depuis le FRA doivent tenir compte de l'espace aérien adjacent où le FRA n'est pas mis en œuvre. Les points d'entrée/sortie horizontaux FRA seront définis de manière à permettre une transition structurée entre les deux environnements opérationnels, qui ne se situera pas nécessairement à la limite FIR/UIR ou à la limite AoR de l'unité ATC.

### **III.8 Maximiser l'efficacité de la FRA :**

Pour maximiser l'efficacité des FRA et assurer un transfert sûr et efficace des vols, tous les efforts doivent être faits pour assurer tout réaligement nécessaire du réseau de routes ATS fixes dans l'espace aérien adjacent n'appliquant pas les FRA.

Lorsqu'un réseau de routes ATS fixes reste en service au-dessous du FRA, ce réseau de routes ATS sous-jacent est affiné et coordonné au niveau du réseau pour tenir compte des besoins des opérations FRA dans l'espace aérien supérieur.

### **III.9 Accès de/à l'espace aérien de région terminale :**

L'accès à/depus l'espace aérien de région terminale et la connexion à/depus des aérodromes spécifiques devront être examinés et des améliorations appropriées devront être apportées aux structures de la TMA, y compris la définition de SID/STAR supplémentaires pour permettre une plus grande flexibilité.

La définition de routes de connexion FRA pour faciliter la planification des vols pour le trafic au départ et à l'arrivée pourrait également s'avérer nécessaire. Cela pourrait avoir des implications pour la gestion de l'espace aérien terminal.

### **Remarques :**

En cas de mise en œuvre de FRA jusqu'à la limite supérieure de l'espace aérien terminal, les points d'entrée/sortie de FRA devraient de préférence être un point important où un SID se termine ou une STAR commence. Dans certains cas, une nouvelle conception du SID/STAR sera nécessaire et, en fonction de la complexité de l'espace aérien, des extensions devront peut-être être étudiées pour assurer une ségrégation appropriée du trafic.

Si, pour certains aérodromes, il n'existe pas de SID/STAR approprié, la planification des vols à l'aide du DCT devrait être facilitée.

### **III.10 Sectorisation :**

Le schéma de sectorisation actuel pourrait devoir être restructuré pour tenir compte des flux de trafic à la fois au sein de la FRA et en fonction du réseau de routes fixes ATS sous-jacent. Au lieu d'avoir des flux de trafic régularisés le long du réseau de routes ATS se croisant à des points reconnus, le trafic sera potentiellement réparti sur l'ensemble d'un secteur.

La conception des secteurs devra répondre à ce changement et devra peut-être être plus flexible en fonction des variations de la demande de trafic.

Les secteurs de la FRA doivent être :

- Ne pas être limités par les frontières FIR/UIR ou les frontières de l'État.

Pouvoir être reconfigurés pour répondre à la demande. Une méthodologie structurée dans laquelle les secteurs sont tirés d'une bibliothèque de conceptions déjà connues des systèmes internes et externes est probable dans les zones où il y a des fluctuations significatives de l'orientation du flux de trafic. Les modifications apportées à la définition des secteurs devront être notifiées au NMOC et devront être transparentes pour les unités adjacentes.

Les critères de conception des secteurs devraient au moins tenir compte des éléments suivants:

- Les principaux flux de circulation et l'orientation du trafic.
- La minimisation des transits courts à travers les secteurs.
- Minimisation des retours dans les secteurs et les CCR.
- La position des réservations d'espace aérien.
- Cohérence avec les secteurs adjacents du réseau de routes ATS fixes et avec les routes ATS de connexion aux SID/STAR.
- Aspects de la coordination civile/militaire.

Les secteurs sont alignés autant que possible de manière à réduire au minimum le nombre de vols avec des temps de transit courts. Si cela n'est pas possible, ce trafic doit être exclu des comptages du gestionnaire de réseau. Des règles appropriées seront établies dans ce contexte.

Il conviendra d'étudier la possibilité de définir avec plus de souplesse un plus grand nombre de secteurs élémentaires/volumes d'espace aérien et de configurations de secteurs. Les secteurs devront être conçus de manière à réduire au minimum les transits courts et à éviter les réintroductions de vols dans l'espace aérien du secteur ou de l'unité ATC. Des secteurs transfrontaliers, conçus de manière opérationnelle, peuvent être nécessaires lorsque la FRA est mise en œuvre dans des zones adjacentes.

Une application plus étendue des secteurs transfrontaliers sera probablement nécessaire pour mieux refléter les variations des schémas de trafic. Les PGF locaux devront jouer un rôle plus proactif dans la sélection des configurations optimales des secteurs. Les configurations des secteurs actifs doivent être communiquées de manière dynamique au NMOC.

### **III.11 Réservations de l'espace aérien :**

Dans le contexte du concept FRA, l'expression "réservation d'espace aérien" désigne un espace aérien de dimensions définies à l'usage exclusif d'utilisateurs spécifiques, y compris les zones TRA, TSA, CBA, D, R, P et toute zone spécialement activée. Il s'agit de zones spécialement conçues à l'intérieur desquelles des activités civiles et militaires peuvent se dérouler.

Les réservations d'espace aérien sont actives en permanence (telles que les zones interdites), tandis que d'autres sont actives pendant des périodes et à des niveaux variables. (par exemple, TSA et autres zones d'exercice similaires). Les réserves d'espace aérien actives sont traversées ou évitées en fonction du degré de coordination (y compris la coordination civile/militaire) et de l'état de l'activité dans la zone. Cela restera le cas pour la FRA.

Les réservations d'espace aérien peuvent être reconfigurées pour répondre à des besoins différents.

Dans les zones où les procédures de coordination (y compris les procédures de coordination civile/militaire) et les conditions de l'espace aérien le permettent, les usagers de l'espace aérien sont autorisés à planifier des itinéraires de vol à travers les réservations d'espace aérien.

Dans certains cas, un réacheminement tactique sera accordé si l'espace aérien n'est pas disponible pour la traversée. La durée supplémentaire maximale prévue d'un réacheminement tactique est communiquée dans les publications AIS nationales.

Dans d'autres cas, lorsque cet espace aérien n'est pas disponible pour la traversée, des points intermédiaires FRA seront définis pour faciliter la planification des vols en dehors de l'espace aérien réservé et assurer une séparation suffisante par rapport à l'activité. La promulgation de ces points intermédiaires FRA est assurée par la

publication AIS nationale. Si ces points ne doivent être utilisés que pour éviter les réservations d'espace aérien, les conditions spécifiques d'utilisation de ces points pour la planification des vols doivent être fournies dans le document de disponibilité de route (RAD). Une normalisation globale de la séparation des réservations d'espace aérien sera nécessaire à plus long terme, en particulier pour les opérations transfrontalières.

La publication de l'heure d'activation des réservations d'espace aérien devrait être envisagée. **Note:** La possibilité d'utiliser des coordonnées géographiques doit être envisagée.

Des procédures doivent être élaborées entre le centre d'exploitation des gestionnaires de réseau (NMOC) et toutes les parties intéressées afin d'assurer une application harmonisée des procédures d'évitement des réservations d'espace aérien.

### **III.12 Planification des vols :**

#### **III.12.1 Dispositions générales :**

Au sein de FRA, il faut des procédures de planification des vols qui soient compréhensibles et faciles à utiliser, et qui soient cohérentes avec les procédures du réseau de routes ATS fixes.

Des principes sont énoncés pour la planification des vols CAG et OAT, traitant principalement de la CAG mais mentionnant spécifiquement les exigences OAT lorsque cela est nécessaire.

Sauf dans les FRA où il est publié qu'un réacheminement tactique sera donné, il incombe à l'auteur d'un FPL de soumettre un acheminement à travers les FRA qui évite les réservations actives d'espace aérien.

Les unités ATC, les AO et le NMOC devraient disposer des mêmes informations concernant le profil et l'acheminement prévus d'un vol, tant pour le plan de vol initial que pour toute révision ultérieure de ces informations. Le développement d'outils appropriés indiquera à tous les utilisateurs le statut des activités en temps réel et futures des réservations d'espace aérien.

Au sein de la FRA, il n'y aura pas de limitations à l'utilisation du DCT, autres que celles recommandées par l'OACI.

Des modifications des systèmes de planification de vol des usagers de l'espace aérien peuvent être nécessaires pour permettre à tous les usagers de l'espace aérien de tirer pleinement parti de la FRA.

L'IFPS sera modifiée pour permettre le traitement et la vérification des plans de vol dans le contexte de niveaux inférieurs variables de FRA dans diverses parties de l'espace aérien européen. De même, l'IFPS doit permettre le traitement et la vérification appropriés des plans de vol pour la transition entre l'espace aérien FRA et l'espace aérien fixe du réseau de routes ATS lorsque l'espace aérien FRA sera mis en œuvre pendant des périodes limitées, par exemple pendant la nuit uniquement.

### **III.12.2 Format du plan de vol :**

Il n'est pas envisagé de modifier le format de plan de vol de l'OACI en ce qui concerne FRA.

Les plans de vol OAT doivent rester conformes aux réglementations nationales.

### **III.12.3 Utilisation de points intermédiaires non publiés pour la planification des vols :**

Afin de bénéficier des meilleures conditions d'exploitation, les usagers de l'espace aérien peuvent être autorisés à utiliser tout point intermédiaire non publié pour la planification des vols, défini par des coordonnées géographiques ou par un relèvement et une distance.

Cette possibilité doit être clairement annoncée dans les publications AIS nationales.

Lorsque cette utilisation n'est pas possible, la publication des points intermédiaires FRA doit être assurée.

### **III.12.4 Description de la route :**

Les points significatifs publiés par FRA ou les points non publiés définis par des coordonnées géographiques ou par un relèvement et une distance doivent être décrits en utilisant le format standard de l'OACI. Les portions de route entre tous ces points FRA doivent être indiquées au moyen d'un DCT conformément au Doc 4444 PANS-ATM de l'OACI.

### **III.12.5 Facilitation de la planification des vols grâce à l'utilisation des DCT :**

L'utilisation des points d'entrée horizontaux publiés dans FRA avec les points de sortie horizontaux associés dans FRA peut être nécessaire dans certains cas pour faciliter la planification des vols dans FRA. Ceci est particulièrement vrai lorsque seules des combinaisons limitées de points d'entrée/sortie sont autorisées dans FRA. De même, l'utilisation d'un certain nombre de DCT peut être interdite aux usagers de l'espace aérien. La publication de ces DCT sera assurée au niveau du réseau, par l'intermédiaire du RAD. Cette approche garantira le respect du statut de l'espace aérien au sein des différentes FIR (par exemple, FL min/max, évitant la pénétration dans l'espace aérien non contrôlé, période de disponibilité, etc.)

### **III.12.6 Modification du FL de croisière :**

Les usagers de l'espace aérien peuvent utiliser tout point significatif publié ou tout point non publié, défini par des coordonnées géographiques ou par un relèvement et une distance, pour indiquer les modifications du FL de croisière. Les usagers de l'espace aérien respectent les FLOS applicables dans le FRA concerné.

### **III.13 Zones transfrontalières de la FRA :**

L'expansion transfrontalière de l'ADF pourrait être réalisée de la manière suivante :

Une zone FRA unique, représentant une fusion des espaces aériens des zones FRA existantes.

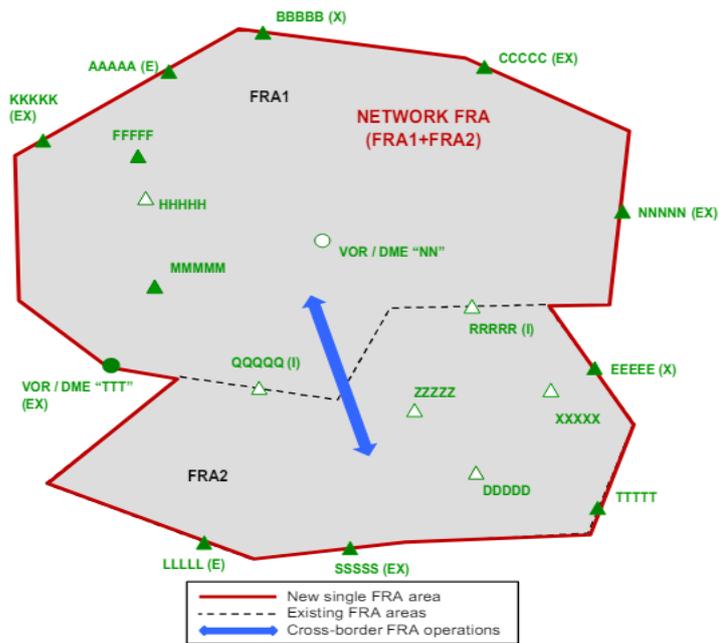


Figure III.7:Zone FRA Unique

Des zones FRA multiples (chacune étant un continuum unique), permettant des opérations FRA transfrontalières entre elles.

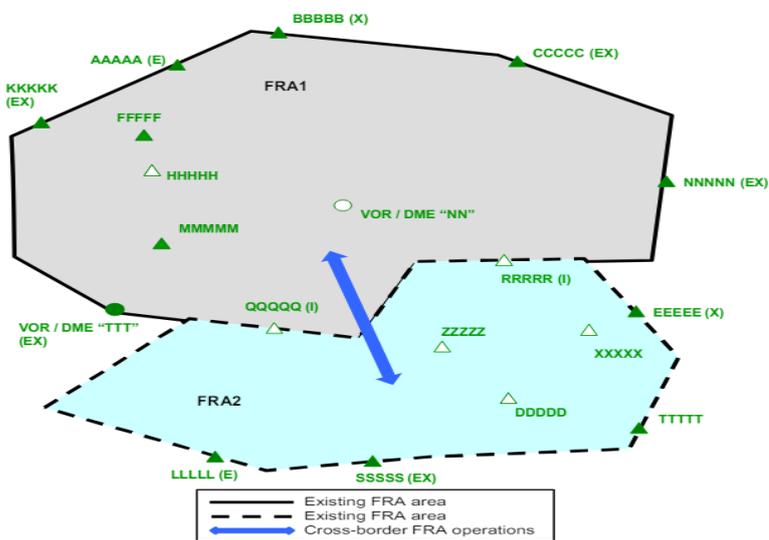


Figure III.8:Zones Fra Multiples

Lorsque l'expansion transfrontalière de la FRA est réalisée sous la forme d'une zone unique, son nom unique peut être attribué sur la base d'un accord entre le(s) État(s)/FAB(s)/ANSP(s) concerné(s).

### **III.14 Avantages de FRA :**

FRA est un moyen de surmonter les problèmes d'efficacité, de capacité et d'environnement du secteur de l'aviation en contribuant à réduire la consommation de carburant et les émissions, tout en améliorant l'efficacité des vols. Dans le même temps, il ouvre la voie à une conception de l'espace aérien et à des concepts opérationnels ATM encore améliorés.

Avec des projets d'espace aérien libre désormais en place dans plus des trois quarts de l'espace aérien européen, les objectifs d'efficacité des vols de la région sont à portée de main. L'extension de la route - la différence entre le vol effectué et la partie correspondante de la distance orthodromique - due à la conception de l'espace aérien est passée **de 3,58 % en décembre 2007 à 2,00 % en décembre 2021**, en partie grâce à des initiatives telles que l'espace aérien libre et malgré d'importantes perturbations du réseau.

FRA constitue une étape clé dans la réalisation d'un itinéraire libre à travers l'espace aérien européen sur la route des trajectoires commerciales et des profils 4D de SESAR. Il permettra de répondre aux demandes des futurs utilisateurs de l'espace aérien au cours des 50 prochaines années, notamment les systèmes d'avions sans pilote (UAS) civils et militaires, les transports supersoniques et hypersoniques, les opérations d'avions spatiaux en sous-orbite et en orbite, les pseudo-satellites à haute altitude (HAPS), des plates-formes, ainsi que des ballons et des dirigeables.

#### **III.14.1 Pour les usagers de l'espace aérien :**

Le passage des routes à la disponibilité d'un espace aérien libre offre des opportunités significatives aux utilisateurs de l'espace aérien.

Une fois pleinement mises en œuvre au niveau européen, ces améliorations devraient permettre les économies suivantes, par rapport à la situation actuelle :

1 billion

nautical miles

6 million

tonnes of fuel

20 million

fewer CO<sub>2</sub> tonnes

€ 5 billion

in fuel costs savings

### III.14.2 Pour les prestataires de services de navigation aérienne :

L'exploitation d'un environnement FRA offre une meilleure prévisibilité du trafic grâce à des trajectoires plus stables. Dans le même temps, cela améliore l'utilisation des outils de détection des conflits. Le concept FRA peut conduire à une meilleure répartition des conflits par rapport à la concentration des conflits générés par l'ancien réseau de routes ATS fixes.

Nos études montrent également une légère diminution de la charge de travail des contrôleurs suite à la mise en place d'un espace aérien libre de route, provenant principalement d'une diminution des transmissions radio, des tâches de surveillance et de coordination.

Tous les contrôleurs de la circulation aérienne (ATCO) travaillant dans un espace aérien à routes libres affirment catégoriquement qu'ils ne souhaitent pas revenir à un réseau de routes ATS fixes. Auparavant, les avions recevaient des instructions tactiques des contrôleurs pour raccourcir leur route, mais il n'y avait aucune corrélation logique entre le réseau de routes ATS fixes et la façon dont l'avion volait réellement. L'espace aérien à itinéraire libre offre aux utilisateurs de l'espace aérien la possibilité de voler directement selon l'itinéraire de leur plan de vol déposé tout en garantissant l'efficacité de la planification, de la consommation et des coûts de carburant.

#### Donc principalement :

La mise en œuvre de FRA offre un certain nombre d'avantages en termes d'efficacité pour les opérateurs. Il existe également un certain nombre de défis et de problèmes mais, dans l'ensemble, ce changement est considéré comme l'un des plus rentables à apporter à la fourniture de services ATS en Europe. Les avantages les plus notables sont :

- Temps de vol réduit, puisque la plupart des vols emprunteront les itinéraires les plus courts possibles .
- Réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, conséquence de la réduction du temps de vol.
- Réduction du gaspillage de carburant, également conséquence du temps de vol réduit et des profils de vol plus optimaux.
- Faibles coûts de mise en œuvre pour les ANSP – dans la plupart des cas, la mise en œuvre du FRA est soutenue par l'équipement ACC existant .
- Moins de conflits – puisque le même nombre d'avions est réparti sur davantage de routes .
- Optimisation du poids – en général, FRA réduit la différence de distance entre l'itinéraire prévu et l'itinéraire réel. Cela réduit à son tour la quantité de carburant supplémentaire qui doit être transportée, ce qui peut potentiellement permettre une charge utile plus lourde.

### **III.15 Enjeux et défis :**

Comme toute nouvelle technologie et procédure dans l'aviation, la FRA pose un certain nombre de défis aux utilisateurs. Ces problèmes ne dépassent pas les avantages, mais doivent être traités correctement afin de tirer le meilleur parti de FRA. Ces problèmes et défis sont les suivants :

- Les conflits peuvent devenir plus difficiles à détecter en raison de la propagation et de l'augmentation du nombre de points de conflit possibles.
- Modifications des méthodes de séparation utilisées par l'ATC (par exemple, les routes directes sont moins une option pour résoudre les conflits puisque la plupart des aéronefs utilisent de toute façon la route la plus directe disponible).
- Le guidage des avions qui ont planifié leur itinéraire à l'aide de points avec des coordonnées géographiques peut entraîner des problèmes lorsqu'il s'agit de demander à l'équipage de conduite de reprendre sa propre navigation.
- Les conflits survenant peu après l'entrée dans la zone de responsabilité d'un secteur ATC exigent que les contrôleurs soient encore plus vigilants lors du transfert/acceptation du contrôle .

- Nécessité d'une approche coordonnée de la mise en œuvre du FRA – les gains d'efficacité ne seront obtenus que si le FRA est déployé sur de vastes zones et si des mesures appropriées sont prises pour que les aéroports ne deviennent pas des goulots d'étranglement.
- Nécessité d'une coordination renforcée (prise en charge par le système) entre les ANSP au cas où la FRA s'étendrait au-delà des frontières des États.
- L'utilisation des niveaux impair/pair, généralement déterminés dans les AIP respectifs, peut ne pas suivre l'affectation standard (c'est-à-dire impair=vers l'est, pair=vers l'ouest).
- Aéronefs volant le long des limites du secteur – la probabilité de perte de séparation en cas d'écart par rapport à l'itinéraire prévu (par exemple en raison des conditions météorologiques) doit être dûment prise en considération.
- Aéronefs volant à proximité de zones à usage spécial (zones dangereuses, TRA, TSA, etc.) qui n'ont pas de tampon de sécurité intégré.
- La sectorisation devra peut-être être optimisée pour mieux s'adapter aux nouveaux flux de trafic. Il s'agit d'une tâche particulièrement difficile en cas de mise en œuvre limitée dans le temps de FRA.
- L'absence d'itinéraires fixes augmente le risque d'angles morts, tant à l'intérieur de la zone de responsabilité qu'à proximité des frontières.

### **III.16 Mesures d'atténuation:**

Les mesures suivantes peuvent être utilisées pour atténuer les problèmes de sécurité et faire face aux défis posés par la mise en œuvre de FRA. La liste ne doit pas être considérée comme exclusive.

Le déploiement à grande échelle de FRA augmenterait les gains d'efficacité globaux.

Le déploiement progressif du FRA réduirait les risques pour la sécurité. Les risques de sécurité spécifiques à l'espace aérien pourraient être détectés plus facilement et traités en temps opportun.

Modifications appropriées de la conception de l'espace aérien et mises à jour des lettres d'accord (points d'entrée et de sortie, secteurs, zones réglementées, délégation ATS, etc.)

Formation dédiée pour aider les contrôleurs à se familiariser avec les nouveaux problèmes opérationnels découlant du FRA (par exemple, nouveaux conflits, flux de trafic inconnus, etc.)

Dans la mesure du possible, les contrôleurs transférant et acceptant devraient faire de leur mieux pour s'assurer que les aéronefs quittant ou entrant dans leur zone de responsabilité ne sont pas en conflit immédiat avec d'autres aéronefs et être prêts à prendre en temps opportun des mesures coordonnées pour résoudre le conflit .

Les contrôleurs doivent coordonner les vols volant le long des limites du secteur avec le secteur ou l'unité adjacente.

Les zones réglementées (TSA, TRA, zones dangereuses, etc.) doivent disposer de zones tampons afin que les avions puissent voler en toute sécurité à proximité de leurs frontières. Si une zone réglementée ne comprend pas d'espace aérien tampon, les contrôleurs doivent s'assurer que les aéronefs volent à une distance de sécurité des limites de la zone.

Une réévaluation et une optimisation des définitions sectorielles existantes pourraient être nécessaires ; une gestion flexible de la configuration du secteur ATC pourrait être appliquée pour gérer la charge de travail du contrôleur en fonction des changements dans le flux de trafic et de sa complexité.

Le développement d'outils de soutien aux contrôleurs (par exemple, l'outil de contrôleur tactique (TCT) ) réduirait la charge de travail de l'ATCO.

### **III.17 Le concept des route directe DCTs :**

#### **III.17.1 Description:**

L'itinéraire prévu de vol d'un avion contient une succession de waypoints . Le contrôleur peut autoriser l'avion à voler d'une manière qui en saute certains. Cette technique est appelée « routage direct ». Cela permet souvent d'économiser du temps et du carburant et est donc normalement bien accueilli (et parfois demandé) par les pilotes. C'est pourquoi le Doc 4444 de l'OACI déclare : « Sous réserve des contraintes de l'espace aérien, de la charge de travail de l'ATC et de la densité du trafic, et à condition que la coordination puisse être effectuée en temps opportun, un aéronef

devrait, dans la mesure du possible, se voir proposer l'itinéraire le plus direct. » . Bien que l'utilisation du routage direct présente de nombreux avantages, les contrôleurs doivent toujours examiner attentivement les implications de cette option, car elle peut également causer des problèmes.

En tant que moyen de résolution des conflits, le routage direct est similaire au guidage vectoriel dans la mesure où les deux méthodes sont utilisées pour obtenir une séparation horizontale en modifiant la trajectoire d'un avion. Cependant, il existe une différence significative du point de vue de la navigation : un avion volant sur une route directe maintient sa propre navigation alors qu'un avion vectoriel ne le fait pas.

### **III.17.2 Avantages de DCT:**

Le routage direct est sans doute la technique la plus privilégiée par les pilotes et les contrôleurs. Les premiers estiment que cela leur permettrait d'arriver plus tôt à destination tandis que les seconds estiment offrir un service plus efficace. Les avantages du routage direct incluent :

- Retarder l'indemnisation. Si un vol a connu un retard pour une raison quelconque (départ tardif, conditions météorologiques défavorables, etc.), l'autorisation de voler sur une route directe peut compenser cela, au moins en partie.
- Augmentation de l'efficacité du vol grâce à une consommation réduite de carburant.
- Réduction du temps de vol. Ceci est particulièrement utile dans les situations d'urgence où il peut être crucial d'atteindre l'aérodrome d'atterrissage choisi plus tôt.
- Résolution de conflits . Semblable au guidage vectoriel, un itinéraire direct peut modifier la trajectoire d'un vol, permettant ainsi d'obtenir la séparation horizontale nécessaire ou de fournir un délai supplémentaire pour réaliser une séparation verticale. Cependant, contrairement au guidage vectoriel, le routage direct raccourcit la trajectoire de vol, garantissant ainsi à la fois sécurité et efficacité.
- Neutralité. S'il est utilisé après la vectorisation, le routage direct peut compenser la trajectoire de vol étendue (et le temps) afin d'obtenir un effet net nul.

- Atténuation des turbulences de sillage (comme alternative au décalage parallèle )
- Calcul de conflit plus facile. Si un avion vole sur une route directe, sa direction restera la même et les fluctuations de vitesse seront réduites au minimum dans la plupart des cas. Naturellement, pour les avions en montée/descente ou dans des circonstances météorologiques spécifiques, cette affirmation ne sera pas vraie.
- L'avion continue de voler en utilisant sa propre navigation. Ceci est particulièrement avantageux en cas de perte de communication radio , car la trajectoire de vol sera plus prévisible.

**Chapitre IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs).**

**IV.1 Introduction :**

Dans notre recherche, nous avons utilisé les données de l'année 2019, qui est l'année de référence pour le contrôle du trafic aérien et l'aviation en général.

Entre 2006 et 2019, le trafic aérien mondial a affiché un taux de croissance moyen de 5,9 %. Cette croissance s'est accompagnée de changements dans les schémas de circulation du trafic mondial.

L'augmentation du trafic aérien nécessite l'ajustement et l'extension des réseaux de routes aériennes pour rester pertinents. Il est donc essentiel d'adopter les nouveaux concepts recommandés par l'OACI, tels que le Free Routing (FRA) et les Routes Directes (DCTs), qui offrent des solutions fiables pour l'optimisation de ces réseaux.

L'amélioration d'un réseau de routes existant implique la création des nouvelles routes ou la modification de celles déjà existantes afin de :

1. Résoudre les problèmes liés à la gestion du Trafic aérien ;
2. Satisfaire les demandes des utilisateurs de l'espace aérien ;
3. Attirer les flux de trafic en leur offrant des itinéraires adaptés à leurs besoins.
4. Maintenir un flux de trafic régulier en offrant un service de meilleure qualité.
5. S'ajuster aux nouvelles configurations de trafic.
6. Conformer aux nouvelles normes de navigation et aux exigences environnementales.

Afin d'optimiser la gestion de l'espace aérien, l'ENNA a adopté le concept des routes directes (DCTs) dans les différents secteurs de la FIR, spécifiquement pour les survols, en créant plusieurs routes directes (DCTs) et conditionnelles (CDRs). La mise en place de ces routes permettra non seulement d'optimiser le réseau de routes, mais également de réduire la consommation de carburant et les émissions de CO2 dans l'atmosphère.

## **CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)**

---

### **IV.2 Les étapes à suivre pour la création d'une nouvelle route aérienne au niveau de l'établissement national de la navigation aérienne (ENNA) :**

Pour établir une nouvelle route aérienne dans la FIR Alger, et avant la phase d'approbation par L'ANAC, voici les différentes étapes de la création d'une nouvelle route aérienne qui doivent être suivies au niveau de l'ENNA :

#### **IV.2.1 Etape 1 : Traitement de la demande :**

Les compagnies aériennes, en collaboration avec les parties prenantes, doivent préparer une demande complète pour la création de la nouvelle route. Cette demande doit inclure toutes les informations techniques et commerciales nécessaires.

#### **IV.2.2 Etape 2 : Consultation avec les bureaux régionaux de l'OACI :**

Les bureaux régionaux de l'OACI, tels qu'AFI, EUR, AEFMP ... peuvent être consultés pour obtenir des conseils et des orientations sur la création des nouvelles routes.

#### **IV.2.3 Etape 3 : Consultation avec l'ANSP (ENNA) :**

L'ENNA doit être consulté pour s'assurer que la nouvelle route est cohérente avec les capacités de gestion du trafic aérien.

#### **IV.2.4 Etape 4 : Etude technique (DCA) :**

Une étude technique, réalisée par les experts en aviation, doit être menée pour évaluer les aspects techniques de la nouvelle route, y compris la navigation, les points de contrôle, les altitudes, etc.

#### **IV.2.5 Etape 5 : Etude commerciale (DRFC) :**

Une étude commerciale doit être menée pour évaluer la viabilité économique de la nouvelle route, y compris la demande prévue et les avantages économiques.

## **CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)**

---

### **IV.2.6 Etape 6 : Approbation des membres du groupe ATS :**

Les membres du groupe ATS (Services de la Circulation Aérienne) doivent approuver la création de la nouvelle route, en se basant sur les résultats des études techniques et commerciales.

### **IV.2.7 Etape 7 : Elaboration d'une étude de sécurité (SGS) :**

Une étude de sécurité doit être élaborée pour évaluer les risques potentiels associés à la nouvelle route et définir les mesures de sécurité appropriées.

### **IV.2.8 Etape 8 : Préparation de la demande de diffusion AIRAC:**

Une demande officielle doit être préparée pour demander la diffusion AIRAC (mise à jour périodique des données aéronautiques) de la nouvelle route.

### **IV.2.9 Etape 9 : Préparation du projet de publication (DIA) :**

Un projet de publication doit être élaboré, comprenant toutes les informations nécessaires sur la nouvelle route.

### **IV.2.10 Etape 10 : Accord de L'ANAC :**

L'ANAC doit examiner l'ensemble de la documentation, y compris la demande AIRAC, le projet de publication et l'étude de sécurité, et donner son approbation.

### **IV.2.11 Etape 11 : Publication de la nouvelle route aérienne:**

Une fois l'approbation obtenue, la nouvelle route doit être officiellement publiée dans les documents de navigation aérienne appropriés.

### **IV.2.12 Etape 12 : Mise en vigueur et exploitation de la nouvelle route aérienne :**

La nouvelle route peut être mise en vigueur et utilisée par les compagnies aériennes et les contrôleurs de la circulation aérienne conformément aux procédures établies.

## **CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)**

---

---

### **IV.3 Présentation de la FIR Alger :**

La FIR Alger est entourée des FIR de plusieurs pays africains et européens, telles que MARSEILLE, BARCELONE et SEVILLE du côté nord (séparés par les eaux internationales) ainsi que la FIR TUNIS et TRIPPOLI à l'est, celle de CASABLANCA à l'ouest et enfin la FIR NIAMEY et la FIR NOUAKCHOUTTE au sud.

L'espace aérien algérien a été organisé selon les règles de l'OACI, exposées dans l'annexe 11. (Voir Annexe A)

### **IV.4 Secteurs de la FIR Alger :**

La FIR d'Alger est divisée en huit secteurs, chacun étant supervisé par un contrôleur. Chaque secteur gère le trafic aérien dans son espace désigné, utilise une fréquence radio spécifique pour communiquer avec les avions, et dispose de moyens de communication terrestre sécurisés avec les secteurs voisins et les centres d'information de vol. (Voir Annexe B)

### **IV.5 Evaluation de la capacité d'un secteur :**

Lors de l'établissement de la division de l'espace aérien, l'un des principaux facteurs à prendre en considération est la capacité du secteur.

La capacité d'un secteur de contrôle est le nombre maximum d'aéronefs qui peuvent être pris en charge dans les meilleures conditions de sécurité par le service de contrôle en une période de temps déterminé.

Cette évaluation est déterminée à partir de la planification à long terme, cette planification est basée sur les prévisions de trafic.

## **CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)**

---

### **IV.6 Les contraintes influant sur la capacité d'un secteur de contrôle :**

- Contraintes géographiques : le secteur et ces caractéristiques.
- La charge de travail.
- La composition de l'écoulement de trafic (flux de trafic).
- Contraintes spatiales : c'est-à-dire détermination de la distance entre deux avions.

### **IV.7 Adaptation de la capacité à la demande :**

La capacité d'un secteur dépend essentiellement des éléments suivants :

- Structuration de l'espace aérien (Sectorisation).
- Moyens techniques (moyens de radionavigation, moyens de communication VHF, Radar...)
- Nature du trafic (Stable, en évolution...).
- Personnel (effectif disponible, degré de qualification).
- La météo et les performances des avions (type RNAV).

Afin d'augmenter la capacité d'un secteur de manière à l'adapter à la demande il faut augmenter la capacité de l'espace aérien ainsi que la capacité en facteur humain (gestion du personnel).

### **IV.8 Adaptation de la demande de trafic aérien à la capacité :**

Une fois les tentatives d'augmentation de la capacité épuisées, et que la demande excède toujours la capacité, les organismes de contrôle se trouvent contraints d'essayer d'adapter la demande (le trafic aérien) à la capacité. Et c'est pour cela que l'ATFCM a vu le jour.

Le processus mené par une équipe de contrôleurs dans le cas où le trafic est stable peut être généralisé comme suit :

- Les aéronefs pénètrent dans un secteur.
- L'ATC estime les positions futures de l'avion et détecte les conflits entre eux.
- L'ATC intervient si nécessaire pour séparer les aéronefs.

## **CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)**

---

- Les aéronefs sortent du secteur.

La capacité du secteur étant connu, des mesures ATFCM dont l'objectif premier est toujours, pour des raisons de sécurité, de réguler au mieux le débit des aéronefs de façon à éviter la congestion de certains secteurs de contrôle, sont prises par les organismes de contrôle dans le cas où la prévision du trafic aérien dépasse la capacité.

### **IV.9 L'optimisation du réseau de route EST/ouest ouest/ EST pour les 3 secteurs Nord de la FIR Alger :**

Le but de notre étude présentée dans ce chapitre est l'optimisation du réseau de route des trois secteurs Nord de la FIR d'Alger (secteur Nord Est / centre / et West) par l'implémentation des nouvelles routes aériennes basées sur le concept des routes directes (DCTs).

Ces routes aériennes sont des routes ATS représentant des corridors de vol à très haute altitude.

Ces routes partagent l'espace aérien avec d'autres types de trafic aérien, ce qui peut entraîner des conflits potentiels. De plus, les vols à haute altitude ont un impact environnemental significatif en termes d'émissions de gaz à effet de serre, contribuant au changement climatique. En cas d'urgence, leur altitude élevée complique les opérations de sauvetage, engendrant des retards. Malgré leur conception visant à gérer efficacement le trafic aérien en haute altitude.

Les routes ATS peuvent parfois devenir encombrées, entraînant des problèmes de gestion du trafic.

### **IV.10 Constat sur le réseau de route aériennes actuel :**

Le Secteur Nord Est contient plusieurs point d'entrée/sortie de la FIR Alger. Notre étude est focalisée sur les flux du trafic qui passe par les points **MORJA** et **DIMAO**. Ces derniers ne serrent comme points de cheminement pour les transites et les arrivées notamment pour l'aéroport principale d'Alger (DAAG) qui survolent initialement la FIR Tunis.

## CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)

Les flux de trafics existants qui passe par c'est 2 points sont :

- Flux de trafic **DIMAO – BABOR – ESNAM – ORSUP**
- Flux de trafic **DIMAO- ANB- JIL - BJA – LIMON – ZEM- DAAG**
- Flux de trafic **DIMAO- ANB – PAGRE – LUXUR**
- Flux de trafic **MORJA – ANB – JIL – BJA – CHE – DAHRA**

Qui sortent par les points :

- a) **ORSUP**
- b) **CARBO**
- c) **TARIK**
- Flux de trafic **MORJA – BJA – LIMON – ZEM – DAAG**
- Flux de trafic **MORJA – ANB – PAGRE – LUXUR**

**Tableau IV.1:Les différents flux qui rentre par les points MORJA Et DIMAO**

Point d'entrée	Flux de Trafic
<b>MORJA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MORJA – ANB – JIL – BJA – CHE – DAHRA</b></li> <li>a) <b>ORSUP</b></li> <li>b) <b>CARBO</b></li> <li>c) <b>TARIK</b></li> <li>• <b>MORJA – BJA – LIMON – ZEM – DAAG</b></li> <li>• <b>MORJA – ANB – PAGRE – LUXUR</b></li> </ul>
<b>DIMAO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>DIMAO- ANB – PAGRE – LUXUR</b></li> <li>• <b>DIMAO- BJA – LIMON – ZEM- ALR</b></li> <li>• <b>DIMAO – BABOR – ESNAM – ORSUP</b></li> </ul>

## CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)

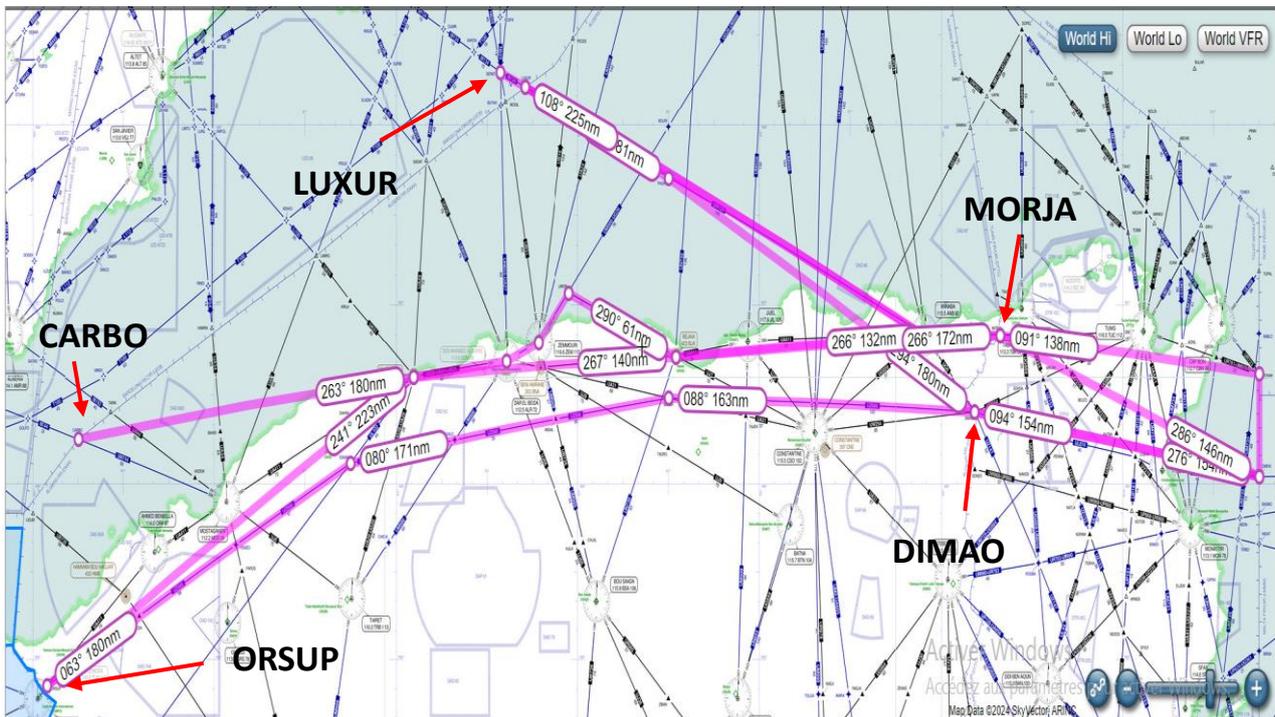


Figure IV.1: Flux de trafic actuel

### IV.11 Faiblesses de réseau de route actuel :

- Chevauchement entre les flux de trafic
- Risque de Dégradation de la sécurité.
- Charge de travail élevé pour les contrôleurs
- Résolution des conflits de trafic toujours faite par les contrôleurs en poste
- Routes corrigées pendant le vol par les contrôleurs
- Les retards des vols
- Augmentation des émissions de CO2

## CHAPITRE IV : **Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)**

---

### IV.12 Optimisation des routes existant :

Pour optimiser le réseau de route actuel et en adoptant le concept des routes directes (l'élément clés du FRA), on a fait recours au avis des contrôleurs CCR toute en basant sur les pratiques de ses derniers (clairance de routes et les DCTs comme solution tactiques).

Ces derniers pratiques ont été l'objet de séances de **Brainstorming** pour validation des scénarios proposées pour le besoin de notre travail.

Pour optimiser le réseau de route actuel notre approche est subdivisée en plusieurs phases :

- Séparé les départs / arrivées du Secteur EST sur l'aéroport d'Alger **DAAG** des transits existant
- Création de la route directe **DCT MORJA /CARBO** OU **MORJA TARIK**
- Création de la route directe **MORJA /LUXUR**
- Une coordination avec le service **ATFM** pour refuser les plans de vol qui ne respecte pas la modification.

#### IV.12.1 Les départs / arrivées sur DAAG :

On a séparé les arrives et les départs de l'aéroport d'Alger **DAAG** par l'organisation suivant :

- Les arrivées vers l'aéroport d'Alger doivent utiliser le point **MORJA** comme point d'entrée, qui nécessite une coordination avec l'organisme de contrôle dans la FIR Tunis pour cheminer les arrivées vers l'aéroport d'Alger (DAAG) par le point **MORJA (MORJA LIMON ZEM)**.
- Les départs l'aéroport d'Alger doivent utiliser Le point **DIMAO** comme point de sortie (Révision de la lettre d'accord avec Tunis).

## CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)

- Prosper la DCT **KAWKA LIMON ZEM** comme un nouvel axe **départ /arrivée** de DAAG pour les vols à destination **Istanbul (LTFM)** pour soulager l'axe arrivée **MORJA LIMON ZEM**.

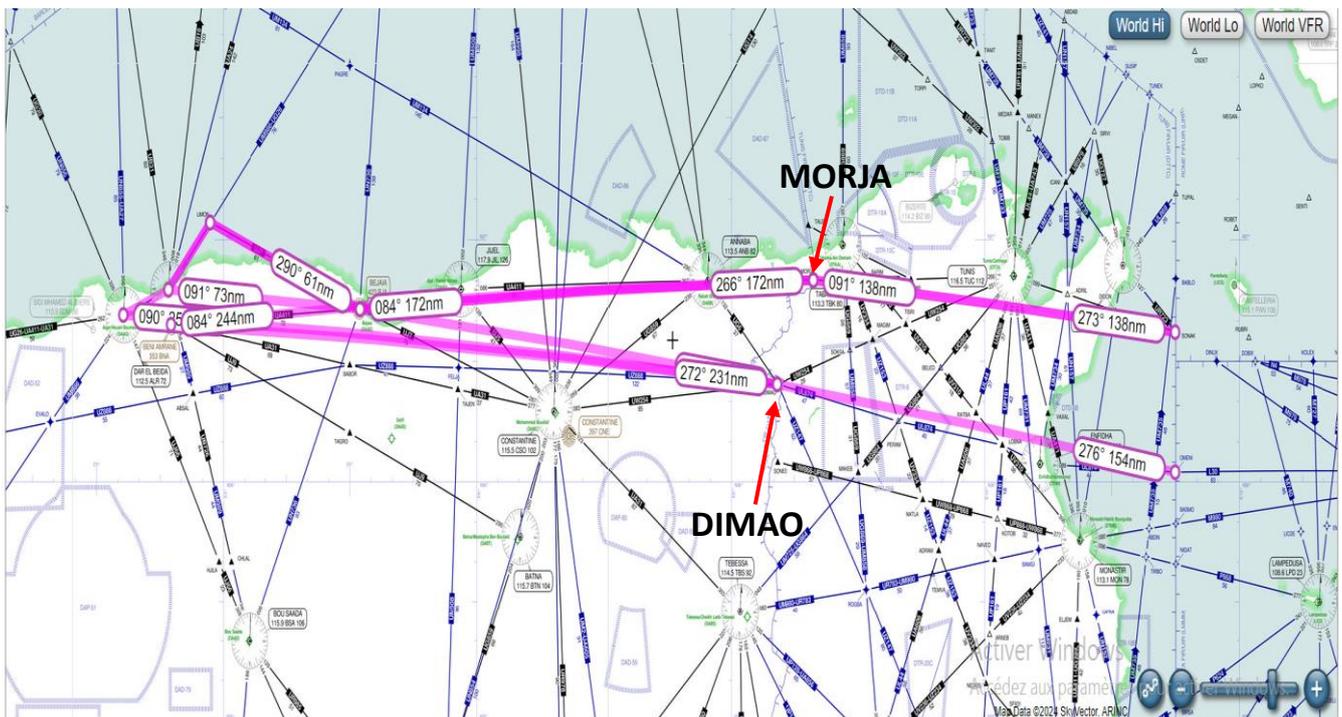


Figure IV.2: Les arrivés et Les départs actuels sur l'aéroport d'alger

# CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)

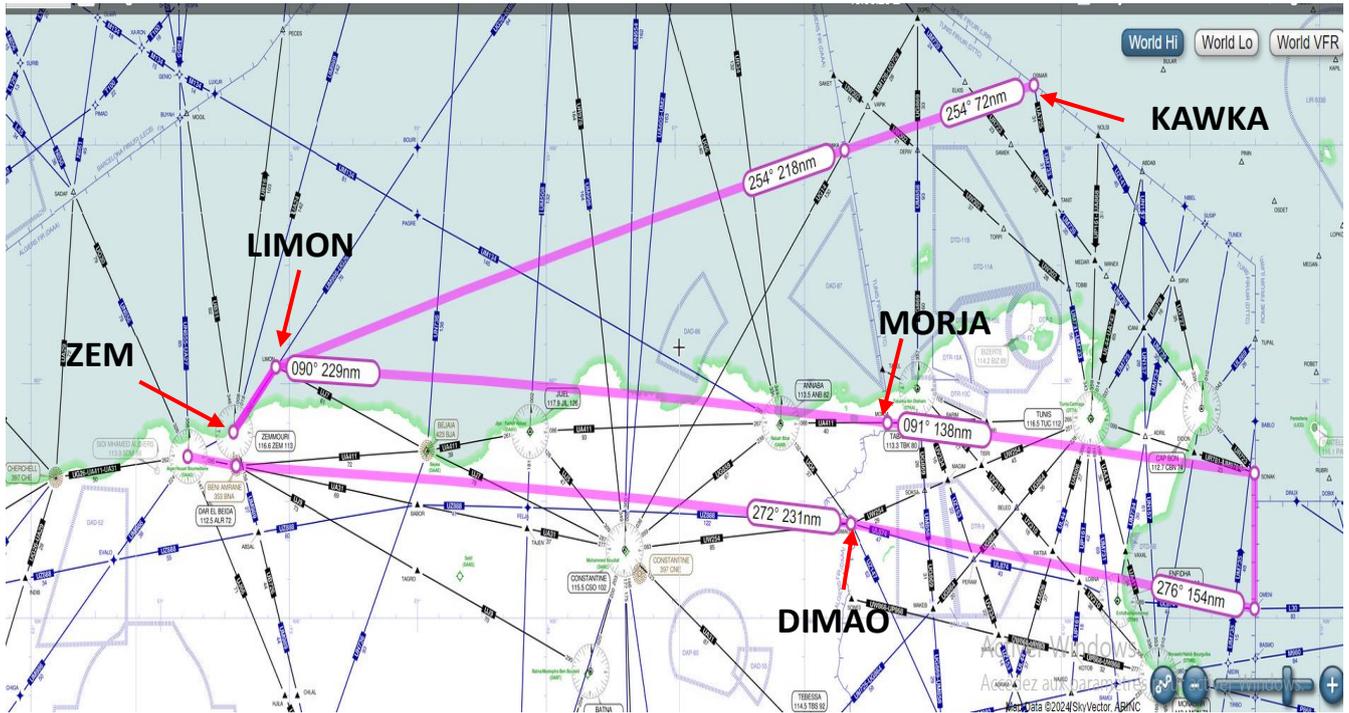


Figure IV.3: Les arrivés et Les départs optimisés

## CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)

### IV.12.2 L'optimisation du flux de trafic EST/OUEST par la dct MORJA CARBO :

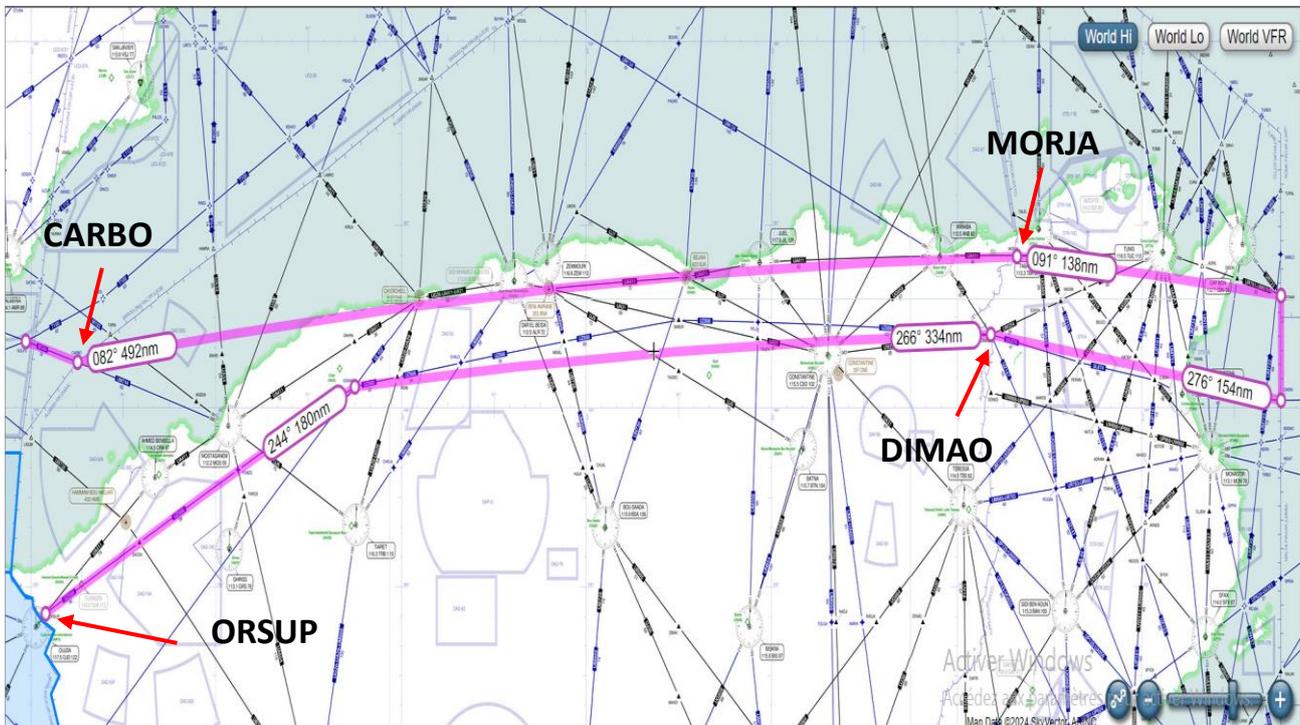


Figure IV.4:L'optimisation de réseaux de route

La création de la route directe **MORJA CARBO** offrira un raccourci pour les pilotes et minimisera les émissions de CO2.

Séparer stratégiquement le flux de trafic qui fait DIMAO / MORJA de celui qui sort par ORSUP (trafic qui fait ORSUP entre par DIMAO, et le trafic qui fait CARBO/TARIK entre par MORJA).

## CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)

### IV.12.3 Actuel flux avec LUXUR PAGRE :

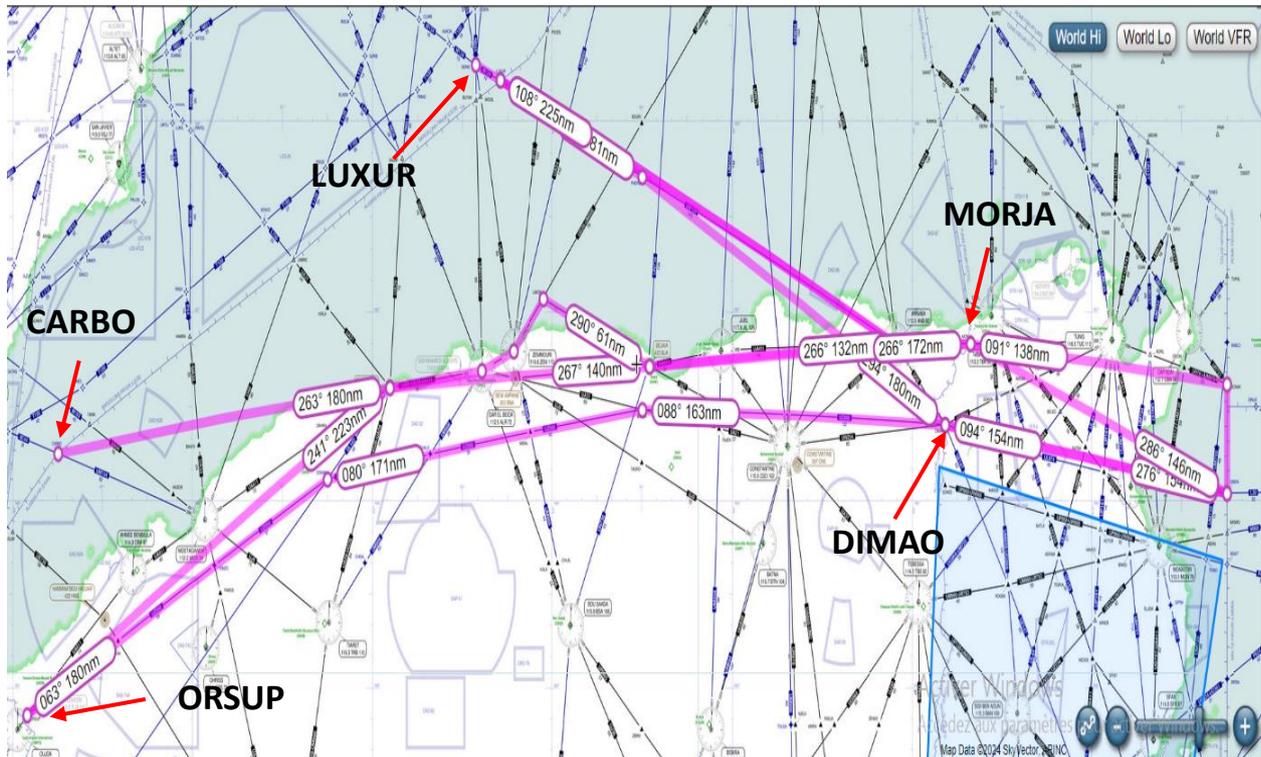


Figure IV.5:Flux Luxur Pagre

La création de la route directe **MORJA CARBO LUXUR** offrira un raccourci pour les pilotes et minimisera les émissions de CO2.voir figure IV-6

Séparer stratégiquement le flux de trafic qui sort par LUXUR du trafic qui fait DIMAO et sort par ORSUP.

## CHAPITRE IV : Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)

### IV.12.4 Optimisation de flux de trafic EST / OUEST avec la DCT MORJA CARBO LUXUR :

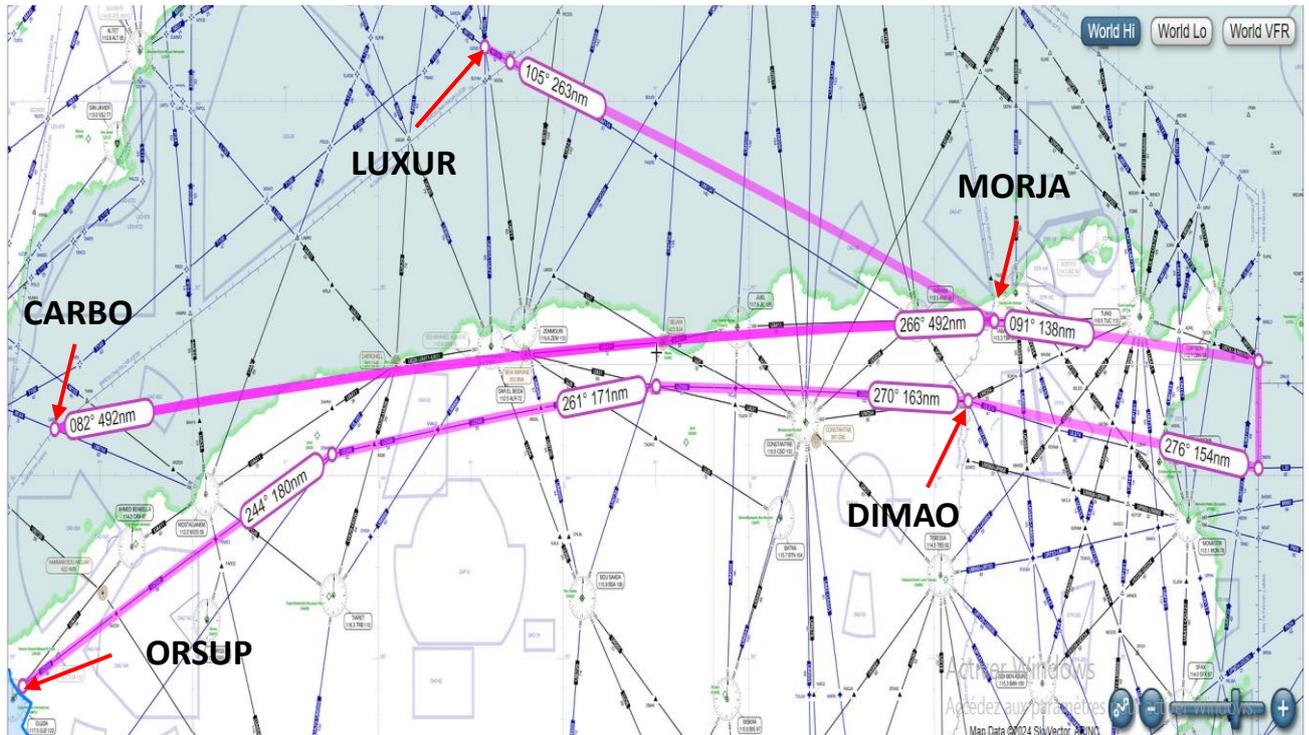


Figure IV.6:L'optimisation DCT

### IV.12.5 Une coordination avec le service ATFM pour refuser les plans de vol qui ne respecte pas la modification.

L'implémentation de ces nouvelles DCTs nécessite la révision de la lettre d'accord avec la Tunisie.

Un travail avec le service ATFM doit être réaliser pour vérifier les plans de vol et les nouveaux cheminements concernant les nouveaux routes DCTs.

### IV.12.6 Les avantages de l'optimisation :

- Route basée sur le concept des routes directes DCT's.
- Séparation optimisée des flux de trafic.
- Amélioration de la sécurité.
- Réduction de la charge de travail des contrôleurs.
- Résolution proactive et automatique des conflits.

## **CHAPITRE IV :           Optimisation du réseau de route Aérienne par l'adoption du concept des routes directes (DCTs)**

---

- Planification préventive et routes optimisées.
- Réduction des retards des vols.
- Réduction des émissions de CO2
- Trajectoire simple à planifier.
- Le flux de trafic généré par cette route augmente la capacité des secteurs traversés ainsi qu'évite les points de croisement classique.
- Réduire le nombre d'orientation et changement de cap.

## **Conclusion générale :**

L'optimisation du réseau de route aérienne basée sur le concept des routes directes (DCTs) offre une multitude d'avantages significatifs pour l'ensemble du système de gestion du trafic aérien. En séparant et en optimisant les flux de trafic, cette approche améliore non seulement la sécurité des vols, mais réduit également la charge de travail des contrôleurs aériens grâce à une résolution proactive et automatique des conflits.

La planification préventive et l'optimisation des routes permettent de réduire les retards des vols et de diminuer les émissions de CO<sub>2</sub>, contribuant ainsi à un transport aérien plus écologique. De plus, la simplification des trajectoires rend la planification plus aisée et augmente la capacité des secteurs traversés en évitant les points de croisement classiques. En réduisant le nombre de changements de cap et d'orientations, on améliore également l'efficacité globale du trafic aérien.

Ces avantages combinés contribuent à un système aérien plus fluide, sûr et respectueux de l'environnement, répondant aux défis contemporains de l'aviation civile.

En Algérie, le concept DCT est déjà mis en œuvre par l'ENNA, qui gère le trafic aérien et le contrôle aérien. Les contrôleurs aériens ont commencé à établir des routes directes en fonction de la congestion d'espace aérien et des conditions météorologiques. Cela permet de réduire l'emport inutile de quantité supplémentaire de carburant, ce qui a un impact positif sur l'environnement et la charge utile des vols.

L'adoption du concept des routes directes (DCTs) dans le réseau aérien algérien est une stratégie efficace pour améliorer l'efficacité des vols, et minimiser les impacts environnementaux



# ANNEXE B : CLASSIFICATION DE L'ESPACE AÉRIEN

## ENR 1.4 ATS AIRSPACE CLASSIFICATION

### 1. Classification of airspace

ATS airspace is classified and designated in accordance with the following:

*Class A.* IFR flights only are permitted, all flights are subject to air traffic control service and are separated from each other.

*Class B.* IFR and VFR flights are permitted, all flights are subject to air traffic control service and are separated from each other.

*Class C.* IFR and VFR flights are permitted, all flights are subject to air traffic control service and IFR flights are separated from other IFR flights and from VFR flights. VFR flights are separated from IFR flights and receive traffic information in respect of other VFR flights.

*Class D.* IFR and VFR flights are permitted and all flights are subject to air traffic control service, IFR flights are separated from other IFR flights and receive traffic information in respect of VFR flights, VFR flights receive traffic information in respect of all other flights.

*Class E.* IFR and VFR flights are permitted, IFR flights are subject to air traffic control service and are separated from other IFR flights. All flights receive traffic information as far as is practical.

*Class F.* IFR and VFR flights are permitted, all participating IFR flights receive an air traffic advisory service and all flights receive flight information service if requested.

*Class G.* IFR and VFR flights are permitted and receive flight

information service if requested. The requirements for the flights

within each class of airspace are as shown in the following table.

## ATS AIRSPACE CLASSES — SERVICES PROVIDED AND FLIGHT REQUIREMENTS

<i>Class</i>	<i>Type of flight</i>	<i>Separation provided</i>	<i>Service provided</i>	<i>VMC Visibility and distance from cloud minima</i>	<i>Speed limitation</i>	<i>Radio an communication requirement</i>	<i>Subject to ATC clearance</i>
A	IFR Only	All aircraft	Air traffic control service	Not applicable	Not applicable	Continuous two-way	YES
B	IFR	All aircraft	Air traffic control service	Not applicable	Not applicable	Continuous two-way	YES
	VFR	All aircraft	Air traffic control service	8 KM at and above 3 050 M (10 000 FT) AMSL 5 KM below 3 050 M (10 000 FT) AMSL Clear of clouds	Not applicable	Continuous S two-way	YE
C	IFR	IFR from IFR IFR from VFR	Air traffic control service	Not applicable	Not applicable	Continuous two-way	YES
	VFR	VFR from IFR	1) Air traffic control service for separation from IFR; 2) VFR/VFR traffic information (and traffic avoidance advice on request)	8 KM at and above 3 050 M (10 000 FT) AMSL 5 KM below 3 050 M (10 000 FT) AMSL 1 500 M horizontal; 300 M vertical distance from cloud	250 KT IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous S two-way	YE
D	IFR	IFR from IFR	Air traffic control service, traffic information about VFR flights (and traffic avoidance advice on request)	Not applicable	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous S two-way	YE
	VFR	NIL	Traffic information between VFR and IFR flights (and traffic avoidance advice on request)	8 KM at and above 3 050 M (10 000 FT) AMSL 5 KM below 3 050 M (10 000 FT) AMSL 1 500 M horizontal; 300 M vertical distance from cloud	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous S two-way	YE
E	IFR	IFR from IFR	Air traffic control service and, Traffic information about VFR flights as far as practical	Not applicable	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous S two-way	YE
	VFR	NIL	Traffic information as far as practical	8 KM at and above 3 050 M (10 000 FT) AMSL 5 KM below 3 050 M (10 000 FT) AMSL 1 500 M horizontal; 300 M vertical distance from cloud	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	NO	NO

<i>Class</i>	<i>Type of flight</i>	<i>Separation provided</i>	<i>Service provided</i>	<i>VMC Visibility and distance from cloud minima</i>	<i>Speed limitation</i>	<i>Radio requirement</i>	<i>ATC clearance</i>
F	IFR	IFR from IFR as far as practical	Air traffic advisory service; flight information service	Not applicable	250 kt IAS below 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous two-way	NO
	VFR	NIL	Flight information service	8 KM at and above 3 050 M (10 000 FT) AMSL 5 KM below 3 050 M (10 000 FT) AMSL 1 500 M horizontal; 300 M vertical distance from cloud At and below 900 M AMSL or 300 M above terrain whichever is higher – 5 KM, clear of cloud and in sight of ground or water	250 kt IAS below	NO	NO
G	IFR	NIL	Flight information service	Not applicable	3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continuous two-way	NO
	VFR	NIL	Flight information service	8 KM at and above 3 050 M (10 000 FT) AMSL 5 KM below 3 050 M (10 000 FT) AMSL 1 500 M horizontal; 300 M vertical distance from cloud At and below 900 M AMSL or 300 M above terrain whichever is higher – 5 KM, clear of cloud and in sight of ground or water	250 kt IAS below	NO	NO
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Classes adopted in Algeria are: A, B, C, D, E, F and G</li> <li>– Only A, D and E are implemented in ALGIERS FIR</li> </ul>							

## 1. Division of airspace:

Inside the ALGIERS FIR, the airspace is divided into three (03) classes: A, D and E equivalent to the classes recommended by ICAO. Four (04) ICAO classes B, C, F and G that have been adopted by ALGERIA are available for use but currently no portion of the airspace has been classified in these categories.

Airspace is classified as shown in the following table:

DESIGNATION	LATERAL LIMITS	VERTICAL LIMIT CLASSIFICATION
CENTER SECTOR UPPER SPACE	3729 N 00130 E – 3820 N 00345 E – 3900 N 00440 E – 3900 N 00500 E – 3540 N 00500 E – 3540 N 00130 E – 3729 N 00130 E.	FL 450 FL 245 RVSM SPACE between FL290 and FL410 included A
CENTER SECTOR LOWER SPACE	3729 N 00130 E – 3820 N 00345 E – 3900 N 00440 E – 3900 N 00500 E – 3540 N 00500 E – 3540 N 00130 E – 3729 N 00130 E.	FL 245 450MGND/MSL (1) CVSM space D
NORTH/EASTSECTOR	3900 N 00800 E - 3656 N 00839 E - Algerian-Tunisian border crossing point with the Mediterranean coast - Then Algerian-Tunisian border until its intersection with the parallel 3448 N then, segments of line joining the points: 3448 N 00500 E - 3900 N 00500 E - 3900 N 00800 E	FL 450 450MGND/MSL (2) RVSM space between FL290 and FL410 included D
NORTH/WESTSECTOR	3729N00130E - 3615N00130W - 3550N 00206W - point of intersection of the Mediterranean coast and the Algerian-Moroccan border - Algerian-Moroccan border - 3150N00240W - 310000N0040832W - 3100N00130E - 3729N00130E	FL 450 (3) RVSM space between FL290 and FL410 included D
SOUTH/CENTRE SECTOR	3540N00130E-3540N00500E-2830N00500E-2830N00130E-3540N00130E	FL 450 900MGND RVSM space between FL290 and FL410 included E
SOUTH/EASTSECTOR	3448N00500E to the intersection point of the Algerian / Tunisian border with the parallel 3448N, then the Algerian / Tunisian border, then the Algerian / Libyan border to the intersection of parallel 2600N with the Libyan border, then point 2600N00500E until 3448N00500E.	FL 450 900MGND (4) RVSM space between FL290 and FL410 included E
SOUTH/WESTSECTOR	3100N00130E - 310000N0040832W - 2840N00840W - 2720N00840W - Algerian-Mauritanian border - Algerian-Malian border - 195546N0030000E - 2830N00300E - 2830N00130E - 3100N00130E	FL 450 900MGND RVSM space between FL290 and FL410 included E
SOUTH/SOUTHSECTOR	2600N00500E - 2830N00500E - 2830N 00300E -195546N0030000E - Algerian-Malian border - Algerian-Nigerian border - Libyan Algerian border - Point of intersection of parallel 2600N and the Algerian-Libyan border - 2600N00500E.	FL 450 900MGND RVSM space between FL290 et FL410 included E
<p>(1) Except in the terminal manoeuvring area (TMA) of Algiers.</p> <p>(2) Except in the terminal manoeuvring area (TMA) of Constantine and Annaba.</p> <p>(3)</p> <p>(a) Within the circle of 25 NM radius centered on 353817 N 0003444 W. Lower limit 300 M GND / MSL.</p> <p>(b) Outside the lower limit circle FL 45 or 300 M GND when the FL 45 is less than 300 M / GND.</p> <p>(c) Above the control zones included in its lateral limits, the lower limit of the sector is fixed at the ceiling of these zones.</p> <p>(4) Except in terminal manoeuvring area (TMA) of HassiMessaoud</p>		

# ANNEXE C : SERVICES DE TRAFIC AÉRIEN

## GEN 3.3 AIR TRAFFIC SERVICES

### Responsible service

The Algerian Civil Aviation Authority is the air traffic regulator.

The National Establishment of Air Navigation (ENNA) is responsible for the implementation of the national policy in the field of air navigation safety, in coordination with the concerned authorities and interested institutions.

### Area of responsibility

Air traffic services are provided for the entire territory of Algeria, including its territorial waters as well as the airspace over the high seas within the Algiers FIR. Details of such services are provided in section ENR 2.

### Type of services

The following types of services are provided:

- Flight Information Service (FIS) outside controlled airspace and Alerting Service (ALRS) for the benefit of aircraft that filed a flight plan,
- Area Control (ACC); and
- Radar Control (Central Sector, Northeast Sector, and Northwest Sector as well as the terminal control area TMA Alger).

With the exception of services provided at military air bases, the following types of services are provided at aerodromes:

- Aerodrome Control (TWR);
- Aerodrome Flight Information Service (AFIS); and
- Automatic Terminal Information Service (ATIS), at Algiers / Houari Boumediene aerodrome.

### Coordination between the operator and ATS

Coordination between the operator and the air traffic services is affected in accordance with provisions of Annex 11 to the Convention on International Civil Aviation (Chapter II: paragraph 2.15) and PANS-ATM ICAO document.

## Minimum flight altitude

The minimum flight altitudes on the ATS routes, as presented in section ENR 3, have been determined so as to ensure a minimum vertical clearance above the controlling obstacle in the area concerned.

Elsewhere than over urban areas or other high-density agglomerations or open-air gathering areas, aircraft will not fly below 150 meters (500 Ft) above the ground, water or obstacles.

Except for the purposes of take-off or landing or under special authorization from the relevant authority, the aircraft will fly at a height of at least 450 meters above the highest obstacle located within a radius of 08 Kilometers (5 Miles)

## 2. ATS units address list

UNIT NAME 1	POSTAL ADDRESS 2	Telephone NR 3	Telefax NR 4	AFS ADDRESS 5
ALGIERS ACC	Direction d'Exploitation de la Navigation Aérienne Centre de Contrôle Régional Route de cherarba- BP 70D- -Dar El Beida- Alger	ACC-supervisor: +213 21 67 21 30 +213 21 67 52 11 Shift supervisor: +213 21 66 96 14 +213 23 90 76 10 +213 23 97 85 49 THURAYA ACC: +8821636691816	+213 21 67 21 30	DAAAQZR
ADRAR TWR	Aéroport de ADRAR Touat-Cheikh Sidi Med Belkebir BP 15-Adrar	+213 49 35 80 02	+213 49 35 80 03 +213 49 96 93 19	DAUAYDYD
ALGIERS APP/TWR	Aéroport d'ALGER Houari Boumediene ALGER	+213 23 19 92 30 +213 23 19 92 32 +213 23 19 92 37 +213 23 19 92 31	+213 23 19 92 30	DAAGDYD
ANNABA APP/TWR	Aéroport de ANNABA Rabah Bitat BP296 ANNABA	+213 38 52 90 76 +213 38 52 90 68 +213 38 52 90 41	+213 38 52 90 41	DABBYDYD
BATNA TWR	Aéroport de BATNA Mostepha Ben Boulaid BATNA	+213 033 26 66 14	+213 033 26 66 15	DABTYDYD
BEJAIA TWR	Aéroport de BEJAIA Soummam-Abane Ramdane BEJAIA	+213 34 18 30 30	+213 34 18 30 31	DAAEYDYD
BECHAR TWR	Aéroport de BECHAR Boudghene Ben Ali Lotfi BP 69-BECHAR	+213 49 22 19 10 +213 49 22 19 16	+213 49 22 19 09	DAORYDYD
BORDJ MOKHTAR TWR	Aéroport de BORDJ MOKHTAR BORDJ MOKHTAR	+213 49 98 91 10 +213 49 98 95 02	+213 49 98 95 02	DATMYDYD
BOUSAADA TWR	Airpor de BOUSAADA BP278- BOUSAADA	+213 35 43 47 79	+213 35 43 47 78	DAADYDYD
BISKRA TWR	Aéroport de BISKRA/Mohamed Khider BP 27- star Melouk-BISKRA	+213 33 74 09 72 +213 33 73 14 32	+213 33 73 14 32	DAUBYDYD
CHLEF TWR	Aéroport de CHLEF CHLEF	+213 27 72 80 37 +213 27 72 80 32	+213 27 72 80 32	DAOIYDYD
CONSTANTINE APP/TWR	Aéroport de CONSTANTINE Mohamed Boudiaf CONSTANTINE	+213 31 81 01 33 +213 31 81 01 25	+213 31 81 01 25	DABCYDYD
DJANET TWR	Aéroport de DJANET/Tiska BP29 - DJANET	+213 29 48 15 04	+213 29 48 15 02	DAAJDYD
EL GOLEA TWR	Aéroport de EL GOLE BP30-EL GOLEA	+213 29 21 07 33 +213 29 21 07 35	+213 29 21 07 35	DAUEYDYD
EL OUED TWR	Aéroport de EL OUED/Guemar BP110 -EL OUED	+213 32 10 17 07	+213 32 10 10 15	DAUOYDYD
EL BAYADH TWR	Aéroport de EL BAYADH BP 209 RP -EL BAYADH	+213 49 66 78 05 +213 49 66 78 06	+213 49 66 78 07	DAOYDYD
GHARDAIA TWR	Aéroport de GHARDAIA/Noumerat-Moufidi Zakaria BP123-GHARDAIA	+213 49 32 93 01	+213 49 32 93 02	DAUGDYD

<i>UNIT NAME</i>	<i>POSTAL ADRESS</i>	<i>Telephone Nr</i>	<i>Telefax Nr</i>	<i>AFS ADRESS</i>
1	2	3	4	5
GHRISS TWR	Aéroport de GHRISS BP12-GHRISS	+213 45 71 59 12 +213 45 71 59 27	+213 45 71 59 11	DAOVYDYG
HASSI MESSAOUD APP/TWR	Aéroport de HASSI MESSAOUD/Oued Irara-Krim Belkacem -BP 130-H. MESSAOUD	+213 29 73 04 54 +213 29 73 04 25 +213 29 73 05 04	+213 29 73 01 89	DAUHYDYG
ILLIZI TWR	Aéroport de ILLIZ/Takhamalt-BP39-ILLIZI	+213 29 42 23 60 +213 29 42 16 66	+213 29 42 10 15	DAAPYDYG
IN GUEZZAM TWR	Aéroport de IN GUEZZAM-IN GUEZZAM	+213 29 35 11 26	+213 29 35 11 23	DATGYDYG
IN SALAH TWR	Aéroport de IN SALAH-BP23-IN SALAH	+213 29 36 61 02 +213 29 36 61 03	+213 29 36 61 01	DAUIYDYG
JIJEL TWR	Aéroport de JIJEL/Ferhat Abbas BP37-JIJEL	+213 34 54 44 09	+213 34 54 44 06	DAAVYDYG
ORAN APP/TWR	Aéroport de 'ORAN/Ahmed Benbella- BP13-ORAN	+213 41 59 10 20 +213 41 59 11 24 +213 41 59 10 67	+213 41 59 16 07	DAOOYDYG
OUARGLA TWR	Aéroport de Ouargla/Ain Beida BP11-OUARGLA	+213 29 77 49 05	+213 29 77 49 06	DAUUYDYG
SETIF TWR	Aéroport de SETIF/8 mai 45-BP 219-SETIF	+213 36 54 31 30 +213 36 54 31 35	+213 36 54 31 75	DAASYDYG
TEBESSA TWR	Aéroport de TEBESSA/Cheikh Larbi Tebessi- BP78-TEBESSA	+213 37 55 07 37		DABSYDYG
TIARET TWR	Aéroport de TIARET/Abdelhafid Boussouf Bou Chekif-BP12- TIARET	+213 46 24 00 02	+213 46 24 00 05	DAOBYDYG
TAMENGHASSET TWR	Aéroport de TAMENGHASSET /Aguenar-Hadj Bey Akhamok-BP38-TAMENGHASSET	+213 29 33 01 27 +213 29 33 01 35	+213 29 33 01 35	DAATYDYG
TIMIMOUN TWR	Aéroport de TIMIMOUN-BP440 -TIMIMOUN	+213 49 30 57 07	+213 49 30 57 06	DAUTYDYG
TLEMCEN TWR	Aéroport de TLEMCEN/Zenata-Messali El Hadj- TLEMCEN	+213 43 40 31 50 +213 43 40 31 49	+213 43 40 31 17	DAONYDYG
TINDOUF TWR	Aéroport de TINDOUF BP72- TINDOUF	+213 49 92 31 28 +213 49 92 31 43	+213 49 92 31 43	DAOFYDYG
TOUGGOURT TWR	Aéroport de TOUGGOURT/ Sidi Mahdi -BP47-TOUGGOURT	+213 29 69 31 48 +213 29 69 31 45	+213 29 69 31 45	DAUKYDYG
IN AMENAS TWR	Aéroport de ZARZAITINE/In Aménas -BP 51-ZARZAITINE	+213 29 45 13 09	+213 29 45 13 10	DAUZYDYG

## **Bibliographies:**

- [1] OACI Doc 9854: Concept opérationnel ATM mondial.
- [2] Oaci ATFM presentation.
- [3] <https://skybrary.aero/articles/free-route-airspace-fra>.
- [4] <https://skybrary.aero/articles/flexible-use-airspace>.
- [5] <https://www.eurocontrol.int/concept/free-route-airspace>.
- [6] <https://skybrary.aero/articles/basic-controller-techniques-direct-routing>.
- [7] <https://skybrary.aero/articles/global-air-navigation-plan-ganp>.
- [8] [https://www.icao.int/publications/Documents/9750\\_6ed\\_en.pdf](https://www.icao.int/publications/Documents/9750_6ed_en.pdf).
- [9] [https://www4.icao.int/demo/GANP/GANP\\_FR.pdf](https://www4.icao.int/demo/GANP/GANP_FR.pdf).
- [10] Civil/Military Cooperation in Air Traffic Management.
- [11] 2016–2030 Global Air Navigation Plan.
- [12] Eurocontrol ERNIP Part 1.
- [13] Cour ATM opérations aériennes 2022.
- [14] <https://www.icao.int/>.
- [15] <https://www.enna.dz>.
- [16] <https://simpleflying.com>.
- [17] Civil aviation authority of Mongolia